

Imagen, percepción y actitudes hacia las ciencias en la educación secundaria: una perspectiva de género.

Autor/a: Andrea Fernández Sánchez

Tesis doctoral UDC / 2021

Directora: Ana Sánchez Bello

Programa de doctorado en Equidad e Innovación en Educación.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Agradecimientos

Mi agradecimiento más sincero a mi directora de tesis Ana Sánchez Bello, sin la que este trabajo no hubiera sido posible. Gracias por tus consejos y ánimos cuando más los he necesitado.

A Giuseppe Pellegrini, mi tutor en la estancia predoctoral en Observa Science in Society, por su atención, implicación y ayuda.

A los participantes que han formado parte y han hecho que esta investigación haya sido posible. Gracias por haberme acogido desinteresadamente en vuestras aulas, haberme cedido parte de vuestro tiempo y darme la oportunidad de conocer vuestras percepciones, pensamientos y sentimientos sobre la educación. Mención especial a R., un ejemplo de esfuerzo, determinación y amor por la docencia y la educación.

A mis padres, por ser un pilar fundamental de mi vida y haber vivido este proceso como propio. A mi hermano, compañero de aventuras, por hacerme reír en los peores momentos y ser mi fan incondicional.

A mi familia, mis amigos y amigas que me han enseñado que los logros no merecen la pena sin gente con quien compartirlos. A Iago, quien no me perdonaría no estar específicamente entre estas líneas, por haberme distraído cuando lo necesitaba y apoyarme entre las sombras. A Lucía por haber compartido, acompañado y apoyado durante toda esta experiencia. Y finalmente, a Irene, mi profesora, la que ha escuchado todas mis turras, que sepas que esto de la investigación no para.

Por último, quería realizar un agradecimiento muy especial a mis abuelos, Alicia y José, por haberse preocupado siempre por mi educación y haberme permitido llegar a donde ellos no tuvieron la oportunidad.

Resumo

Este estudo trata de determinar as preferencias, valores e experiencias que conforman a base da elección de estudos debido a crecente desafección cara as materias científico-técnicas e o descenso das vocacións científicas agravada no caso feminino. Neste estudio analizáronse os procesos docentes das materias de programación de 1º da ESO e tecnoloxía de 4º da ESO de dous centros de Galicia, para determinar a súa influencia na percepción, imaxe e actitudes cara a ciencia e tecnoloxía e a ciencia escolar.

Para coñecer a perspectiva dos/das estudantes optouse polo desenvolvemento dun estudio multicaso instrumental constituído por dous casos para alcanzar unha comprensión máis profunda sobre as actitudes, bagaxe e preferencias dos/das estudantes cara as materias científico-tecnolóxicas. Ademais de permitírnos captar cal é a imaxe e representación que ten o alumnado sobre o traballo científico e os valores e experiencias nos que os/as estudantes fundamentan as súas eleccións, empregando sempre unha perspectiva de xénero.

Tras analizar os diversos factores que repercuten no declive actitudinal cara a CeT, así como a menor presenza das mulleres nestes eidos de estudio. Chegamos a conclusión da necesidade de abordar fenómenos multifactoriais interrelacionados cuxas causas se atopan dentro e fora dos muros das institucións educativas.

Resumen

Este estudio trata de determinar las preferencias, valores y experiencias que conforman la base de la elección de estudios por la creciente desafección hacia las materias científico-técnicas y el descenso de las vocaciones científicas, agravado en el caso femenino. Para determinar la influencia de las metodologías activas de enseñanza-aprendizaje en la percepción, imagen y actitudes hacia la CyT y la ciencia escolar se analizaron los procesos docentes de las materias de programación de 1º ESO y tecnología de 4º de dos centros de Galicia.

Para conocer la perspectiva del alumnado y alcanzar una comprensión más profunda sobre sus actitudes, bagaje y preferencias hacia las materias científico-tecnológicas se optó por el desarrollo de un estudio multicaso-instrumental constituido por dos casos, por además permitirnos capturar la imagen y representación que posee el alumnado sobre el trabajo científico y los valores y experiencias en los basan sus elecciones empleando una perspectiva de género.

Tras analizar los diversos factores que repercuten en el declive actitudinal hacia la CyT y en la menor presencia de mujeres en estos campos. Llegamos a la conclusión de la necesidad de abordar fenómenos multifactoriales interrelacionados cuyas causas se encuentran dentro y fuera de los muros de las instituciones educativas.

Abstract

This study tries to disclose the priorities, values, and experiences which form the base of young people's educational choices due to the growing disaffection towards scientific-technical subjects and the decline of scientific vocation, compounded in the case of women. To determine the influence that exerts active teaching-learning methodologies on the perception, attitudes, and depiction of S&T and school science, we explore and analyse the educational processes of programming course - in the 1st year of Secondary Education - and technology course - 4th year of Secondary Education - of two centres in Galicia.

To reach a deeper understanding of student's attitudes, backgrounds, and preferences towards scientific-technological subjects, an instrumental multi-case study has been developed. Also, this methodology enables us to capture the image and representation that students held about scientific work and the values and experiences that they base their choices, using a gender perspective.

After analysing multiple factors affecting attitude decline towards S&T and the lower presence of women in these study fields. We conclude with the approach of interconnected multifactorial phenomena whose causes lie within and out of the walls of educational institutions.

INTRODUCCIÓN -----	16
INTRODUCTION -----	18
JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS -----	20
RESEARCH JUSTIFICATION AND PURPOSES -----	25
MARCO TEÓRICO -----	30
CAPÍTULO 1: TEORÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE -----	32
1.1 Introducción-----	32
1.2 Teorías de aprendizaje-----	39
1.2.1 El carácter pasivo del aprendizaje: el conductismo	39
1.2.2 El carácter activo del aprendizaje: el cognitivismo	42
1.2.3 El carácter interactivo del aprendizaje: el constructivismo	45
1.2.3.1 Teoría psicogenética del desarrollo y la pedagogía operatoria de Piaget	48
1.2.3.2 Teoría aprendizaje significativo	50
1.2.3.3 Teoría sociocultural de Vygotsky	51
1.2.3.4 Teoría de la modificabilidad estructural cognitiva (MEC)	54
1.3 Corrientes pedagógicas-----	56
1.3.1 La pedagogía tradicional	56
1.3.2 La pedagogía crítica	58
1.3.2.1 Propuestas pedagógicas del conocimiento integrado: Transdisciplinariedad e interdisciplinariedad	65
1.3.3 Pedagogía feminista	70
1.4 Modelos didácticos-----	76
1.4.1 La enseñanza tradicional: el modelo transmisivo	76
1.4.2 La enseñanza programada: el modelo tecnológico	78
1.4.3 La enseñanza y el aprendizaje como proceso interactivo-comunicativo: el modelo comunicativo.	80
1.4.4 El aprendizaje como un proceso homólogo a la propia metodología de investigación científica: el modelo por descubrimiento.	83
1.4.5 El aprendizaje como un proceso de reconstrucción: el modelo constructivista	84
1.4.6 El aprendizaje como práctica interactiva y compartida: el modelo colaborativo	88
CAPÍTULO 2: CIENCIA ESCOLAR Y ACTITUDES HACIA LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA -92	
2.1 Introducción: La educación científica y tecnológica-----	92
2.2 Ante la crisis de la ciencia escolar-----	98
2.2.1 La evaluación de las competencias: TIMSS y PISA	108
2.2.2 Alfabetización científica vs competencia científica	112
2.3 Visiones distorsionadas de la ciencia y tecnología y la NCyT-----	115
2.4 Actitudes e interés hacia la ciencia y tecnología-----	125

2.5	Enfoques de enseñanza de la ciencia y la tecnología-----	132
2.5.1	Enfoque de enseñanza basado en el contexto	134
2.5.2	Enfoque de enseñanza basado en la modelización	138
2.5.3	Enfoque de enseñanza basado en indagación (IBSE)	142
CAPÍTULO 3: GÉNERO Y ELECCIÓN DE ESTUDIO -----		154
3.1	Introducción-----	154
3.2	Factores influyentes en la elección de estudios -----	160
3.2.1	El modelo de Elección de logro de Eccles -----	161
3.2.1.1	Expectativas de éxito -----	163
3.2.1.1.1	Autoconcepto de habilidad	165
3.2.1.1.2	Esquemas del yo e identidad	169
3.2.1.1.3	Valores y actitudes hacia determinadas actividades	173
3.2.1.2	Valor subjetivo de la tarea -----	175
3.2.1.2.1	Valor intrínseco: Interés o disfrute	177
3.2.1.2.2	Valor de logro o importancia	179
3.2.1.2.3	Coste asignado	181
3.2.1.2.4	Utilidad	182
3.2.2	El proceso de socialización y otros factores influyentes en la elección de estudios -----	183
3.2.2.1	La influencia indirecta de la socialización diferencial -----	188
3.2.2.1.1	La socialización primaria y la internalización sobre la comprensión del mundo	189
3.2.2.1.2	La influencia de la interacción del grupo de iguales	194
3.2.2.1.3	La aportación simbólica de los medios de comunicación	195
3.2.2.1.4	El papel de la escuela como mediador entre el individuo y su mundo	198
3.2.2.1.4.1	El papel del currículo en la culturación y la transmisión de los estereotipos de género	201
3.2.2.1.4.2	El papel del profesorado en la configuración de la identidad de género y la socialización diferencial.	204
ESTUDIO EMPÍRICO -----		210
MARCO METODOLÓGICO-----		212
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA-----		214
4.1	Investigación cualitativa: características -----	214
4.2	Enfoque de la investigación: Estudio de casos -----	218
4.3	Estudio de casos: un estudio multi-caso -----	221
4.3.1	Secuencia de investigación -----	222
4.3.1.1	Fase preparatoria -----	224
4.3.1.1.1	Etapas reflexivas	224
4.3.1.1.1.1	Declaraciones temáticas y preguntas informativas	229
4.3.1.1.2	Etapas de diseño	231
4.3.1.1.2.1	Criterios de selección	231
4.3.1.1.3	Técnicas de recogida de datos	236
4.3.1.1.3.1	Observación	237
4.3.1.1.3.2	Entrevistas	239
4.3.1.1.3.3	Grupos de discusión	243

4.3.1.1.3.4 Documentos y artefactos: Los relatos descriptivos	245
4.3.1.1.4 Criterios de calidad de la investigación	247
4.3.1.1.4.1 Validez	248
4.3.1.1.4.2 Fiabilidad	250
4.3.1.1.4.3 Triangulación	250
4.3.1.2 Trabajo de campo -----	253
4.3.1.2.1 Acceso al campo	253
4.3.1.2.2 Recogida productiva de datos	255
4.3.1.3 Fase analítica -----	265
4.3.1.4 Fase informativa -----	269
4.3.1.5 Ética de la investigación -----	270
4.3.1.5.1 Consentimiento informado	273
4.3.1.5.2 Confidencialidad	275
4.3.1.5.3 Anonimato de los/las participantes	276
INFORME DE INVESTIGACIÓN -----	278
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE LOS DATOS-----	280
5.1 Informe del Caso Carlos-----	280
5.1.1 Presentación del IES Margaret Hamilton -----	280
5.1.2 TIC y Tecnología: ¿más allá del proyecto Maker School? -----	283
5.1.3 Las clases de ciencias: ¿Son la metodología de enseñanza y el docente las claves para el fomento de actitudes STEM? -----	286
5.1.3.1 Metodología	286
5.1.3.2 Rol del docente	300
5.1.4 Imagen del trabajo científico -----	309
5.1.4.1 Imagen de la ciencia y la tecnología	309
5.1.4.2 Imagen de los y las científicas	315
5.1.5 Maker School: El proyecto -----	324
5.1.6 Expectativas de éxito: Actitudes hacia la ciencia, identidad y autoconcepto -----	344
5.1.6.1 Actitudes hacia la ciencia y la tecnología	344
5.1.6.2 Identidad personal y social	346
5.1.6.3 Autoconcepto de habilidad	348
5.1.7 Valor subjetivo de la tarea: la utilidad, coste y el valor intrínseco de la CyT -----	352
5.1.7.1 La utilidad de la ciencia y la tecnología	352
5.1.7.2 Valor intrínseco: gusto/disfrute e interés	358
5.1.7.3 Coste: Esfuerzo e incompatibilidad carrera STEM/familia	364
5.1.8 Influencias más allá del profesorado -----	366
5.1.9 Conclusiones del caso Carlos -----	371
5.2 Informe del Caso Rosa -----	374
5.2.1 Presentación del CPI Ada Lovelace -----	374
5.2.2 El club de ciencias y el taller de robótica -----	377
5.2.3 ¿Cómo es la Programación en el CPI Ada Lovelace? -----	381

5.2.4	Las clases de ciencias: ¿Son la metodología de enseñanza y el docente las claves para el fomento de actitudes STEM? -----	395
5.2.4.1	Metodología -----	395
5.2.4.2	Rol del docente -----	416
5.2.5	Imagen del trabajo científico -----	428
5.2.5.1	Imagen de la ciencia y la tecnología -----	428
5.2.5.2	Imagen de los y las científicas -----	435
5.2.6	Expectativas de éxito: Actitudes hacia la ciencia, identidad y autoconcepto -----	443
5.2.6.1	Actitudes hacia la ciencia y la tecnología -----	443
5.2.6.2	Identidad personal y social -----	446
5.2.6.3	Autoconcepto de habilidad -----	450
5.2.7	Valor subjetivo de la tarea: la utilidad, coste y el valor intrínseco de la CyT -----	457
5.2.7.1	La utilidad de la ciencia y la tecnología -----	457
5.2.7.2	Valor intrínseco: gusto/disfrute e interés -----	462
5.2.7.3	Valor de logro -----	466
5.2.7.4	Coste: Esfuerzo e incompatibilidad carrera STEM/familia -----	470
5.2.8	Influencias más allá del profesorado -----	472
5.2.9	Conclusiones del caso Rosa -----	478
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS INTERPRETATIVO DE CASOS CRUZADOS -----		482
6.1	Imagen del trabajo científico -----	482
6.1.1	Imagen de la ciencia y la tecnología -----	482
6.1.2	Imagen de los y las científicas -----	486
6.2	Percepción -----	490
6.2.1	Percepción del proceso educativo -----	490
6.2.1.1	Metodología -----	490
6.2.1.2	Rol del docente -----	497
6.2.2	Valor subjetivo de la tarea: utilidad, valor de logro y coste -----	501
6.2.2.1	Utilidad -----	501
6.2.2.2	Valor de logro -----	503
6.2.2.3	Coste -----	505
6.2.3	Identidad y autoconcepto de habilidad -----	506
6.2.4	Percepción de la influencia más allá del profesorado -----	510
6.3	Actitudes: gusto, interés y disfrute -----	513
CONCLUSIONS AND FUTURE LINES OF RESEARCH -----		520
CAPÍTULO 7: Conclusions and future lines of research-----		522
7.1	Conclusions -----	522
7.2	Limitations and future lines of research-----	529
BIBLIOGRAFÍA -----		530

ANEXOS -----	576
Anexo I: Claves de codificación -----	576
<i>Documento 1: Claves de codificación del caso Carlos</i>	576
<i>Documento 2: Claves de codificación del caso Rosa</i>	577
<i>Documento 3: Participantes grupos discusión IES Margaret Hamilton</i>	579
<i>Documento 4: Participantes grupos discusión CPI Ada Lovelace</i>	580
<i>Documento 5: Codificación relatos descriptivos Margaret Hamilton</i>	582
<i>Documento 6: Codificación relatos descriptivos CPI Ada Lovelace</i>	585
<i>Documento 7: Códigos, categorías y subcategorías de análisis</i>	589
Anexo II: Documentos -----	594
<i>Documento 1: Carta informativa para la dirección de los centros</i>	594
<i>Documento 2: Carta informativa y autorización para las familias</i>	595
<i>Documento 3: PPT para la realización de los relatos descriptivos</i>	596
<i>Documento 4: Guía entrevista Carlos, docente del IES Margaret Hamilton</i>	597
<i>Documento 5: Guion grupos de discusión IES Margaret Hamilton</i>	599
<i>Documento 6: Guion entrevista grupal alumnas IES Margaret Hamilton</i>	601
<i>Documento 7: Guía entrevista Rosa, docente del CPI Ada Lovelace</i>	602
<i>Documento 8: Guion grupos discusión CPI Ada Lovelace</i>	605
<i>Documento 9: Guion entrevista grupal alumnas CPI Ada Lovelace</i>	607
Anexo III: Transcripciones entrevistas, grupos de discusión, observaciones y relatos (cd adjunto) -	609

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo tecnológico. Adaptación del modelo propuesto por Rivero et al., 2017, p. 97. -----	78
Figura 2. Modelo de elección de logro. Fuente: Adaptación del modelo de Eccles y Wigfield, 2002, p. 119. -----	162
Figura 3. Tabla que recoge las declaraciones temáticas y preguntas informativas de esta investigación. Fuente: Elaboración propia. -----	230
Figura 4. Tabla que recoge las fechas, horas y códigos de las observaciones realizadas. Fuente: Elaboración propia. -----	256
Figura 5. Tabla que recoge las fechas, horas y número de los relatos descriptivos realizados. Fuente: Elaboración propia. -----	258
Figura 6. Tabla que recoge las fechas, horas y códigos de los grupos de discusión realizados. Fuente: Elaboración propia. -----	261
Figura 7. Tabla que recoge las fechas, horas y códigos de las entrevistas realizadas. Fuente: Elaboración propia. -----	264
Figura 8. Gráfico que representa el proceso de análisis de datos. Fuente: Elaboración propia. -----	266
Figura 9. Proceso de codificación con MAXQDA. Fuente: Elaboración propia. -----	268
Figura 10. Plano del aula TIC del IES Margaret Hamilton. Fuente: Elaboración propia. -----	281
Figura 11. Plano del aula Tecnología IES Margaret Hamilton. Fuente: Elaboración propia. -----	282
Figura 12. Mesa de robótica del CPI Ada Lovelace y robot Lego EV3 usado en el Obradoiro de robótica. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace. -----	375
Figura 13. Plano del taller de tecnología del CPI Ada Lovelace. Fuente: Elaboración propia. -----	376
Figura 14. Actividad realizada con el alumnado del último ciclo de primaria con robots. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace. -----	380
Figura 15. Ficha actividad Arco da vella de la materia de programación. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace. -----	384
Figura 16. Ficha actividad Star Wars de la materia de programación. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace. -----	385
Figura 17. Ficha actividad Patrullando X de la materia de programación. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace. -----	386
Figura 18. Plantilla de corrección de la tarea Star Wars. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace. -----	388

INTRODUCCIÓN

Esta investigación, que supone un intento por contribuir al campo de la investigación de la educación científica, trata de conocer las preferencias, valores y experiencias que conforman la base de la elección de estudios. En las últimas décadas ya se viene cerniendo sobre los países occidentales una creciente desafección hacia las materias científico-técnicas entre los más jóvenes y un descenso de las vocaciones científicas, que se agrava en el caso femenino. En España siguen existiendo carreras estereotípicamente femeninas y masculinas, como por ejemplo informática e ingeniería naval, que cuentan con un 13.4% y 11.5% de estudiantes femeninas respectivamente. En este contexto, nos parece imprescindible conocer la influencia que tiene la escuela, concretamente las metodologías de enseñanza aprendizaje, en la percepción, imagen y actitudes hacia la ciencia y la tecnología y la ciencia escolar, factores que conforman la base de la elección de estudios y si ésta afecta de manera diferente a alumnas y alumnos.

Para llevar a cabo este estudio se consideró pertinente realizar un estudio multicaso instrumental, constituido por dos casos – dos centros educativos de la comunidad autónoma de Galicia en las que emplean metodologías activas de E-A para la enseñanza de la materia programación de 1º de la ESO y tecnología de 4º de la ESO - que nos brinda la posibilidad de acercarnos a la realidad de aula y poder conocer la perspectiva de los y las estudiantes. Esto nos ha facilitado no solo alcanzar una comprensión más profunda sobre las actitudes, bagaje y preferencias de los y las estudiantes hacia las materias científico-tecnológicas, sino de la imagen y representación que tiene el alumnado sobre el trabajo científico y los valores y experiencias en los que se basan empleando una perspectiva de género. Esta perspectiva nos permite conocer más profundamente el punto de vista de las alumnas no solo en la construcción de las elecciones sino de la imagen y percepción que tienen sobre el trabajo científico y la ciencia y tecnología.

La investigación se estructura en dos partes diferenciadas. La primera, el marco teórico, está constituido por tres capítulos en los que se establecen las bases argumentales sobre las que se construye la realidad estudiada. El primer capítulo recoge las teorías de aprendizaje y corrientes pedagógicas en las que se sustentan los modelos didácticos que conforman la base de las prácticas educativas que se analizarán en los estudios de caso. En el segundo capítulo se describe el estado del arte de la educación científica: la crisis de la ciencia escolar, las visiones distorsionadas de la ciencia y la tecnología y la NdCyT,

las actitudes hacia la ciencia y la tecnología y la renovación curricular de la enseñanza de la ciencia a través de sus nuevos enfoques de enseñanza. Y, en el tercer capítulo se describen los factores influyentes en la elección de estudios desarrollándose a través del modelo de elección de logro de Eccles por su interseccionalidad, es decir, por considerar a los roles de género y los estereotipos un elemento que permea, incide y condiciona los factores que influyen en la elección de estudios.

La segunda parte de la investigación, el estudio empírico, se divide, a su vez, en dos partes: marco metodológico, y el informe de investigación. En el marco metodológico, que se encarna en el capítulo 4, se presenta la metodología empleada en la investigación y el diseño de la investigación, en donde se explican las decisiones tomadas y como se desarrolló el trabajo de campo, la selección de las fuentes de información e informantes, la recogida de datos y su análisis e interpretación. Además de recoger los criterios por los cuales se garantizan la calidad y la ética de la investigación llevada a cabo.

El informe de investigación, que se corresponde con el quinto y sexto capítulo, presenta en el primero los resultados – descriptivos - de cada caso que nos acercan a la perspectiva del alumnado, describiendo sus actitudes, bagaje y preferencias hacia las materias científico-tecnológicas, y la imagen y representación que tienen sobre el trabajo científico. En el sexto capítulo, de carácter interpretativo, se realiza el cruce de los casos y un análisis interpretativo de los datos para encontrar confluencias y divergencias que guardan entre sí los casos, relacionándose a su vez con lo expuesto en el marco teórico.

La última parte del estudio está constituido por las conclusiones de la investigación y las futuras líneas de investigación que surgen a raíz de los resultados obtenidos en el estudio.

INTRODUCTION

This research, which entails an attempt to contribute to the field of research on science education, tries to disclose the preferences, values, and experiences that shape the basis of educational choices. In the last decades, we could see in western countries a growing disaffection towards scientific-technical subjects among the youngest and a decline in scientific vocation, which is aggravated in the case of women. In Spain, stereotypically female and male degrees and careers, such as computer engineering and marine engineering which have 13.4% and 11.5% of female students respectively, still exist today. In this context, it seems essential to find out the impact that school has, specifically the teaching-learning methodologies, in the perception, image, and attitudes towards science and technology and school science, factors which shape the basis of educational choices and whether it affects female and male students differently.

To conduct this research, it was considered pertinent to carry out an instrumental multi-case study consisting of two cases – two educational centres in the autonomous community of Galicia which use active T-L methodologies for teaching the subjects of programming in 1st of SE and technology in 4th of SE – which gives us the possibility of getting closer to the reality of the classroom and being able to know the perspective of the students. This has enabled us not only to reach a deeper understanding of the attitudes, background, and preferences of students towards scientific-technological subjects but also of the image and representation that students have of scientific work and the values and experiences in which they are founded from a gender perspective. This perspective allows us to know more deeply the point of view of the female students not only in the construction of their choices but also in the image and perception they have about scientific work and science and technology.

This study is structured in two different parts. The first part, the theoretical framework, is constituted by three chapters on which we established the argumentative basis of the reality upon which our research is built. The first chapter gathers the learning theories and pedagogical practices on which the didactic models that form the basis of the educational practices that will be examined in the case studies are based. The second chapter describes the state of the art of science education: the crisis of school science, the distorted visions of science and technology and the NoST¹, the attitudes towards science and technology,

¹ Nature of Science and Technology

and the curricular renewal of science education through its news teaching approaches. And, in the third chapter, we describe the factors influencing the choice of studies through Eccles' achievement choice model on the account of its intersectionality, in other words, by considering gender roles and stereotypes an element that permeates, affects, and conditions the factors that influence educational choices.

The second part of the research, the empirical study, is divided in turn, into two parts: the methodological framework and the research report. In the methodological framework, which is embodied in chapter 4, we present the methodology used in the research and the research design, where we explain the decisions taken and how the fieldwork was developed, the selection of the sources of information and informants, data gathering and its analysis and interpretation. In addition to this, we collect the criteria by which the quality and ethics of the research are secured.

The research report, which is embodied in chapter 5 and 6, disclose first the descriptive results of each case since it gives us an insight into students perspective by representing their attitudes, background, and priorities towards scientific-technological subjects and their image and depiction of scientific work. In the sixth chapter where analytical results are presented, we conduct the cross-case analysis to establish confluences and differences between the cases and the theory stated in the theoretical framework.

The last part of the research is constituted by the findings of the investigation and the future lines of research that arise from the results thus achieved.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Justificación

El objetivo de la educación científica, en las últimas décadas, se situó en la adquisición de conocimientos y métodos de la ciencia, no en un sentido estricto de la palabra ya que no se intentaba fomentar una ciencia propedéutica, sino en la enseñanza de conocimientos, procedimientos y actitudes de la ciencia para la formación integral del alumnado (Rivero et al., 2017). No obstante, a pesar de que la finalidad de la educación científica no haya sido la adquisición exclusiva de contenidos científicos, la realidad de las escuelas ha sido y sigue siendo diferente, y la ciencia escolar adoptó una finalidad propedéutica que se tradujo en una enseñanza abstracta y descontextualizada de los contenidos, y con suerte, de los métodos, que ha sido incapaz de promover aprendizajes significativos y que acabó provocando la actual crisis de la educación científica (Rivero et al., 2017). El descenso del interés hacia la ciencia escolar y el aumento de las actitudes negativas hacia la ciencia y la ciencia escolar – que se agrava y se empieza por manifestar con el paso de la educación primaria a la educación secundaria – para Vázquez y Manassero (2005) se debe, entre otros factores, a los currículos excesivamente recargados, desfasados y poco relevantes, a los contenidos difíciles y aburridos, al profesorado poco innovador, a la imagen estereotipada de la ciencia y tecnología y de los/las científicos/as, a la brecha entre la ciencia que se enseña y la actual tecnociencia de la vida cotidiana. Las actitudes negativas hacia la ciencia, tecnología y ciencia escolar no solo está provocando que el alumnado tenga un desarraigo afectivo hacia estas áreas de conocimiento sino también un declive en la tasa de estudiantes en las STEM en la educación postobligatoria, es decir, una huida de estudiantes de las carreras de ciencias, tecnología y matemáticas, carreras STEM, a otras carreras (Ulriksen, Madsen y Holmegaard, 2015), tal y como indica la Oficina de estadística española, el enrolamiento en estudios universitarios STEM muestra una continua disminución (Manassero y Vázquez, 2015), de hecho, en Galicia, sólo el 8.5% del alumnado está matriculado en carreras científico-técnicas (Xunta de Galicia, 2015). Esta situación se agrava si se tiene en cuenta el género (Vázquez y Manassero, 2015), desde hace unos años hay una creciente preocupación sobre la escasa presencia de mujeres en los ámbitos relacionados con las nuevas tecnologías, y algunos estudios como She Figures (European Commission, 2009, 2016, 2019), Cracking the code (UNESCO, 2017), Women in Science, Technology,

Engineering and Mathematics (WISE, 2015), el estudio de la Unidad de Mujeres y ciencia del Ministerio de educación (2007 en Castaño, 2010), se han llevado a cabo para tratar de dar visibilidad a esta problemática y determinar sus causas. Castaño (2010) afirma que, en los países occidentales, a pesar de haber un mayor número de universitarias que de universitarios, siguen existiendo ámbitos de estudios predominantemente masculinos y femeninos, siendo la presencia de mujeres bastante escasa en determinadas carreras como las ingenierías. Según el último informe del ministerio de educación y formación profesional la distribución porcentual del alumnado de bachillerato según modalidad cursada en el curso 2017-2018 ha sido de un 52,25 % de hombres en el bachillerato de ciencias y tecnología, y un 43.6% de mujeres (MEFP, 2019), incrementándose en un punto porcentual con respecto del anterior curso académico (MEFP, 2018). No obstante, si tenemos en cuenta en número de nuevos matriculados universitarios en el curso 2017-2018 un 36.5% del alumnado de nuevo acceso se ha matriculado en carreras de “ciencias” - siendo entendidas como ciencias experimentales, informática, ingenierías, agricultura, ganadería, pesca y veterinaria, y ciencias de la salud - significando que entre el bachillerato y la universidad se han perdido sobre un 10% de vocaciones científicas. Además, también debemos prestar atención al sexo pues, aunque estos datos parecen ser positivos puesto que un considerable número de estudiantes mujeres eligen estudios científico-tecnológicos en bachillerato si tenemos cuenta el número de matriculados y matriculadas de nuevo acceso en la universidad desagregados por sexo, a pesar de que hay un 10% más de estudiantes mujeres que de hombres, obtenemos que siguen existiendo estudios predominantemente femeninos y masculinos. En este sentido, teniendo en cuenta los últimos datos proporcionados por el ministerio de ciencia e innovación (2020) un 42% del alumnado de nuevo acceso a carreras de ciencias físicas, químicas y geológicas son mujeres y en ciencias de la vida en la que no se incluye ni enfermería ni medicina casi un 60% son mujeres. En contraposición, un 25.6% de los/las nuevos/nuevas matriculados/matriculadas en ingenierías son mujeres y, concretamente en informática de 50.004 matriculados sólo 6452 son mujeres, es decir, un 13.4%. Mientras que en enfermería y medicina un 68.8% y un 81.5% son mujeres, lo que significa que siguen existiendo carreras estereotípicamente femeninas y masculinas. Por lo tanto, como se puede inferir de estos datos y como muestran estudios señalados con anterioridad, la elección de carrera está muy ligado al género, en tanto que campos como la ingeniería y la informática son ámbitos predominantemente masculinos (OECD, 2006; Vázquez y Manassero, 2009a).

Son múltiples los factores que influyen en la elección de estudios, desde compañeros, familia, profesorado, hasta las actitudes hacia las ciencias (Marbá e Márquez, 2009) sobre las que hemos hablado anteriormente, siendo, además estas últimas, de vital importancia para poder comprender el enrolamiento en las carreras STEM (Vázquez e Manassero, 2009) y que a su vez están influenciadas por diversos factores como la edad, clase social (Osborne, Simons e Collins, 2003) y el sexo (Cleaves, 2005). En las últimas décadas se han llevado a cabo investigaciones para detectar las causas de la baja elección de las ciencias como ámbito de estudio, Vázquez y Manassero (2010) destacan como principal causa a la desafección hacia la educación científica, pues los y las estudiantes suelen huir de estos estudios por aburrimiento, desinterés y dificultad. Debido a que las actitudes y la imagen de la ciencia y la tecnología parecen ser factores determinantes para el fomento de la afectividad hacia la ciencia escolar y, consecuentemente, del enrolamiento en estudios científico-tecnológicos, además de que estudios muestran como las metodologías de E-A parecen tener un rol fundamental en el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia (Tolstrup, Moller y Ulriksen, 2014; Aguilera y Perales, 2017), consideramos fundamental explorar si un cambio en los métodos de enseñanza de las ciencias contribuiría a aumentar la afectividad hacia las materias STEM y a incrementar el interés de los chicos y especialmente de las chicas, a proseguir estudios científico-tecnológicos.

Objetivos

El propósito fundamental de esta investigación es conocer y analizar la imagen y actitudes hacia la ciencia, tecnología y ciencia escolar de las alumnas y alumnos de la educación secundaria obligatoria que cursa materias optativas científico-tecnológicas en las que se emplean metodologías activas de E-A para dilucidar si el tipo de enseñanza influye en la imagen y actitudes de las alumnas y alumnos hacia la ciencia escolar.

Para poder cumplir el objetivo general se establecieron unos objetivos específicos que guiarán la investigación:

1. Conocer y analizar las prácticas educativas de docentes que emplean metodologías activas de E-A para la enseñanza de materias científico-tecnológicas.

- Distinguir los elementos característicos de estas prácticas educativas y su influencia e impacto en las percepción y actitudes del alumnado hacia la ciencia y tecnología escolar.
 - Analizar la influencia del rol del docente en la percepción y actitudes del alumnado hacia la ciencia, tecnología y ciencia escolar.
2. Determinar y analizar la percepción e imagen que presentan las alumnas de la ESO sobre la ciencia y tecnología y la ciencia escolar.
- Esclarecer y determinar la imagen que posee el alumnado, y concretamente de las alumnas, sobre el trabajo científico.
 - Delimitar el coste, valor y utilidad que le otorga el alumnado, específicamente las alumnas, a la ciencia, tecnología y ciencia escolar.
3. Determinar y analizar las actitudes de las alumnas de la ESO hacia la ciencia, la tecnología y la ciencia escolar.
- Esclarecer y analizar los factores que las alumnas consideran más relevantes para fomentar actitudes positivas hacia la ciencia, tecnología y ciencia escolar.
 - Conocer y comprender los factores que desencadenan actitudes negativas como desafección y desinterés hacia la ciencia, tecnología y ciencia escolar entre el género femenino.
4. Evaluar el impacto del género en las percepciones y actitudes del alumnado hacia la ciencia, la tecnología y la ciencia escolar.
- Comprender y determinar si existen actitudes diferenciales en función al género hacia la ciencia, tecnología y ciencia escolar.
 - Constatar o descartar la existencia de una imagen diferencial del trabajo científico entre los alumnos y las alumnas.

- Determinar las convergencias y divergencias entre los géneros sobre las expectativas de éxito en el ámbito científico-tecnológico.
5. Comprender cuáles son los factores, valores y experiencias que conforman la base de la elección de estudios de los alumnos y las alumnas que cursan estas materias.
- Valorar y conocer las expectativas de éxito de las alumnas de la ESO en dominios científico-tecnológicos y analizar su influencia en la elección de estudios.
 - Analizar y delimitar el valor subjetivo de la ciencia, tecnología y ciencia escolar de las alumnas y su impacto en la elección de estudios científico-tecnológicos.
 - Determinar y analizar el rol de los agentes de socialización – familia, escuela, grupo de iguales y medios de comunicación – en el proceso de elección de estudios.

El quintain de la investigación sería: determinar la influencia de las metodologías activas de E-A en la percepción, imagen y actitudes hacia la ciencia y la tecnología y la ciencia escolar y determinar las preferencias, valores y experiencias que conforman la base de la elección de estudios teniendo en cuenta la variable género.

RESEARCH JUSTIFICATION AND PURPOSES

Research justification

The goal of science education, in the last decades, was located in the acquisition of knowledge and methods of science, not in a strict sense of the word since it was not intended to promote a propaedeutic science, but rather the teaching of knowledge, procedures, and attitudes of science for the comprehensive training of the students (Rivero et al., 2017). However, although the purpose of science education has not been the exclusive acquisition of scientific content, the reality of the schools has been and still is different, and school science adopted a propaedeutic purpose that resulted in an abstract and decontextualized teaching of contents, and hopefully of the methods, which has been unable to promote meaningful learning and ended up causing the current crisis on science education (Rivero et al., 2017). The decline in the interest towards school science and the rise in negative attitudes towards science and school science – which is aggravated and begins to emerge with the shift from primary to secondary education – to Vázquez and Manasero (2005) is due, among other factors, to the excessively overloaded, outdated and not very relevant curricula, difficult and boring contents, unimaginative teachers, the stereotyped image of science and technology and to the gap between the science taught and the current technoscience of everyday life. The negative attitudes towards science, technology, and school science are not only causing students to have an affective uprooting towards these areas of knowledge, but also a decline in the rate of post-compulsory education students in STEM. In other words, students are fleeing from science, technology, and math (STEM) majors, to other majors (Ulriksen, Madsen and Holmegaard, 2015) and, as indicated by the Office of Spanish Statistics, enrolment in STEM university studies shows a continuous decrease (Manassero and Vázquez, 2015). In fact, in Galicia, only 8.5% of the students are enrolled scientific-technical careers (Xunta de Galicia, 2015). This situation only gets worse if gender is taken into account (Vázquez and Manassero, 2015). For years now, there has been a growing concern about the scarce presence of women in fields related to new technologies, and some studies like She Figures (European Commission, 2009, 2016, 2019), Cracking the code (UNESCO, 2017), Women in Science, Technology, Engineering and Mathematics (WISE, 2015), the study of the Women and Science Unit of the Ministry of Education (2007 en Castaño, 2010) have been carried out to try to give visibility to this problem and determine its

causes. Castaño (2010) claims that, in western countries, despite having a greater number of female university students than male students, predominantly male and female fields of study still exist today, with the presence of women being quite scarce in certain careers such as engineering. According to the latest report from the Ministry of Education and Professional Training, the percentage distribution of baccalaureate students according to the type of studies in the 2017-2018 academic year has been 52.25% of men in the baccalaureate of science and technology, and 43.6% of women (MEFP, 2019), increasing by a percentage point concerning the previous academic year (MEFP, 2018). Nevertheless, if we take into account the number of new university students enrolled in the 2017-2018 academic year, 36.5% of new students have enrolled in “science” degrees – this being experimental sciences, computer science, engineering, agriculture, livestock, fishing and veterinary medicine, and health sciences – meaning that between high school and university, over 10% of scientific vocations have been lost. In addition to this, we must also pay attention to sex because, although these figures seem to be positive since a considerable number of female students choose scientific-technological studies in baccalaureate, if we take into account the number of new female and male students enrolled in university disaggregated by sex, despite there being a 10% more female students than male students at university, we obtain that predominantly male and female studies still exist to this day. In this regard, taking into account the latest numbers provided by the Ministry of Science and Innovation (2020), 42% of new students taking physical, chemical, and geological sciences degrees are women, and if we look into health sciences without including medicine or nursing we see that almost 60% are women. In contrast to this, 25.6% of new students enrolled in engineering are women and, specifically in computer science, of 50004 students enrolled only 6452 are women, that is, 13.4%. While in nursing and medicine 68.8% and 81.5% of students respectively are women, which means that stereotypically female and male careers continue to exist. Therefore, as inferred from this data and as shown by previous studies, career choice is closely linked to gender, as fields like engineering and computer science are predominantly male fields (OECD, 2006; Vázquez and Manassero, 2009a).

Multiple factors influence educational choices, from peers, family, teachers, to attitudes towards science (Marbá and Márquez, 2009) being the latter a predictor of career enrolment (Vázquez and Manassero, 2009). Attitudes are in turn influenced by various factors such as age, social class (Osborne, Simons and Collins, 2003), and sex (Cleaves,

2005). In recent decades, researches have been carried out to detect the causes of the low enrolment in scientific studies, Vázquez and Manassero (2010) highlight disaffection towards science education as the main cause, since students tend to flee from these studies out of boredom, disinterest, and difficulty. Because attitudes and the image of science and technology seem to be determining factors for the promotion of affectivity towards school science and, consequently, enrolment in scientific-technological studies, in addition to studies that show how T-L methodologies seem to play an important part in the development of positive attitudes towards science (Tolstrup, Moller and Ulriksen, 2014; Aguilera and Perales, 2017), we consider essential to explore whether a change in science teaching methods would contribute to increasing affectivity towards STEM subjects and to promote interest among boys and especially girls, to pursue scientific-technological studies.

Objectives

The purpose of this research is to know and analyse the depiction, perception, and attitudes that secondary education students, and female students, in particular, hold towards S&T and school science when active T-L methodologies are used in the educational practices of elective subjects to elucidate if these practices influence students' images and attitudes towards school science.

In order to meet this general objective, specific objectives were established to guide the investigation:

- Understand and analyse teachers' educational practices of scientific-technological subjects which are based on active T-L methodologies.
- Disclose and evaluate the perception and depiction of secondary education students about S&T and school science.
- Acknowledge and reveal the attitudes held by secondary education students towards S&T and school science.
- Evaluate the impact of gender on students' perceptions and attitudes towards science, technology, and school science.
- Understand and acknowledge the factors, values, and experiences on which students that have been taught using active T-L approaches based their educational choices.

The quintain of the research is: define the influence of active T-L methodologies on the perception, image, and attitudes towards S&T and school science and to disclose the preferences, values , and experiences that form the basis of educational choices using a gender perspective.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1: TEORÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

1.1 Introducción

La relación entre la teoría y la práctica en educación siempre ha sido un tema controvertido, pues a pesar de los esfuerzos que se han hecho a lo largo de los años para relacionarlas, los/las docentes siguen teniendo una imagen de la teoría como un corpus caracterizado por tener un lenguaje incomprensible y que poco, o nada, tiene que ver con sus problemas y preocupaciones derivados del quehacer educativo (Carr, 1996). Hargreaves, en una conferencia en el Reino Unido sobre el desarrollo profesional docente, ya apuntó a cómo la investigación en el mundo educativo no ha sabido ser útil para fundamentar las decisiones educativas y la práctica docente: *“mientras que los médicos tomaban sus decisiones profesionales, por ejemplo, qué tratamiento prescribir basándose en la mejor evidencia científica disponible, los docentes no utilizan la investigación en sus decisiones acerca de qué es lo mejor para sus estudiantes”* (Murillo, 2011 en Jiménez, 2019, p. 97). Es ingenuo pensar que la mejora de la práctica educativa puede venir sin el apoyo de la información validada científicamente (Murillo, 2011 en Jiménez, 2019), es decir, sin la “teoría”, pero también lo es pensar que el cambio educativo se puede lograr sin las personas que están en primera línea, los y las docentes. Pues, como señala Carr (1996), tampoco tiene sentido que los/las pensadores/pensadoras de la educación consideren a los/las docentes objetos para la inspección o clientes que acepten y apliquen sus soluciones teóricas. Por lo tanto, el objetivo de la teoría no debería ser simplemente fundamentar las prácticas educativas, sino también, desarrollar teorías a partir de los problemas que surgen de la propia práctica educativa, siendo imprescindible la participación de los/las propios/propias docentes en la construcción teórica.

Por lo tanto, consideramos de vital importancia comenzar esta tesis doctoral haciendo un recorrido por las teorías y corrientes que han ido configurando la educación a lo largo de los años, y siguen, algunas de ellas, dando forma a la educación actual, mientras que otras señalan el camino de hacia donde se debe dirigir la educación si se quiere conseguir una sociedad más justa e igualitaria.

Sin embargo, durante el desarrollo de este capítulo nos percatamos que, generalmente, en educación usamos indistintamente ciertos términos: teorías, corrientes, modelos y

métodos sin acordar a qué nos referimos con cada uno de ellos. Por lo tanto, antes de comenzar estas líneas, y para evitar confusiones, nos parece imprescindible definir los conceptos que serán el eje vertebrador de este capítulo.

Para poder conceptualizar estos términos, nos parece fundamental, en primer lugar, explicar la relación entre las teorías, los modelos y los métodos en educación, y para facilitar la comprensión comenzaremos desde el nivel más concreto – lo más cercano al aula – hasta llegar al más abstracto. Los conceptos más cercanos al aula serían las estrategias de enseñanza-aprendizaje y metodologías didácticas, sin embargo, al no ser objeto de esta investigación comenzaremos a conceptualizar los métodos didácticos, que se concretan a través de los elementos expuestos anteriormente. Así, los métodos didácticos son una disposición de elementos personales, interpersonales, de contenido, entre otros, que al ponerse en práctica originan una actividad en el alumnado (Gimeno, 1981), es decir, una organización de principios, prácticas y formas de evaluación cuyo objetivo es dirigir el aprendizaje del alumnado. Los métodos son la concreción práctica de los modelos pedagógicos, que son *“una representación sobre lo que sucede en determinado proceso de enseñanza-aprendizaje”* (Morán, 2008, p. 142). Se ha empleado *“determinado”* porque los diversos procesos de enseñanza-aprendizaje configurarían los diferentes modelos didácticos, siendo imposible la existencia de un solo proceso E-A o un solo modelo didáctico. Consecuentemente, como apunta Gimeno (1982), bajo una acción, siempre, hay una teoría, estando los modelos basados en diferentes teorías de enseñanza y aprendizaje, pues siguiendo las palabras de este autor, los modelos no tienen que estar basados en una teoría en concreto, sino que se pueden encontrar fragmentos de todas ellas o incluso estar influenciado por algunas teorías superadas a nivel científico, entendiéndose por teoría: *“un conjunto científicamente aceptable de principios que explican un fenómeno”* (Suppes, 1974 en Schunk, 2012, p.10).

Estas breves líneas justifican, en cierta medida, el porqué de haber empezado este capítulo con las teorías de aprendizaje, pues, como señala Suppes (1974 en Schunk, 2012) las teorías ofrecen marcos de referencia para interpretar las observaciones y sirven como puentes entre la investigación y la educación, mientras que para Gimeno (1981) las teorías exponen los elementos y sus relaciones, siendo tanto el punto de partida como la explicación del proceso que se desarrolla en el transcurso de la acción pedagógica (Gimeno, 1981). Por lo tanto, conocer las teorías de aprendizaje no solo nos posibilitará la mejor comprensión de los fenómenos de aprendizaje que se dan en la escuela, sino

también sobre las características y naturaleza del aprendizaje en el aula y escuela (Gimeno y Pérez, 1994), siendo este último uno de los focos centrales de esta tesis doctoral. Así, para comenzar con este capítulo se revisarán las teorías de aprendizaje más relevantes en el ámbito de la enseñanza: el conductismo, el cognitivismo y el constructivismo, una clasificación propia elaborada a partir de las propuestas de Schunk (2012), Colom y Núñez (2001) y Gimeno y Pérez (1994), para posteriormente, hacer un breve recorrido por las corrientes pedagógicas, también de elaboración propia, que más impacto han tenido en la educación actual: la pedagogía tradicional y la pedagogía crítica, además de la pedagogía feminista, porque, aunque se pueda considerar que está circunscrita a la pedagogía crítica, en esta tesis en esta tesis se ha decidido contemplar separadamente para poder situar al género en el centro del discurso.

Nos parece imprescindible resaltar que se ha recurrido al término corrientes pedagógicas, en vez de teorías de enseñanza, porque la educación no es un acto meramente práctico – una serie de modelos, métodos y estrategias de enseñanza – sino que necesita de una meditación, un pensamiento reflexivo, puesto que la educación es una actividad intencional desarrollada de forma consciente y que sólo puede entenderse en relación con el marco de pensamiento en el que se circunscribe y que da sentido a lo que hacen y tratan de conseguir los/las involucrados/involucradas en la educación (Carr, 1996). Durkheim (1993 en Zambrano, 2019) ya apuntaba que, a menudo, educación y pedagogía pueden ser confundidos, sin embargo, señala la importancia de discernir entre ambos. Así, el autor concibe a la educación como la acción ejercida sobre los niños por los padres y profesores con el objetivo de insertarlos en la cultura y la sociedad; mientras que entiende que la pedagogía no consiste en acciones, sino en teoría, es decir, la pedagogía es una teoría práctica sobre maneras de concebir la educación. Por lo que, Durkheim (1993 en Zambrano, 2019) define pedagogía como: *“una teoría práctica (...) que no estudia científicamente el sistema de educación, pero sí lo reflexiona con miras a ofrecerle a la actividad de la educación ideas que la puedan dirigir”* (p. 116). Consecuentemente, la pedagogía, actualmente, no se limita al carácter instruccional de la enseñanza, sino que también centra su atención en el propio proceso de la producción del saber (Gore, 1996). Lusted (1986 en Gore 1996) apuntó que la pedagogía como concepto:

“llama la atención sobre el proceso mediante el cual se produce el saber. La pedagogía se ocupa de cómo las cuestiones están involucradas no sólo en la transmisión o reproducción del saber, sino también en su producción. En realidad, nos permite cuestionar la validez de la fácil

separación de estas actividades, planteando en qué condiciones y por qué medios “llegamos a saber”. El cómo se enseña se hace inseparable del qué se enseña y, cuestión crucial, de cómo se aprende “(p. 22-23).

Además, a menudo, cuando se habla del proceso educativo o proceso de enseñanza-aprendizaje, solo se acude a las teorías de aprendizaje como base de la acción educativa, ignorando la parte pedagógica del binomio, pues como señala Gimeno (1981), aunque la teoría de la enseñanza no puede desconsiderar la teoría psicológica del aprendizaje, ésta tampoco se puede reducir exclusivamente a la misma. Este desarrollo dispar entre las teorías de aprendizaje y enseñanza se debe a la imagen de la enseñanza como una mera actividad práctica en la que intervienen diversos campos científicos pero carente de una entidad científica (Gimeno, 1982), que, para nosotros, es la pedagogía. Así, Gimeno (1981) señala que ambas teorías, tanto las de aprendizaje como las didácticas, son necesarias para poder entender y explicar el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que mientras que las teorías de aprendizaje, de marcado corte psicológico, tratan de explicar cómo se aprende; las de enseñanza, que se fundamentan en teorías de las ciencias humanas (Gimeno, 1982), intentan explicar cómo se puede influir en el aprendizaje, es decir, cómo se puede actuar de mediador entre la cultura y el individuo que está aprendiendo. Pues, en este sentido, Stenhouse (1991) considera a la enseñanza como las estrategias que adopta la escuela para planificar y organizar el aprendizaje de los y las aprendices, y apunta: la *“enseñanza no equivale meramente a instrucción, sino a la promoción sistemática del aprendizaje mediante varios medios”* (p.53).

En definitiva, consideramos imprescindible que para poder entender la complejidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo en las aulas, es imprescindible no solo hacer alusión a las teorías de aprendizaje, sino también a las corrientes pedagógicas que fundamentan las prácticas educativas. Así, las teorías de aprendizaje no solo nos clarifican los elementos del aprendizaje y sus relaciones, siendo tanto el punto de partida como la explicación del proceso que se desarrolla en el transcurso de la acción pedagógica (Gimeno, 1981), sino que, además, pueden ser una herramienta crítica de la propia acción pedagógica, permitiéndonos dilucidar los fundamentos de la enseñanza. Mientras que las corrientes pedagógicas nos permiten poner de relieve no solo el carácter práctico de la enseñanza, sino también su carácter filosófico y político, ya que la pedagogía se articula en torno a tres dimensiones: una dimensión práctica – encargada de los aprendizajes y la instrumentación del proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, los

modos, técnicas y dispositivos para la transmisión del saber - ; una filosófica – que incluye reflexiones sobre los valores y las finalidades de la educación -, y una política – referida a comprender el ideario educativo de una sociedad -.

Como se delimitará en las teorías de aprendizaje y las corrientes pedagógicas, son muchas las formas de conceptualizar el aprendizaje y, por lo tanto, muchas las ideas respecto a la intencionalidad del proceso educativo, sus métodos, técnicas, los roles tanto del profesorado como del alumnado, características del proceso E-A, los propósitos en de la enseñanza, los contenidos, las estrategias metodológicas y el proceso de evaluación (De Zubiría, 2006). Consecuentemente, toda propuesta docente se inscribe en un marco epistemológico - implícito o explícito - con unos fundamentos psicológicos, pedagógicos o de otro tipo sobre la mejor forma de aprender y enseñar (Jiménez, 1996), que conforman los modelos didácticos.

Un modelo, desde el punto de vista científico, es la representación simplificada de una realidad o fenómeno cuya finalidad es delimitar sus dimensiones y orientar estrategias de investigación para la verificación de relaciones entre variables, y aportar datos a la progresiva elaboración de teorías (Escudero, 1981). Para el autor, los modelos de enseñanza o didácticos o pedagógicos tienen dos funciones, por un lado, sugerir líneas de investigación de carácter experimental y cuasiexperimental, y por otra, proponer actuaciones concretas en el aula.

En esta tesis, el concepto modelo pedagógico, se alinea con la segunda función propuesta por Escudero (1981), es decir, como una representación arquetípica del proceso de enseñanza aprendizaje en la que se establecen las funciones de la educación y la secuencia de operaciones de forma idealizada (Moreno, 2005 en Díaz y Osorio, 2011). Para Ortiz (2013) todo modelo didáctico tiene su fundamento en las teorías, aunque, como señala Gimeno (1981), la práctica científica de la enseñanza no consiste en trasladar unas teorías no pedagógicas a la educación para establecer sus metas, sino que es necesario un esquema pedagógico mediador que filtre la teoría señalando su pertinencia y aplicabilidad, siendo este “filtro” el modelo. Como indican Mata, Diéguez y Botía (2004, en Bejarano, 2008) los modelos son contruidos cuando justifican la selección, complementariedad e interrelación entre los elementos que representan y explican el acto didáctico y el proceso de enseñanza-aprendizaje; siendo, consecuentemente, un modelo didáctico el mediador entre la realidad y el pensamiento, un recurso que permite

fundamentar científicamente la enseñanza (Gimeno, 1981). Por lo tanto, a cualquier práctica educativa o propuesta de enseñanza subyace un modelo pedagógico que comporta una serie de directrices y procedimientos de actuación (Escudero, 1981). Cuando los/las docentes seleccionan determinados contenidos, programan actividades, preparan materiales y recursos, en definitiva, toman una serie de decisiones sobre lo que van a enseñar y cómo lo van a hacer, están recurriendo – consciente o inconscientemente – a un modelo (Jiménez, 1996).

Antes de finalizar esta conceptualización sobre los modelos pedagógicos, nos parece imprescindible destacar que ningún modelo representa fidedignamente la realidad, sino que la interpretan parcialmente, puesto que la realidad y el modelo no son isomorfos. Esto resulta en que la comprensión de la realidad de la enseñanza es diferente según el modelo en el que nos situemos, permitiendo, así, la coexistencia de múltiples modelos y, por lo tanto, la obtención de componentes distintos y complementarios de la realidad educativa (Gimeno, 1981). Consecuentemente, los modelos pedagógicos han estado, y siguen estando en conflicto debido a sus diferentes enfoques educativos, puesto que al ser *“instrumentos que facilitan el análisis de la realidad escolar con vistas a su transformación”* (García Pérez, 2000 en Rivero, Martín, Solís y Porlán, 2017, p. 91), responden a unas preguntas - ¿para qué?, ¿cuándo?, ¿con qué?, ¿el qué?, ¿cómo enseñar? – que determinarán el propósito de la educación. En este sentido, para Vergara y Cuentas (2015), un modelo pedagógico está constituido por conceptos, prácticas, intenciones y saberes escolares que generalmente se explicitan a través de los objetivos, la misión, la visión y los perfiles del ser social e individual en formación. Estos modelos constituyen tradiciones - configuraciones de pensamiento y de acción - que se han ido construyendo históricamente y se mantienen a lo largo del tiempo, institucionalizándose, incorporándose a la práctica y a la conciencia de los sujetos, y consecuentemente, configurando la organización escolar, el currículo y la práctica educativa entre otras acciones (Davini, 2008). Por lo tanto, un modelo es un plan estructurado que configura el currículo, diseña materiales y orienta la enseñanza (Joyce y Weil, 1985 en Perales y Cañal, 2000).

Existen diversas clasificaciones de los modelos pedagógicos como recoge Ortiz (2013), sin embargo, hemos optado por realizar una clasificación propia, fundamentada entre otras, en las clasificaciones de Jiménez (1996) y Rivero et al. (2017), por la necesidad de hacer una clasificación con modelos didácticos generales de la enseñanza y otros

específicos de la enseñanza de las ciencias – ya que esta investigación se circunscribe, en cierta medida, a este área - que se derivan de las ideas sobre lo que es la enseñanza y el aprendizaje, y la filosofía de la propia ciencia (Rivero et al., 2017) – tradicional, empirista y nueva filosofía – (Jiménez, 1996). La filosofía de la ciencia tradicional considera a la ciencia un cuerpo cerrado de conocimientos acumulativos que representan fielmente la realidad; mientras que la novedad del empirismo es el papel fundamental que otorga a la experiencia, es decir, el conocimiento es totalmente objetivo - no está influido por valores y creencias – y desarrollado a través de un método científico universal que parte de la observación – no está mediado por teorías. Finalmente, la nueva filosofía de la ciencia considera a la ciencia como un proceso de interpretación de la propia realidad mediante la construcción de modelos – no definitivos – que pueden ser sustituidos por otros. Así, la nueva filosofía descarta el método científico universal, pues considera que no existen unas “recetas” de investigación, diferentes estrategias y concibe a las teorías como los anteojos conceptuales de la investigación que se interponen entre la realidad y el/la investigador/investigadora (Jiménez, 1996).

Sin embargo, como ya se ha señalado anteriormente, el profesorado no aplica simplemente uno de estos modelos, sino que cada profesor tiene su modelo didáctico personal, que es el marco regulador entre la puesta en práctica del currículo - el corpus teórico sobre principios y teorías de aprendizaje del profesorado - y la toma de decisiones sobre problemas prácticos de la profesión docente - finalidades, contenidos, ideas de los alumnos, metodología y evaluación – (Rivero et al., 2017), por lo que nos parecía imprescindible subrayar modelos pedagógicos que, aunque no fueran específicos de la enseñanza de las ciencias, el profesorado pudiera estar empleando en sus prácticas educativas.

Finalmente, todo modelo pedagógico se traduce en un método didáctico, puesto que este último pone en práctica el modelo, es decir, lo acepta e interpreta y ofrece unas directrices sobre cómo debe ser la actuación educativa para conseguir un óptimo desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, en el capítulo siguiente se hará un breve recorrido por los métodos activos de enseñanza de las ciencias que se están empleando actualmente en la enseñanza de las materias científico-técnicas con el objetivo de determinar en qué medida el profesorado está adoptando estas prácticas en su quehacer educativo.

1.2 Teorías de aprendizaje

1.2.1 El carácter pasivo del aprendizaje: el conductismo

El conductismo es una corriente de pensamiento basada en métodos experimentales, concretamente, en el modelo estímulo-respuesta y cuyos representantes se pueden categorizar en generaciones, en la primera Pavlov, Thorndike y Watson, en la segunda Skinner y Hull y en la tercera, Bandura, que introduce dos ideas importantes en esta teoría, los procesos de mediación que se producen entre estímulo-respuesta y la observación como proceso de aprendizaje (Yela, 1996; del Río, 1990, Riviére, 1990).

El conductismo surge como una teoría psicológica que, posteriormente, se adapta a la educación, siendo esta la primera teoría que viene a influenciar fuertemente la forma como se entiende el aprendizaje humano (Valdez, 2012). Aunque esta teoría tiene múltiples representantes, autores como Ardilla (2013) y Schunk (2012) señalan el origen del conductismo en el artículo “Psychology as the behaviorist views it” de 1923 publicado por Watson, el cual fue denominado el Manifiesto Conductista y tuvo una gran influencia en la comunidad científica, ya que exponía que si la psicología quería convertirse en una ciencia tendría que empezar a emplear estructuras similares a las de las ciencias físicas, que examinan fenómenos observables y medibles. Consecuentemente Watson (1924 en Schunk, 2012) subrayó que los psicólogos deberían abandonar el estudio de la conciencia y el método introspectivo para estudiar la conducta en su lugar (Ardilla, 2013). Una de las características centrales del Manifiesto Conductista fue su énfasis en el ambiente, Watson señaló *“Dadme una docena de niños sanos y bien formados y mi mundo específico para criarlos, y yo me comprometo a tomar cualquiera de ellos al azar y entrenarlo para que llegue a ser cualquier tipo de especialista que quiera escoger: médico, abogado, artista, mercader y si, incluso mendigo y ladrón, sin tener para nada en cuenta sus talentos, capacidades, tendencias, habilidades, vocación o raza de sus antepasados”* (Watson, 1930 en Ardilla, 2013 p. 316). Estas líneas abogaban por la modificabilidad de los seres humanos tanto en sentido adaptativo o no adaptativo, señalando que estos no están sometidos simplemente a contingencias biológicas y genéticas en términos contemporáneos (Ardilla, 2013). Como señala Schunk (2012) lo que caracteriza a la teoría conductista no es el estudio de la conducta, ya que todas las teorías lo hacen, sino que explica el aprendizaje en términos de eventos ambientales. En este sentido, el conductismo se caracteriza por sus ideas asociacionistas, es decir, el

conocimiento se desarrolla al relacionar los antecedentes de una situación con sus consecuentes (Leiva, 2005) y como señala Pozo (1993) los conductistas alegan que el aprendizaje siempre es iniciado y controlado por el ambiente. Por lo tanto, el aprendizaje es el resultado de la asociación de estímulos-respuestas que ha sido generado por una modificación en la forma de comportamiento en función de los cambios del entorno (Valdez, 2012).

En el conductismo se subraya el carácter pasivo del individuo en la adquisición de conocimientos, ya que como se ha expuesto, el aprendizaje no es una cualidad intrínseca al sujeto, sino que necesita ser impulsada por el ambiente (Leiva, 2005). En este sentido, el desempeño y aprendizaje escolar del alumnado podrían ser arreglados o rearrreglados externamente (la situación instruccional, los métodos, los contenidos, etc.), programando adecuadamente los insumos educativos para lograr el aprendizaje de conductas académicas deseables (Valdez, 2012). Esta idea está estrechamente vinculada con el rol pasivo del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya aceptada desde Aristóteles y Hume, que alegaban que los individuos inicialmente no saben nada, son una “tabula rasa” y el conocimiento es adquirido del medio por mecanismos asociativos a través de los sentidos (Leiva, 2005). Todos los aprendizajes escolares, desde los más simples a los más complejos son inducidos por el agente educativo mediante una secuencia de reforzamientos (Colom y Núñez, 2001). En este sentido, el/la maestro/maestra es el/la que proporciona la información y controla, modifica o refuerza estímulos para enseñar.

El conductismo ha dominado la psicología del aprendizaje durante la primera mitad del S.XX (Schunk, 2012) y, el modelo conductista ha sido una fuerza predominante en la historia de los modelos pedagógicos en nuestros sistemas educativos (Viñoles, 2013) a pesar de haber despreciado las diferencias individuales de los individuos, pues establece una equivalencia entre todos los individuos de la misma especie. Además, el conductismo tiene como premisa la adquisición de hábitos, habilidades o destrezas basadas en el ensayo y el error, considerando el aprendizaje un automatismo (de). Esta teoría actualmente es criticada y rechaza puesto que no encaja dentro de los nuevos paradigmas educativos, debido al carácter mecanicista y reduccionista del proceso de enseñanza-aprendizaje (Leiva, 2005). Sin embargo, muchas de sus prácticas y concepciones siguen vigentes en la enseñanza, como la importancia del rol del alumnado y el profesorado.

Como ya se ha señalado, Bandura introdujo ciertos elementos como los procesos vicarios: la observación y el modelado, en el conductismo. Sin embargo, como indica Schunk (2012) uno de los mayores cuestionamientos al conductismo surgió de los estudios sobre el aprendizaje observacional llevados a cabo por Bandura – que se fundamentan en la idea de que gran parte del aprendizaje humano ocurre en el entorno social al observar a los demás, no siendo necesario realizar la acción en el momento del aprendizaje ni la necesidad de un reforzamiento (Schunk, 2012) - , y de los cuales germinó su teoría, la teoría del aprendizaje social (TAS), la cual subraya la importancia de los procesos vicarios, simbólicos y autorregulatorios en el funcionamiento psicológico (Bandura, 1982). Pese a las aportaciones de Bandura al conductismo, su teoría de aprendizaje social deshecha muchos de sus planteamientos, como la necesidad de realizar la conducta en el momento del aprendizaje o el reforzamiento (Schunk, 2012), desplazándose del ámbito conductista del aprendizaje hacia un prisma más constructivista. Pues, para Bandura (1982) el funcionamiento psicológico es una continua interacción recíproca entre determinantes personales, ambientales y conductuales, llegándose a hablar de una reciprocidad triádica, pues los comportamientos dependen de los ambientes y de las condiciones personales, y estas, a su vez, de comportamientos y los contextos ambientales, los cuáles se ven afectados por los otros dos factores (Bandura, 1987). Sin embargo, como señala el autor, esta reciprocidad no implica simetría en cuanto a la intensidad de las influencias bidireccionales, pues esta varía en función del individuo y la situación (Bandura, 1987). La TAS expone que las personas adquieren conocimiento, reglas, habilidades, estrategias, creencias y actitudes al observar a los demás (Schunk, 2012), es decir, los seres humanos aprenden por observación a través del modelado (Bandura, 1982). Cuando las personas se exponen a un modelo, por medio de la observación, adquieren representaciones simbólicas de las actividades realizadas por el modelo, sirviéndoles de guía para la acción (Bandura, 1982). Bandura (1982) estableció cuatro fases en la adquisición del aprendizaje: atención, retención, reproducción y motivación. Las personas no pueden aprender a través de la observación si no perciben adecuadamente la conducta que funciona como modelo, consecuentemente, la atención determina qué modelos y aspectos se seleccionan, estando regulados por diversos factores, siendo el más relevante las personas con las que nos identificamos, tanto por gusto como por imposición (Bandura, 1982). El segundo proceso fundamental del aprendizaje es la retención, pues si las personas no recuerdan la conducta, no podrán efectuarla cuando el modelo no esté presente (Bandura, 1982). Por lo tanto, para mantener

estas experiencias en la memoria permanente, las personas la representan en su memoria de forma simbólica, es decir, mediante imágenes o palabras. Posteriormente, los individuos necesitan transformar las representaciones simbólicas en acciones, dando lugar al tercer proceso, la reproducción, en el cual las actuaciones pueden ser perfeccionadas a través de ajustes auto-correctivos basados en la retroalimentación de su propia conducta o a través de otras demostraciones de la conducta que está aprendida en parte (Bandura, 1982). Sin embargo, las personas no realizan todas las conductas que aprenden, esto se debe a los procesos de autorregulación. Como señala Bandura (1987) parte de la conducta es motivada y regulada por estándares internos y respuestas de autoevaluación de las acciones. Un individuo adoptará la conducta aprendida dependiendo de las consecuencias que esta implique - siendo mayores las que suponen efectos valiosos y las que parecen ser más efectivas para las otras personas (Bandura, 1982) -, según sus estándares personales – tras adoptar sus estándares, los individuos toman en consideración las discrepancias que existen entre una acción y los estándares con que se miden, activando reacciones de autoevaluación que influyen en el comportamiento subsecuente (Bandura, 1987). Por lo tanto, las personas evalúan su propia conducta, habiendo influencias autoproducidas entre los elementos que determinan una acción, pues un individuo llevará a cabo las conductas que considera satisfactorias y rechazará las que desaprueba personalmente.

1.2.2 El carácter activo del aprendizaje: el cognitivismo

La teoría cognitivista, o cognitivismo, tiene sus raíces en la ciencia cognitiva y en la teoría de procesamiento de la información (Valdez, 2012) y surge como respuesta a la superación del conductismo (Schunk, 2012), el cual se ocupaba más de la estructuración de las condiciones externas del aprendizaje que de las propias actividades de aprendizaje (Colom y Núñez, 2001). Así, esta teoría desafió la idea inherente al conductismo - de que el aprendizaje supone establecer asociaciones entre estímulos y respuestas (Schunk, 2012) - asumiendo que la mente es un agente activo en el proceso de aprendizaje, que construye y adapta los esquemas mentales (Valdez, 2012). Así, la teoría cognitivista, al contrario que el conductismo, se interesa por los procesos mentales internos que intervienen entre los estímulos y las respuestas (Schunk, 2012), ya que el aprendizaje subyace en los cambios entre los estados del conocimiento más que en los cambios en la probabilidad de respuesta (Ertmer y Newby, 1993). Sin embargo, al igual que el conductismo, considera las asociaciones necesarias – pues destacan la imprescindibilidad

de la asociación de y entre trozos de conocimiento para la adquisición y almacenamiento en la memoria (Schunk, 2012) - y subraya el papel del ambiente para facilitar el aprendizaje (Medina y Domínguez, 2009). Las teorías del procesamiento de la información se centran en cómo las personas ponen atención a los eventos que suceden en el ambiente, codifican la información que deben aprender, la relacionan con los conocimientos que tienen en la memoria y lo recuperan cuando es necesario (Shuell, 1983 en Schunk, 2012). En definitiva, el cognitivismo se ocupa de cómo se recibe, organiza, almacena y localiza la información (Ertmer y Newby, 1993), siendo imprescindible para la adquisición del conocimiento, la organización de la información en esquemas (Sierra y Carretero, 1990). Consecuentemente, el aprendizaje es un proceso en el cual se modifican significados debido a la interacción entre la nueva información y el sujeto (Valdez, 2012), siendo este una actividad mental que supone la codificación interna de significados y su estructuración (Sierra y Carretero, 1990).

Siguiendo esta teoría, el objetivo de la enseñanza es capacitar al alumnado para la realización de tareas repetitivas para maximizar su consistencia (Medina y Domínguez, 2009), para lo que las explicaciones instruccionales, las demostraciones, los ejemplos demostrativos y la selección de contraejemplos correspondientes, además de la retroalimentación, son los instrumentos esenciales que guían el aprendizaje del alumno (Ertmer y Newby, 1993). Sin embargo, el alumnado puede aprender a realizar dichas tareas en una forma no eficaz o eficiente, o simplemente de forma errónea, por lo tanto, el aprendizaje no se vincula tanto al propio proceso - a lo que hacen los estudiantes (Medina y Domínguez, 2009) - puesto que el ambiente y los componentes de la instrucción en sí mismos no pueden explicar el aprendizaje resultante de una situación instruccional (Ertmer y Newby, 1993), siendo necesario tomar en consideración los conocimientos previos del alumnado - qué saben - y cómo se adquieren (Medina y Domínguez, 2009). En este sentido, el cognitivismo considera que los pensamientos, las creencias, las actitudes y los valores también influyen en el proceso de aprendizaje (Winne, 1985, en Ertmer y Newby, 1993), cada persona pone en acción sus capacidades, sentimientos y modos de entender la realidad y la reelabora, siendo esencial la potencialidad cognitiva de las personas (Medina y Salvador, 2009). Esta potencialidad se refiere a que cuanto más desarrollado es el esquema del individuo, más rápidamente puede asimilar los conceptos, por lo tanto, cuantos más conceptos sean compartidos en

diferentes esquemas, más se fortalecen las conexiones entre los nuevos conceptos introducidos y los conceptos ya aprendidos (Valdez, 2012).

El/la docente tiene un rol de facilitador de aprendizaje, ya que debe crear un ambiente estimulante que permita al/a estudiante acceder a sus estructuras cognoscitivas de la etapa inmediatamente superior (Gómez y Gon, 2008), es decir, debe generar en el estudiante situaciones de desequilibrio cognitivo, en las cuales se cuestione y revalide sus conocimientos y se vea obligado a explorar nuevas formas de resolver problemáticas, asimilar nuevos conceptos y nuevos conocimientos, que al acomodarse se vuelven a ver cuestionados, volviéndose a iniciar el nuevo ciclo de construcción (Gómez y Polanía, 2008).

El conductismo y el cognitivismo tienen la misma meta, comunicar o transferir conocimientos al alumnado en la forma más efectiva o eficiente posible, siendo la simplificación y la estandarización las técnicas más adecuadas para ello y, en consecuencia, pudiendo el conocimiento ser analizado, desglosado y simplificado en bloques de construcción básicos (Ertmer y Newby, 1993). No obstante, podemos encontrar algunas diferencias en la forma de alcanzar dicha meta. La principal diferencia se sitúa en el rol del alumnado, siendo este un sujeto activo en el proceso de aprendizaje en la teoría cognitivista (Ertmer y Newby, 1993), puesto que, cuando se produce la reestructuración de los esquemas para realizar el aprendizaje no se trata de una mera asimilación, sino de una construcción dinámica del conocimiento (Valdez, 2012). Además, la teoría cognitiva examina al/a aprendiz para determinar su predisposición para el aprendizaje y poder diseñar la instrucción para que sea fácilmente asimilada (Thompson, Simonson, y Hargrave, 1992 en Ertmer y Newby, 1993). En contraposición, la teoría conductista examina al/a estudiante para determinar en qué momento debe empezar la instrucción, es decir, en qué nivel se encuentra el sujeto y cuáles son los refuerzos más eficaces para dicho sujeto (Ertmer y Newby, 1993). Finalmente, los autores establecen como última diferencia, el feedback, siendo empleado por el cognitivismo para guiar y apoyar las conexiones mentales, mientras que el conductismo la modificación la conducta en la dirección deseada.

Gardner (2010) ha sido uno de los principales autores cognitivistas, sin embargo, cuestiona el concepto clásico de inteligencia alegando que los individuos poseen diferentes capacidades que configuran la inteligencia, siendo imposible concebir la

inteligencia como una capacidad general. Propone, así, la teoría de las inteligencias múltiples, la cual ha suscitado interés y se ha materializado en investigaciones además de suponer un enfoque de actualidad en los planteamientos educativos.

1.2.3 El carácter interactivo del aprendizaje: el constructivismo

El constructivismo para diversos autores no es una teoría, sino una epistemología o una explicación filosófica sobre la naturaleza del aprendizaje (Simpson, 2002) que defiende que los individuos construyen en gran parte lo que aprenden y comprenden (Bruning et al. 2004 en Schunk, 2012). El constructivismo cuestiona las teorías del condicionamiento - por la excesiva influencia del entorno sobre las personas - y algunas de las premisas del cognitivismo sobre el aprendizaje y la enseñanza (Schunk, 2012): la residencia del pensamiento en la mente más que en la interacción de las personas y las situaciones, a semejanza de los procesos del aprendizaje y el pensamiento de todas las personas y el pensamiento como fruto del conocimiento y de las habilidades adquiridas en entornos de enseñanza formal, más que de las competencias conceptuales generales que derivan de las experiencias y de habilidades innatas. Los constructivistas rechazan estos postulados por no tener en cuenta el papel del individuo y las situaciones, pues las teorías del procesamiento de la información consideran que el aprendizaje ocurre en la mente, pasando por alto el papel que juega el contexto. En contraposición, el constructivismo alega que las cogniciones son construidas – no adquiridas - por los individuos en función de sus experiencias en determinadas situaciones (Bredo, 1997 en Schunk, 2012). Sin embargo, el constructivismo comparte algún supuesto con el cognitivismo, como la organización de la información a partir de estructuras cognitivas – redes o nodos – (Núñez y Colom, 2001). En definitiva, el alumno o alumna aprende en un proceso activo interno de construcción de conocimiento mediante la interacción de sus capacidades innatas, conocimientos previos y la asimilación de información que proviene del exterior (Medina y Domínguez, 2009). En este sentido, el conocimiento y el aprendizaje no son nunca el resultado de una lectura directa de la experiencia, sino resultado de la actividad mental constructiva, mediante y a través de la cual, los individuos leen e interpretan la experiencia en función a unos marcos interpretativos (Coll, 1990). Por lo tanto, las personas no adquieren conocimiento, sino que crean su aprendizaje dando sentido al mundo según lo que ellos ya saben.

El constructivismo, como se ha señalado, no es una teoría, sino que tiene diferentes perspectivas o versiones que se sustentan en los enfoques del desarrollo, aprendizaje y otros procesos psicológicos (Coll, 1990), siendo muchos los autores, Piaget, Vygotsky, Ausubel, Bandura, Bruner, entre otros, los que han propuesto varias teorías bajo el paraguas constructivista. Sin embargo, podemos afirmar que son dos los autores que dieron vida a este enfoque, Piaget y Vygotsky, aportando las bases de este marco con sus teorías del desarrollo humano y convirtiéndose en la piedra angular del mismo (Schunk, 2012). El constructivismo sostiene que los conocimientos son progresivos, es decir, que un conocimiento previo da lugar a uno nuevo, siendo el aprendizaje un proceso activo que los individuos van modificando según sus experiencias (Abbott y Ryan, 2001). El conocimiento se produce, siguiendo a Piaget (1961), cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento, cuando interactúa con otro según Vygotsky (1979) y cuando es significativo para el sujeto, como indica Ausubel (1976). En este sentido, como se puede inferir de las teorías de los autores mencionados anteriormente, aunque el constructivismo como enfoque considera que el aprendizaje es un proceso individual e interno, la línea divisoria entre las diferentes perspectivas se puede situar en la interactividad del proceso (Coll, 1990). Consecuentemente, para Coll (1990), dentro del constructivismo se pueden distinguir diferentes teorías enmarcadas en tres visiones del constructivismo: el constructivismo cognitivo cuyo fundamento se encuentra en la psicología y la epistemología genética, siendo su máximo exponente Piaget; el constructivismo de orientación sociocultural, cuyas raíces se hallan en las ideas y planteamientos de Vygotsky; y el constructivismo vinculado al construccionismo social que sitúa a los procesos psicológicos en general, y concretamente el conocimiento, en el uso del lenguaje y las prácticas lingüísticas y discursivas.

Como ya se ha señalado, la teoría psicogenética de Piaget y la teoría sociocultural de Vygotsky encierran las primeras proposiciones constructivistas sobre el desarrollo y el aprendizaje (Colom y Núñez, 2001). Estas teorías a pesar de tener posiciones diferentes, aunque complementarias, sobre el cambio cognoscitivo y los factores que lo hacen posible (Colom y Núñez, 2001) han tenido un gran impacto en la educación contemporánea (Tünnermann, 2011), llegando a servir de base a otras teorías como la Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel o la teoría de la modificabilidad estructural cognitiva de Feuerstein.

Antes de exponer las cuatro teorías, a nuestro parecer más relevantes dentro del constructivismo, nos gustaría subrayar varias consideraciones. En primer lugar, apunta que el conocimiento, desde una óptica constructivista, no es impuesto externamente al individuo, sino que se forma dentro de él. Como veremos, Piaget (1977) destacará el papel activo del individuo - seleccionando e interpretando activamente la información que procede del medio para construir su conocimiento en vez de copiar pasivamente la información - en el aprendizaje. En segundo lugar, que el conocimiento es una construcción activa de estructuras y operaciones mentales internas por parte del sujeto, pudiendo ser las construcciones de una persona verdaderas para ella, pero no necesariamente para los demás (Schunk, 2012). Es decir, como las personas construyen su conocimiento a partir de sus creencias y experiencias, que son diferentes para cada uno, el conocimiento será subjetivo y personal (Simpson, 2002). Consecuentemente, si partimos de estas dos premisas, en lo tocante a la construcción del conocimiento, el papel de la educación en los procesos de aprendizaje no puede ser la mera transmisión de conocimientos, ya que desde el prisma constructivista el conocimiento no puede ser simplemente transmitido a los estudiantes y obviar el papel, imprescindible, que desempeñan los/las docentes – facilitadores que otorgan la oportunidad a los/las aprendices de buscar patrones, construir sus propios modelos, identificar conceptos y desarrollar estrategias (Simpson, 2002) -. Por lo tanto, el rol del profesorado es de mediador, es decir, debe estructurar situaciones para que el alumnado participe activamente con el contenido a través de la manipulación y la interacción social (Schunk, 2012). Puesto que, el cometido último del/de la docente es *“apoyar al alumnado para enseñarle a pensar, enseñarle sobre el pensar y enseñarle sobre la base del pensar”* (Medina y Domínguez, 2009, p.89), es decir, debe impulsar la autonomía e iniciativa del alumnado desde la utilización del ambiente como recurso de aprendizaje hasta el desafío de la indagación, proponiendo preguntas que necesitan respuestas muy reflexionadas (Medina y Domínguez, 2009).

En definitiva, el constructivismo, que recordemos, sustituye las influencias ambientales por los factores humanos como explicaciones del aprendizaje (Schunk, 2012), ha sido, en los últimos años, la corriente mejor acogida en cuanto a la enseñanza y el aprendizaje, por centrarse en capacitar al alumnado en interpretar múltiples realidades, y así poder enfrentarse solventemente a situaciones de la vida real (Medina y Domínguez, 2009). Además, no solo ha tenido gran influencia en el currículo y la instrucción, desarrollando

y enfatizando el currículo integrado (Schunk, 2012), sino que también se ha convertido en el marco teórico de referencia en la investigación en didáctica de las ciencias, tanto en el aprendizaje del alumnado como en la formación del profesorado (Mellado, 2001).

1.2.3.1 Teoría psicogenética del desarrollo y la pedagogía operatoria de Piaget

La teoría psicogenética propuesta por Piaget nace bajo la necesidad del autor no solo de responder a diversas cuestiones epistemológicas sobre el origen del conocimiento, sino también sobre su evolución. Esto se debe a que Piaget, al considerar el conocimiento un proceso, no se conforma con estudiar cómo es posible el conocimiento, sino que se focaliza en cómo cambia y evoluciona (Coll y Martí, 1990). Piaget, (1979 en Coll y Martí, 1990) tras diversos estudios, plantea la epistemología genética, una disciplina que estudia los procesos de cambio de los estados de menor conocimiento a los de mayor conocimiento en el transcurso del desarrollo humano.

Para Piaget, la competencia intelectual de una persona en un momento determinado depende de la naturaleza de sus esquemas, del número y de su coordinación y combinación (Coll y Martí, 1990); así, Piaget (1977) concibe el desarrollo cognitivo como una sucesión de estadios – sensoriomotor, preoperatorio, operaciones concretas y operaciones formales - y subestadios, que surgen del precedente, lo integra y lo prepara para el siguiente (Coll y Martí, 1990). Cada estadio tiene asociado unas competencias cognitivas, que marcan las posibilidades de aprender que tienen los individuos (Coll y Martí, 1990) y que dependen de las estructuras cognitivas de los sujetos (Colom y Núñez, 2001). Estas estructuras - que se generan por la interacción del niño y el medio, y adoptan diferentes formas a lo largo de los cuatro estadios escritos anteriormente – van evolucionando y haciéndose más complejas mediante mecanismos de asimilación – la nueva información es reestructurada para ser adaptada a la estructura previa - y de acomodación – las estructuras son reajustadas y modificadas para poder incorporar nuevos conocimientos - (Colom y Núñez, 2001). Por consiguiente, Piaget considera que el individuo posee un papel activo en la construcción del conocimiento (Colom y Núñez, 2001) pues para ajustar la realidad externa a la estructura cognoscitiva es necesario alterar la naturaleza de la realidad – interpretándola, definiéndola y encuadrándola - al mismo tiempo que necesitamos cambiar las estructuras internas para que sean congruentes con

la realidad externa, es decir, adaptamos nuestras ideas para darle sentido a la realidad (Schunk, 2012).

Como se puede deducir, el constructivismo de Piaget es endógeno, pues considera el desarrollo y proceso cognitivo natural, espontáneo y secuenciado (Colom y Núñez, 2001). Para el autor, este depende de cuatro factores: la madurez biológica, la experiencia con el ambiente físico, la experiencia con el entorno social y el equilibrio (Schunk, 2012). Piaget consideró que los tres primeros factores no podían explicar la direccionalidad y el carácter integrador del desarrollo, y propuso un cuarto factor endógeno, la equilibración (Coll y Martí, 1990). La equilibración es un factor interno, pero no genéticamente programado (Coll y Martí, 1990) que es el factor central del desarrollo cognitivo, pues se encarga de coordinar las acciones de los otros tres factores para que haya congruencia entre las estructuras mentales internas y la realidad ambiental externa (Schunk, 2012). El equilibrio, para Piaget, es un proceso de autorregulación que desarrolla el sujeto en reacción a perturbaciones exteriores (Coll y Martí, 1990), es decir, el equilibrio – mediante la asimilación y acomodación - intenta resolver el conflicto cognoscitivo o desequilibrio que aparece en el momento en que las creencias del individuo no coinciden con la realidad observada (Schunk, 2012). Por lo tanto, al ser los mecanismos reguladores los encargados de mantener y reestablecer el equilibrio en los intercambios funcionales entre el individuo y su medio, el desarrollo intelectual consiste en la construcción de estos mecanismos para asegurar formas de equilibrio cada vez más móviles, estables y con capacidad de compensar un mayor número de perturbaciones (Coll y Martí, 1990).

Consecuentemente, el aprendizaje ocurre cuando el niño/ la niña experimenta un conflicto cognoscitivo y sus mecanismos reguladores lo asimilan o acomodan en sus estructuras internas (Schunk, 2012). Sin embargo, debido a los niveles del desarrollo intelectual, para que haya aprendizaje, el desequilibrio no puede ser demasiado grande, pues esto impediría que se desencadenara la equilibración, es decir, para que la información pueda acomodarse (promover un cambio estructural) es necesario haberla asimilado (entendido parcialmente) previamente (Schunk, 2012). Por ello, los individuos no pueden aprender algo que pertenece a un nivel superior, ya que no poseen los instrumentos intelectuales que demanda dicho aprendizaje (Coll y Martí, 1990), así, si se fuerza a un alumno/ una alumna a aprender un contenido no adecuado a sus capacidades, en el caso de producirse un resultado será la memorización mecánica o la comprensión incorrecta (Coll y Martí, 1990).

La teoría de Piaget, al concebir el conocimiento como un proceso intransferible e inherente al sujeto, pues depende de las estructuras cognoscitivas y conocimientos previos del/de la aprendiz y de sus mecanismos de equilibrio, rechaza la enseñanza expositiva (Colom y Núñez, 2001) y aboga por una enseñanza activa y por descubrimiento (Coll y Martí, 1990). Además, hace múltiples aportes a la enseñanza como la necesidad de respetar los estadios y ritmos evolutivos del estudiante, organizar experiencias de aprendizaje que partan del interés y necesidad del/de la aprendiz, promover el conflicto cognitivo para favorecer el desarrollo de nuevas estructuras, entender los errores de los/las alumnos/alumnas como una oportunidad para acceder a la estructura cognitiva de los/las estudiantes y entender los esquemas que emplean, y promover el aprendizaje autorregulado (Colom y Núñez, 2001).

1.2.3.2 Teoría aprendizaje significativo

La teoría del aprendizaje significativo propuesta por Ausubel pretende explicar cómo se adquieren y retienen los cuerpos de significado. Para ello, se basó en la idea de Piaget (1961) sobre el papel que ocupan los conocimientos previos en la adquisición de nueva información y conocimientos, el rol principal del contenido científico y la importancia de su estructura lógica para favorecer modelos de pensamiento. Ausubel (1976) entiende por aprendizaje significado el proceso por el cual una nueva información (conocimiento) se relaciona de forma no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva del/la aprendiz, es decir, con lo que ya sabe; situando en el extremo opuesto al aprendizaje memorístico, por repetición o mecánico (Gimeno y Pérez, 1994). Consecuentemente, las características básicas del aprendizaje significativo son la no arbitrariedad y la sustantividad; es decir, para que un individuo pueda aprender significativamente ideas, conceptos y/o proposiciones nuevas es necesario que existan - en la estructura cognitiva del/la aprendiz - conocimientos específicos relevantes que funcionen como punto de anclaje de los nuevos, y que el nuevo conocimiento - que se incorpore a la estructura cognitiva - sea la idea de ese conocimiento, no solo las palabras para expresarlo (Moreira, 1997). Por lo tanto, para que un aprendizaje sea significativo el material nuevo amplía, modifica o elabora información en la memoria (Schunk, 2012).

Para Ausubel, el bagaje cognitivo del sujeto no es suficiente para lograr un aprendizaje significativo, sino que el material de aprendizaje debe tener dos características esenciales:

la significatividad lógica y la significatividad psicológica (Gimeno y Pérez, 1994). La primera alude a la secuencia lógica interna del material y la segunda a la adaptabilidad del material a la estructura cognitiva del individuo (Gimeno y Pérez, 1994). En definitiva, el material debe estar estructurado de una forma lógica y debe adaptarse al nivel de desarrollo del/la alumno/a.

El rol del docente es el de organizador del material de forma lógica prestando atención no solo al contenido, sino a la forma de presentarlo, además de emplear un gran abanico de recursos y ejemplos, y tener en cuenta la motivación del alumnado; siendo esta el punto clave para la promoción de un aprendizaje significativo (Medina y Domínguez, 2009). Por su parte el alumnado debe tener una disposición positiva hacia el aprendizaje, tanto momentánea como permanente (Gimeno y Pérez, 1994), y participar activamente en su aprendizaje, reflexionando, debatiendo y descubriendo las relaciones (Davini, 2008).

La teoría de Ausubel se opone al aprendizaje memorística, mecánico y repetitivo (Gimeno y Pérez, 1994) y critica al aprendizaje por descubrimiento para la enseñanza de las ciencias basándose en la idea de Piaget sobre el papel fundamental que juegan conocimientos previos en la construcción del conocimiento (Tünnermann, 2011).

1.2.3.3 Teoría sociocultural de Vygotsky

Al igual que la teoría de Piaget, la teoría sociocultural de Vygotsky es de carácter constructivista; sin embargo, a diferencia de la otra, otorga al entorno social el papel central en el desarrollo y el aprendizaje (Tudge y Scrimsher, 2003 en Schunk, 2012). Vygotsky (1979) basa su teoría en la mediación e interacción como elementos fundamentales en la modificación de las estructuras mentales, es decir, el aprendizaje. Así, la teoría sociocultural, tiene como eje vertebrador el entorno de los individuos, siendo la interacción de los factores interpersonales (sociales), los histórico-culturales y los individuales la clave del desarrollo humano (Tudge y Scrimsher, 2003 en Schunk, 2012). En este sentido, como apunta Vygotsky (1979), el pensamiento y lenguaje tienen su origen en las interrelaciones entre las personas, situando el origen del pensamiento en el exterior del individuo, en oposición al constructivismo piagetiano que lo situaba en la propia “mente” del sujeto (Colom y Núñez, 2001). Así, la teoría de Vygotsky desvincula al aprendizaje de su carácter espontáneo y natural, y desvela la naturaleza sociocultural del pensamiento (Colom y Núñez, 2001). Por lo tanto, la teoría constructivista social

considera al aprendizaje como *“la construcción de sistemas de signos mediante un proceso de acuerdo social y reconstrucción individual, que conduce a la internalización de significados compartidos socialmente”* (Medina y Domínguez, 2009, p. 92), es decir, que los procesos psicológicos superiores como la comunicación, lenguaje, razonamiento, entre otros, se construyen en el contexto social (cultura) y se reconstruyen en el proceso de internalización (Vygotsky, 1979). Vygotsky para poder explicar la transición de lo social al plano individual empleó tres elementos: interiorización, zona de desarrollo próximo y apropiación (Cubero y Luque, 1990). La zona de desarrollo próximo es uno de los conceptos más importantes e innovadores de la teoría sociocultural, pues se oponía a la propuesta de Piaget de que el aprendizaje sucedía al desarrollo, y confería al aprendizaje un papel central en el desarrollo (Colom y Núñez, 1990). Vygotsky entendió que en el desarrollo había dos áreas, la zona de desarrollo real (ZDR) – aquello que es capaz de hacer el/la niño/niña por sí mismo - y la zona de desarrollo próximo (ZDP) - *“la distancia entre el nivel actual del desarrollo, determinada mediante la solución independiente de problemas, y el nivel de desarrollo potencial, determinado por medio de la solución de problemas bajo la guía adulta o en colaboración con pares más capaces”* (Vygotsky, 1979, p.133) -. Esta última área propone al contrario que Piaget, el aprendizaje como antesala del desarrollo (Colom y Núñez, 2011), representando la cantidad de aprendizaje que un/una aprendiz puede lograr en las condiciones de instrucción adecuadas (Puntambekar y Hübscher, 2005 en Schunk, 2012), siendo en el caso de la escuela los procesos de E-A. Además, cabe señalar que los agentes de la ZDP no sólo son personas, sino también artefactos como libros, vídeos, dispositivos electrónicos etc. (Cubero y Luque, 1990).

Aunque Piaget (1961) ya había señalado la importancia del ambiente en el aprendizaje, Vygotsky (1979) destacó el papel fundamental del entorno social, explicando el papel que juegan las interrelaciones sociales – fundamentalmente lingüísticas - en la ampliación de las estructuras mentales de los sujetos y la reconstrucción de conocimientos, valores, actitudes y habilidades (González, 2012). Apuntando, así, a la construcción social del conocimiento y desvinculando a la cognición de su carácter natural y espontáneo (Colom y Núñez, 2001). Para Vygotsky, el pensamiento tiene una naturaleza social, ya que son las formas sociales del conocimiento las que orientan tanto el contenido como las formas del pensamiento (Colom y Núñez, 2001); es decir, el sujeto aprende a partir de la interacción con otras personas, pero al mismo tiempo, los contenidos que se aprenden han

sido construidos socialmente por individuos o culturas y acumulados a lo largo del tiempo (Cubero, 2005). Según el enfoque histórico-cultural, los conceptos son reconstruidos en las estructuras cognitivas de los individuos teniendo en cuenta el sentido y significado determinado por la cultura en la que se circunscriben (González, 2012) ya que la interacción se realiza en un contexto determinado, en el cual, las personas toman parte en prácticas culturalmente organizadas, y con herramientas y contenidos que son culturales (Cubero, 2005). En este sentido, el individuo, mediante la cultura, construye y modela su pensamiento a partir de herramientas psicológicas que son proporcionadas por los agentes socializadores que interactúa (Colom y Núñez, 2001); siendo la herramienta cultural con mayor influencia en el desarrollo cognitivo el lenguaje. Sin embargo, tal y como apunta Bruner (1986) la cultura no es estática, sino que se modificada por las interrelaciones de sus integrantes, es decir, se re-crea continuamente al ser interpretada y renegociada.

La teoría sociocultural de Vygotsky ha influido en la educación no solo con su aportación en torno al proceso de construcción de conocimientos, pasando de ser individual a un proceso de construcción conjunta realizado con ayuda de otras personas, en el caso de la escuela el/la docente y los/las compañeras de aula (Cubero y Luque, 1990). Aprender, por lo tanto, no es asimilar hechos o entidades objetivas, sino participar en actividades humanas que implican procesos en continuo cambio (Lave, 1996 en Cubero y Luque, 1990), otorgándole así, un papel central en la educación a los modelos de enseñanza basados en la discusión, la colaboración y la argumentación; y rechazando la enseñanza expositiva (Colom y Núñez, 2001). Además, para Vygotsky la escuela no es solo importante por ser el lugar en el cual se les proporciona a los/las individuos el andamiaje, sino porque desde el enfoque histórico-cultural permitirá o contribuirá a que el alumnado desarrolle una mayor conciencia de sí mismos, de su lenguaje y del papel que les toca desempeñar en el orden social (Schunk, 2012).

1.2.3.4 Teoría de la modificabilidad estructural cognitiva (MEC)

Feuerstein, como máximo exponente de la teoría de la modificabilidad estructural cognitiva² activa, considera al organismo como un sistema predispuesto al cambio, es decir, con capacidad para cambiar la estructura de su funcionamiento (Feuerstein, Rand y Hoffman, 1979). En este sentido, Feuerstein (1980 en Varela, Gramacho y Melo, 2006) defiende que la interacción humana impulsa el desarrollo de la estructura cognitiva e incrementa la capacidad humana para la modificabilidad. Su fundamentación teórica parte de algunos de los supuestos de Vygotsky: la concepción sobre el origen de las funciones psíquicas superiores, el rol de la interacción humana en la construcción de los aprendizajes y la teoría de la zona de desarrollo próximo (Velarde, 2008). La TMEC se sustenta en la modificabilidad de las personas, pudiendo ser - a pesar de todas las dificultades y contra todos los pronósticos - modificables (Varela, Gramacho y Melo, 2006). En este sentido, el rendimiento bajo de un/a estudiante es el resultado de un uso ineficaz de las funciones cognitivas - sin desarrollar, pobremente desarrolladas, deterioradas o paralizadas - pero que, sin embargo, pueden ser cambiadas o modificadas (Feuerstein, Rand, Haywood, Hoffman y Jensen, 1993), porque, aunque los determinantes distales o proximales presenten algún déficit, estos nunca podrían producir un deterioro irreversible en el desarrollo cognitivo - podría verse empobrecido pero nunca anular su modificabilidad - (Feuerstein, Rand y Hoffman, 1979). Por lo tanto, ni los determinantes distales ni los proximales pueden explicar la patogénesis de las personas con un rendimiento bajo, estas simplemente presentan un déficit en su funcionamiento cognitivo que puede modificarse si se le proporcionan los medios necesarios para adaptarse al ambiente (Prieto, 1989). Feuerstein considera la modificabilidad como el desarrollo de las estructuras cognitivas de las personas con bajo rendimiento y el aumento del potencial de aprendizaje de las personas con desventajas socioculturales, caracterizada por ser un proceso autónomo y autocontrolado del organismo, producto de la interacción de experiencias y aprendizajes específicos (Prieto, 1989).

Si extrapolamos la MEC al ámbito educativo, Feuerstein se opone a la clasificación de los/las estudiantes en coeficientes intelectuales, puesto que esto supondría la circunscripción del alumnado en un nivel de ejecución estable y la consideración de la inteligencia como algo inmutable. Consecuentemente, Feuerstein contempla la

² A partir de ahora referenciado como TMEC

inteligencia como un proceso dinámico de autorregulación capaz de responder a los estímulos del ambiente (Prieto, 1989), siendo su mayor contribución conceptual la idea de la plasticidad y flexibilidad de la mente, abierta a transformaciones y con potencial y predisposición natural para el aprendizaje (Varela, Gramacho y Melo, 2006). En este aspecto, para Feuerstein, el uso eficaz de los prerrequisitos del funcionamiento cognitivo adecuado de una persona puede ser desarrollado a través de un programa estructurado de intervención psicoeducativa (Prieto, 1989).

Feuerstein considera que el aprendizaje humano no se lleva a cabo simplemente por la integridad biológica de los genes y cromosomas, o la exposición directa a objetos, acontecimientos, actitudes o situaciones (Varela, Gramacho y Melo, 2006) sino que hay dos elementos responsables en el desarrollo cognitivo diferencial de las personas, la exposición directa del organismo a la estimulación y el aprendizaje mediado (Prieto, 1989). La primera hace referencia a los cambios permanentes que se producen en la conducta de un individuo dependiendo de la naturaleza, intensidad, novedad y complejidad de los estímulos a los que está expuesto dicho individuo; pues, cuanto más intensidad tenga la experiencia y más novedoso sea el estímulo, mayor será el efecto en la conducta cognitiva, afectiva y emotiva (Prieto, 1989). Feuerstein, tomando de Vygotsky la noción del aprendizaje como la internalización progresiva de instrumentos mediadores y su teoría del desarrollo próximo, desarrolló el concepto de experiencia de aprendizaje mediado³ (Velarde, 2008). Esta fundamenta que el estímulo emitido por el medio es transformado por un agente mediador - normalmente padres/madres y profesores/as - que selecciona los estímulos del medio, los organiza, reordena, agrupa y estructura en función de una meta concreta (Prieto, 1989). Es decir, el/la mediador/mediadora ayuda al/ a la educando/educanda a construir, filtrar y escalonar estímulos (Feuerstein, 1980 en Varela, Gramacho y Melo, 2006), contribuyendo a que el/la niño/a adquiera unos aprendizajes y estructuras operatorias que modifiquen su estructura cognitiva (Prieto, 1989). Para este autor, cualquier experiencia de aprendizaje mediado está marcada por las necesidades culturales y, por lo tanto, tiene unas características clave que posibilitarán el aprendizaje: intencionalidad, transcendencia, significado, participación activa, regulación de la conducta, individualización y competencia (Feuerstein, Rand y Hoffman, 1979).

³ A partir de ahora referenciado como EAM

Finalmente, el/la docente como mediador debe poner en práctica estrategias de mediación - en la presentación de las tareas, codificación-decodificación de los términos, la construcción de los conceptos, la producción del raciocinio reflexivo e interiorizado, la enseñanza de elementos específicos, la construcción de “puentes” con otras áreas de contenido y de la vida en general – con el objetivo de la generalización y abstracción conceptual de sus aprendices (Varela, Gramacho y Melo, 2006).

1.3 Corrientes pedagógicas

1.3.1 La pedagogía tradicional

Aunque algunos filósofos y pedagogos como Comenio, Pestalozzi o Froëbel ya empezaban a proponer pedagogías ligadas a la enseñanza a través de la experiencia, la más aceptada e influyente era en la que predominaban los aspectos intelectuales con un excesivo formalismo (Medina y Domínguez, 2009), la cual tuvo su auge en el siglo XIX y sigue estando arraigada a nuestra sociedad actual.

La pedagogía tradicional tiene como objetivo principal formar al individuo mostrándoles la información fundamental de la cultura en la que se enmarcan (García, 2000), es decir, transmitir a las futuras generaciones los cuerpos de conocimiento específicos y las normas socialmente aceptadas que constituyen nuestra cultura (De Zubiría, 2006). La pedagogía tradicional se erige sobre tres pilares clave: el magiocentrismo, el enciclopedismo y la pasividad. El primero de ellos se basa en la figura del/la maestro/a como máxima autoridad y eje del proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, es quien posee el conocimiento y quien lo organiza (Vergara y Cuentas, 2015), además de seleccionar los contenidos que deben ser aprendidos, determinar el qué y el cómo se va a aprender (Martínez, 2013) siendo el método expositivo el más empleado, en el que el/la docente se limita a exponer de la forma más clara y ordenada lo que el/la alumno/a debe aprender (García, 2000). El segundo de ellos entiende que el conocimiento escolar es una selección divulgativa de lo producido por la investigación científica (García, 2000), siendo el libro de texto el manual en el que se encuentra todo lo que se debe aprender (Medina y Domínguez, 2009). En este sentido, el aprendizaje tiene un carácter acumulativo, sucesivo y continuo, ya que los contenidos están secuenciados de un modo en el que no se puedan adquirir nuevos sin haber aprendido los anteriores (Vergara y Cuentas, 2015) y están fragmentados en secciones o áreas de conocimiento. En esta pedagogía el alumno

es un agente pasivo de aprendizaje (Jiménez, 2009), es un mero receptor que se limita a aprender los contenidos expuestos en cada clase observando, oyendo y repitiendo (Vergara y Cuentas, 2015).

El problema principal de esta corriente pedagógica es la dificultad de relacionar el conocimiento científico con el conocimiento del alumnado, sin embargo, esta problemática se solventa ignorando las ideas previas del/la alumno/a, tanto como punto de partida del aprendizaje o como obstáculo en la construcción del conocimiento (García, 2000). Puede establecerse, por lo tanto, que el alumnado es un jarrón vacío que hay que llenar con el conocimiento “verdadero” o “absoluto”, poniendo de manifiesto otro de los problemas subyacentes de la escuela tradicional, la cual considera que el conocimiento escolar es el que emana del conocimiento científico, siendo este el único referente epistemológico (García, 2000).

Este modelo de enseñanza podía tener sentido en el S.XIX cuando el acceso al conocimiento estaba al alcance de unos pocos privilegiados, sin embargo, actualmente, en la sociedad del conocimiento y la información parece innecesario dotar al alumnado simplemente de información, ya que esta está al alcance de todos. Como apuntan Pérez y Gimeno (1994) el déficit actual en la formación del alumnado es la capacidad de pensar y organizar la información que se obtiene, buscarle sentido, y consecuentemente, desarrollar esquemas de significados que les sirvan de instrumentos para analizar la realidad.

A pesar de que las necesidades actuales escolares son facilitar y promover la reconstrucción crítica del pensamiento cotidiano en el alumnado (Martínez, 2013), el modelo de escuela actual sigue los parámetros de la escuela tradicional. Aunque la escuela actual ha ido superando ciertos métodos de enseñanza que estaban vigentes en la escuela tradicional - el castigo físico, los métodos de enseñanza acientíficos, arquitectura etc. (García, 2000) - y ha ido renovando tanto su imagen externa (edificios) como interna (currículum); las funciones fundamentales de la escuela tradicional son las que siguen vertebrando la escuela actual. Por lo tanto, se está intentando promover una enseñanza crítica cuyo objetivo sea la reconstrucción social, con un modelo que contradice el objetivo planteado, dejando a los maestros/as en una especie de limbo pedagógico.

1.3.2 La pedagogía crítica

Antes de comenzar estas líneas sobre la pedagogía crítica, nos gustaría enfatizar su carácter amplio y plural, producto del gran abanico epistemológico y conceptual del que emana (Carbonell, 2015; Paraskeva, 2018), hasta el punto en el que Paraskeva (2018) la considera una teoría no unificada que se propaga a través de una variedad de enfoques y Carbonell (2015) utiliza su plural, pedagogías críticas, para hacer hincapié en la variedad de enfoques que se encuentran bajo el paraguas de esta(s) pedagogía(s), aunque emanando todos ellos de los diferentes relatos relacionados con el análisis y cambio social. Gore (1996) habla de enfoques críticos como aquellos que se ocupan de la pedagogía en términos de relaciones de poder, el cual será una de las categorías centrales del análisis. McLaren (2005), a pesar de no utilizar el plural de este término, refuerza la idea de Carbonell sobre su pluralidad y su nexo, señalando que, aunque no se pueda hablar de un conjunto homogéneo de ideas en la pedagogía crítica, el punto de unión de los teóricos críticos se encuentra en torno a sus objetivos – promover el cambio social para eliminar las desigualdades e injusticias existentes -.

La dificultad para establecer una cartografía de la pedagogía crítica (Carbonell, 2015) reside en la diversidad de fuentes de las que han ido bebiendo los diferentes autores y sus influencias, como señalan Giroux y McLaren (1998) la pedagogía crítica es una pedagogía híbrida. Sin embargo, podemos considerar que dentro de esta teoría hay dos corrientes o perspectivas que surgen de la división sujeto-objeto: por un lado, una perspectiva moderna tradicional en la que se mantiene la división sujeto y objeto – enfoques reproductoristas-; y por otro, la que nace de la crisis de esta división, la intersubjetividad, la cual recoge las aportaciones de la pedagogía crítica anterior, pero superando la división sujeto-objeto – enfoques comunicativos – (Aubert, Duque, Fisas y Valls, 2009).

El modelo de la reproducción revela el papel que desempeñan las escuelas en la reproducción de las desigualdades escolares, sociales, económicas y culturales (Aubert, Duque, Fisas y Valls, 2009), y considera a la escuela un apéndice ideológico del Estado cuya función principal es la reproducción de las relaciones de poder, además de un instrumento reproductor de las relaciones sociales y culturales dominantes (Bórquez, 2007). La escuela, no solo deja de ser vista como una institución reductora de la brecha de distribución de las oportunidades sociales y económicas, sino que se despoja a la

educación de cualquier papel sobre el aumento o disminución las desigualdades (Aubert, Duque, Fisas y Valls, 2009); considerando que la función principal de la escuela es instruir la fuerza de trabajo para el mercado laboral en base a las necesidades de la clase propietaria de los medios de producción, habiendo consecuentemente, una correspondencia entre la escuela y el mundo económico (Bórquez, 2007). Empero, al mismo tiempo, la fuerza laboral es sometida a los valores dominantes por medio de la reproducción ideológica que ejercen los que poseen el poder y la riqueza (Bórquez, 2007). El modelo de la reproducción difiere del enfoque comunicativo sobre el papel de los sujetos, es decir, este enfoque niega la capacidad de autonomía del sujeto frente a la estructura⁴ (Bórquez, 2007), privando a las personas de capacidad para actuar críticamente y transformar su medio (Aubert, Duque, Fisas y Valls, 2009). Entre los autores más representativos del modelo de la reproducción se encuentran Gramsci, Althusser o Bourdieu. El primer autor, Gramsci, le asignó a la escuela el papel de primer orden de transmisión ideológica (Bórquez, 2007). Althusser proporcionó el primer fundamento teórico para el desarrollo de este modelo otorgando a la ideología el papel central, mientras que Bourdieu, aportó los conceptos de habitus - tomado de la filosofía aristotélica-tomista - y estrategia (Bórquez, 2007).

La principal crítica a estos enfoques ha sido el papel pasivo de los actores escolares y su incapacidad de transformación social, pues, la escuela concebida como un agente reproductor de la cultura y pensamiento hegemónico, deja como única opción de transformación social el previo cambio del propio sistema social.

Los enfoques comunicativos, cuya base se asienta en la teoría crítica de la escuela de Frankfurt y cuyo objetivo es el desmantelamiento de la pedagogía tradicional conductual positivista, hacen también una crítica a la crítica de los reproducionistas, concretamente al poder de acción de los sujetos. Consideran que, a pesar de que la escuela es un aparato más de transmisión ideológica de las clases dominantes, y de la coacción a la que se somete a los individuos, estos siguen teniendo no solo la capacidad de resistir, sino también de intervenir para modificar la realidad social (Darder, Mayo y Paraskeva, 2016; Bórquez, 2007). Además de defender el saber dialógico-intersubjetivo de los individuos. Como ya se ha señalado, uno de los principios fundamentales de la pedagogía crítica comunicativa es la posibilidad de transformación de la sociedad mediante la educación,

⁴ Entendemos por estructura las familias, el Estado, la escuela etc

para ello, es imprescindible la formación de ciudadanos críticos y activos; sin embargo, esto no será posible hasta que los/las maestros/maestras comprendan el rol que desempeña la escuela al ligar el conocimiento con el poder. Esto significaría que la función de la educación, en vez de ser la formación del alumnado en habilidades técnicas demandadas por la lógica del mercado del trabajo, se hallaría en el empoderamiento de los sujetos y la sociedad (McLaren, 2005).

El empoderamiento y emancipación de los/las escolares será posible a través del diálogo intersubjetivo, es decir, el aprendizaje es visto como un proceso de interacción entre los/las participantes – docentes y alumnado – que promueve la reflexión de los sujetos sobre sus ideas y prejuicios que podrán ser modificados si el sujeto lo considera preciso (Ayuste, Flecha, López y Lleras, 1998). En este proceso – diálogo intersubjetivo - entran en juego dos elementos en constante conexión, la autorreflexión y el diálogo, que son los que permiten que el alumnado se haga consciente de sus propios condicionamientos y se libere de determinadas ideas preconcebidas y concepciones que consideran suyas pero que en realidad están relacionadas con sus experiencias personales condicionadas por la educación, familia, estado, cultura y religión (Ayuste, Flecha, López y Lleras, 1998). Así, como señalan estos autores, el rol del/de la profesor/profesora, consecuentemente, no es de “ilustrador” que “saca al alumnado de su ignorancia” sino de facilitador de la comunicación; mientras que el/la alumno/alumna en vez de ser un sujeto pasivo que recibe unos conocimientos preestablecidos, es el sujeto activo que reconstruye y elabora sus propios conocimientos a partir de la interacción con su medio sociocultural y con las personas que lo integran.

Entre los autores más destacados en la perspectiva comunicativa encontramos a Bernstein, Michael Apple, Henry A. Giroux y Paulo Freire. Giroux puso en entredicho la idea – hasta ese momento dominante – de la escuela como mecanismo central para el orden social democrático e igualitario a través de su análisis del resurgimiento neoconservador en educación, señaló cómo el tracking y la estructuración del currículum según las demandas de la industria destruyen los valores democráticos, y, desenmascaró la desigualdad estructural del sistema educativo poniendo de manifiesto que las escuelas están sometidas a prácticas ideológicas y sociales que imposibilitan el rol activo del alumnado en su aprendizaje e impiden el pensamiento crítico (Giroux, 1990).

Paulo Freire, autor de diversas obras centrales de la pedagogía crítica, mantiene que los individuos adquieren una conciencia crítica de sí mismas y de la realidad a partir de su experiencia cotidiana compartida, denominando a este proceso concientización. Para ello, Freire propone un cambio radical en el proceso de aprendizaje de los alumnos contrapuesto al aprendizaje tradicional y a la educación bancaria, plantea, un aprendizaje basado en el análisis crítico y reflexivo del mundo en el que viven los/las alumnos/alumnas. (Carbonell, 2015). Así, el rol del/de la docente consiste en determinar la forma idónea de ayudar a los/las educandos/educandas a reflexionar y, por consiguiente, a convertir esa actividad en aprendizaje a través del análisis crítico, la indagatoria y la defensa de sus convicciones a través de la estructuración de argumentos. (Rodríguez, 2013).

Por lo tanto, los pedagogos críticos comunicativos consideran a la escuela no solo un medio de reproducción del orden establecido y la cultura dominante, sino también un lugar de creación cultural, porque el/la docente – como facilitador de diálogo – promueve el aprendizaje – en un plano horizontal – por medio de la interacción comunicativa maestro/maestra-alumno/alumna cuyo objetivo es la formación de una ciudadanía comprometida con los valores de igualdad, libertad y justicia social, y consecuentemente, capaz de impulsar el cambio social y la disminución de las desigualdades sociales, de raza y género. Llegados a este punto es imprescindible destacar que escolarización y educación no son dos voces sinónimas, sino que, algunos autores como Paulo Freire como Henry Giroux, distinguen la escolarización de la educación, en tanto que consideran a la primera una forma de control social, mientras que a la segunda un medio para transformar la sociedad (McLaren, 2005).

Expuestas las diferencias entre ambos enfoques de la pedagogía o teoría crítica, nos parece imprescindible dedicar unas líneas a los puntos de encuentro entre ambas, siendo el más relevante haber acabado con la reclusión del análisis de la educación a los muros de las instituciones escolares (Bórquez, 2007), pues, la pedagogía crítica examina a las escuelas en su medio histórico, social y político (McLaren, 2005). Las escuelas dejan de ser entendidas, únicamente, como espacios de instrucción del individuo y comienzan a ser percibidas como arenas culturales por las cuales diversas formas sociales e ideológicas disputan su conquista; por ello, los teóricos críticos analizan a las escuelas “*en una doble forma: como mecanismo de clasificación en el que grupos seleccionados de estudiantes son favorecidos con base en la raza, la clase y el género, y como agencia para dar poder*

social e individual” (McLaren, 2005, p. 256). Así, el conocimiento transmitido en las escuelas apoya unas visiones específicas – del status quo dominante - del presente, pasado y futuro, reproduce la desigualdad vigente en la sociedad y fragmenta las relaciones sociales democráticas enfatizando la competitividad y el etnocentrismo cultural (McLaren, 2005). En los programas educativos, el conocimiento – concebido como eje vertebrador - se separa del poder, pues es entendido de modo instrumental y suele tratarse de un modo pasivo y técnico, es decir, como algo que deber ser dominado; mientras que la atención a las relaciones sociales en los programas escolares es puramente anecdótica (McLaren, 2005). Sin embargo, la pedagogía crítica concibe el conocimiento como una construcción ideológica vinculada a intereses particulares, por lo que los autores críticos, para comprender la relación entre el poder y el conocimiento, toman en consideración dos categorías: el discurso y el currículo.

Para Foucault, las relaciones de poder están inscritas en el discurso, integrado al mismo tiempo por prácticas discursivas que McLaren (2005) define como *“las reglas por las cuales se forman los discursos, las reglas que gobiernan lo que puede ser dicho y lo que debe permanecer callado, quién puede hablar con autoridad y quién debe escuchar”* (p. 284). Así, las prácticas discursivas no son solamente formas de producir un discurso, sino que están enraizadas a patrones de conducta generales, conforman las propias instituciones e integran formas pedagógicas (McLaren, 2005). Consecuentemente, los centros educativos son instituciones gobernadas por prácticas discursivas que se materializan a través del quehacer educativo, los patrones de conducta y la propia pedagogía.

Existen, por lo tanto, dos tipos de discursos: los dominantes – determinan lo que es verdadero, importante y relevante, que son producidos por la cultura dominante – y los críticos – enfocados a las reglas y el poder que conforma la propia generación del conocimiento -. Así, los primeros tienen como objetivo reproducir el status quo, y los segundos proporcionar un contexto que posibilite la resistencia. En lo tocante a la escuela y la enseñanza, los discursos educativos dominantes son los que determinan los libros que se usan en los centros, los métodos y enfoques de aula que se deberían emplear y los valores y creencias – consideradas adecuadas – que se deben transmitir al alumnado. En contraposición, los discursos críticos tienen como objetivo la emancipación del alumnado mediante su concientización, es decir, que entiendan que las formas de crear el conocimiento, y comprender el mundo, son subjetivas.

Como ya se ha señalado, el conocimiento transmitido en las aulas y, regulado por los materiales educativos – fundamentalmente libros de texto – no es neutral y atiende a intereses, relaciones e ideologías de los grupos que disputan por el dominio de la escuela (Carbonell, 2015), ya que el conocimiento es un acto de producción social, siendo imposible su objetividad (Giroux y McLaren, 1998). Consecuentemente, el currículum es mucho más que un programa escolar, sino que se convierte en uno de los elementos clave para la reproducción social y transmisión de ideologías bajo el paraguas de intereses económicos, políticos y sociales que se reflejan a partir de las diferentes formas de conocimiento (Giroux, 1990), promoviendo la supremacía de unas formas de conocimiento – principalmente técnico, y en contadas ocasiones práctico – sobre otras – carece del conocimiento que Habermas denomina emancipatorio⁵ (McLaren, 2005). Así, White (1983) en McLaren (2015) afirma que el currículum educativo *“representa la introducción a una forma particular de vida y sirve en parte para preparar a los estudiantes para ocupar posiciones dominantes o subordinadas en la sociedad”* (p. 287). En este sentido, Bernstein afirmaba que los centros educativos no solo imparten instrucción, pues el alumnado no solo aprende habilidades cognitivas, sino que también enseñan normas, valores y conductas que el alumnado va aprendiendo a través de diferentes experiencias escolares (Giroux y Penna, 1990). De hecho, este autor enfatiza la idea de que los contenidos que se recogen en el currículum son mucho menos importantes que lo que se aprende de los supuestos ideológicos concretados en el sistema curricular, los estilos pedagógicos y el sistema de evaluación (Giroux y Penna, 1990). Por lo tanto, el currículum educativo se configura en dos planos, el explícito y el oculto, siendo este último de especial relevancia por ser un recurso para la reproducción, cohesión y estabilidad de las relaciones sociales de producción y distribución (Bowles y Gintis en Torres, 2003). Así, el currículum oculto hace referencia a valores, actitudes, normas, comportamientos, rituales, costumbres, creencias, símbolos, lenguajes que se manifiestan encubiertamente en el quehacer educativo – desde la organización de la clase hasta los métodos de enseñanza-aprendizaje –, e influye y condiciona impensablemente la socialización del alumnado, beneficiando, normalmente, a los grupos dominantes y excluyendo a los subordinados (McLaren, 2005). En definitiva, como señala Giroux y Penna (1990), cualquier enfoque o pedagogía que tenga como objetivo el cambio

⁵ Conocimiento que reconcilia el conocimiento técnico y práctico y ayuda a entender cómo las relaciones sociales son distorsionadas y manipuladas por las relaciones de poder y privilegios (McLaren, 2005).

educativo debería analizar las contradicciones existentes entre el currículum oculto y el currículum oficial.

El currículum concebido por la pedagogía es de carácter crítico y emancipador (Carbonell, 2015) y personal – reconociendo las características y necesidades del individuo como parte de una realidad social específica - (Giroux, 1990). Así, el currículum crítico debe reconocer la imposibilidad de alcanzar la neutralidad ideológica, pues, solo será posible no imponer nuestros propios valores, si se acepta que cada dimensión del currículum y la propia pedagogía están dotadas de estos. Carbonell (2015) establece unas premisas en las que se asienta el currículum crítico: respeto a la diversidad, no solo social y cultural, sino también epistemológica; la estructuración del aula en diversos espacios que faciliten la construcción de marcos propios de significación del conocimiento; la historicidad y contextualización del conocimiento, un currículum que reivindique la memoria, conectado con la experiencia local y proyectado hacia la construcción de un mundo más justo; la priorización de las cuestiones éticas en la educación, la integración de saberes – interdisciplinariedad y transdisciplinariedad -, y, finalmente, la consideración holística del ser humano – en contraposición a la fragmentación de las dimensiones del ser humano – (Carbonell, 2015).

No obstante, antes exponer las propuestas pedagógicas del conocimiento integrado, consideramos imprescindible subrayar el punto de inflexión en el que se encuentra esta pedagogía no solo en un plano terrenal, es decir en las prácticas educativas, puesto que aunque la mayoría de los y las educadores/educadoras se consideran adeptos, defensores y promotores del pensamiento crítico y destrezas críticas (Paraskeva, 2018) – elementos centrales en esta pedagogía – la realidad es que la agresividad de las políticas neoliberales casi ha acabado con la oportunidad de desarrollar en las aulas una pedagogía crítica y un currículum emancipador a través de la desprofesionalización del profesorado, como apunta Paraskeva (2018) el anti-intelecualismo es la nueva forma de intelectualismo que obliga al profesorado a seguir los modelos colectivos de educación y a afiliarse a la visión de la enseñanza como una mera destreza técnica – como hemos hablado en la introducción de este apartado la promoción de la visión de la teoría como un innecesario corpus -.Sino también por la propia episteme de pedagogía crítica, que ha sido incapaz no solo de reconciliar la incongruencia entre los interrogantes de la modernidad y las soluciones requeridas por la postmodernidad, sino también de asumir su papel en la confirmación de

dichas incongruencias y desafiar los pilares sobre los que se asienta la modernidad – un marco epistemológico eugenésico eurocéntrico – (Paraskeva, 2018).

1.3.2.1 Propuestas pedagógicas del conocimiento integrado: Transdisciplinariedad e interdisciplinariedad

La transdisciplinariedad se basa en el principio de la unidad del conocimiento (Medina y Domínguez, 2009) e intenta superar la visión fragmentada del conocimiento que perpetúan las disciplinas e intenta superar la endogamia de cada ciencia. El prefijo “trans” alude a lo que está entre las disciplinas, a través de las diferentes disciplinas y más allá de toda disciplina (Nicolescu, 1996 en Campos, 2006). Martínez (2007) alega que la gran problemática que se deriva de la visión parcelada de la realidad es la incapacidad para comprender las complejas realidades del mundo, además, enfatiza que la fragmentación del conocimiento en disciplinas no es algo natural, sino que es producto de las limitaciones de la mente humana.

Algunos autores como Medina y Domínguez (2009) consideran a la transdisciplinariedad como el grado más elevado de integración de las disciplinas, así Medina, Pérez y Campos (2011) señalan que la transdisciplinariedad es una perspectiva distinta a la multi e interdisciplinariedad. Autores como Piaget (1978) y Carvajal (2010) establecen niveles anteriores a la transdisciplinariedad: la multidisciplinariedad, la pluridisciplinariedad y la interdisciplinariedad. La multidisciplinariedad es el nivel inferior de integración supone la yuxtaposición de diferentes materias en la que cada una conserva sus métodos y suposiciones, es decir una mezcla no integradora en la cual diferentes disciplinas trabajan alrededor de un caso o problema (Posada, 2004). La pluridisciplinariedad, que no es considerada como un nivel de integración por Piaget (1978) implica la cooperación metodológica entre disciplinas afines y de un mismo nivel jerárquico, por ejemplo, física y química (Carvajal, 2010). La interdisciplinariedad, para Piaget (1978) consiste en la cooperación e interacción real entre disciplinas, es decir, una reciprocidad de intercambios que generan un enriquecimiento mutuo y logra una verdadera transformación de los conceptos, las metodologías de investigación y de enseñanza. Por lo tanto, supera la segregación disciplinar, identifica núcleos problemáticos más allá de disciplinas e integra las aportaciones de diferentes enfoques epistemológicos (Medina, Pérez y Campos, 2011). Para Torres (2015) la interdisciplinariedad es uno de los

elementos fundamentales del currículo integrado, y permite a la escuela entender el aprendizaje desde el prisma de los contenidos culturales, es decir, ver las relaciones y agrupamientos de contenidos que se pueden establecer entre las diferentes materias. Este razonamiento es muy popular en educación infantil y los primeros ciclos de primaria (Torres, 2015) porque promueve un enfoque globalizado de los contenidos e incrementa la motivación del alumnado, ya que cualquier problemática que interese al alumnado puede ser objeto de estudio (Torres, 1994). Además, la interdisciplinariedad no solo facilita que el alumnado esté más capacitado para enfrentarse a problemas que no se circunscriben en una disciplina concreta (Torres, 1994) sino que ayuda a atender a las necesidades individuales de cada alumno, sus experiencias previas y se respetan sus ritmos de aprendizaje.

Tanto la transdisciplinariedad como la interdisciplinariedad permiten crear imágenes de la realidad más completas, más integradas y más verdaderas (Martínez, 2007), porque fomentan el ver y el pensar más allá de los muros que construyen las disciplinas. Así, Torres (2015) señala que la interdisciplinariedad es una estrategia que permite crear unos hábitos intelectuales en los individuos, tomar en consideración un mayor número de perspectivas a la hora de analizar, evaluar o intervenir en cualquier problema, desde el momento que comienzan en la escuela. Ambas teorías sustentan las ideas de Décroly sobre los centros de interés globalizados y en el trabajo de Kilpatrick sobre el desarrollo de proyectos (Medina y Domínguez, 2009), siendo esta última la idea en torno a la que se centrarán los próximos párrafos. Como puede inferirse de los párrafos anteriores, el trabajo por proyectos tiene una sólida fundamentación, ya que se basa en los planteamientos educativos desarrollados por figuras emblemáticas en educación como Dewey, Freinet, Froebel y los citados anteriormente. Esta propuesta, que también recibe otras nomenclaturas como aprendizaje basado en proyectos, proyectos de trabajo, trabajo por tareas, y actualmente proyectos interdisciplinarios (Majó y Baqueró, 2014) haciendo alusión a su característica principal, la interdisciplinariedad, ha ido cobrando importancia entre las propuestas de innovación (Escamilla, 2015) por intentar responder a las demandas de una sociedad más compleja (Majó y Baqueró, 2014). Hay autores como como Hernández y Ventura (2008 en Gómez et al., 2018) y Hernández (2002) que no conciben el trabajo por proyectos como un método o una estrategia, sino como una forma de entender el sentido de la educación basada en la enseñanza para la comprensión y construcción de significados (Hernández, 2000) que intenta acabar con la fragmentación

del conocimiento. Consecuentemente, no se puede establecer una fórmula didáctica o receta con unos pasos a seguir (Hernández, 2002), sin embargo, el aprendizaje basado en proyectos tiene un objetivo claro: suscitar situaciones de trabajo en las que el alumnado busque información, la seleccione, organice y relacione, hasta que pueda interpretar y comprender los problemas que investigan (Medina y Salvador, 2009). Esto supone que el proyecto sea entendido como un proceso de investigación o indagación con sentido para el alumnado, no elegido simplemente por su facilidad o por su gusto personal, sino por su relevancia o interés (Hernández, 2000).

Al ser un enfoque tan arraigado en el tiempo, muchos autores han intentado conceptualizarlo y definirlo, y es por ello por lo que existen múltiples definiciones. Sin embargo, a nosotras nos gustaría destacar una de las primeras, que pertenece a Dickinson (1998 en Majó y Baqueró, 2014) por su sencillez y concreción: *“un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula”* (p. 26). Esta definición recoge tres de las características principales de esta propuesta, el alumnado como el protagonista del proceso de E-A, la necesidad del aprendizaje activo, es decir, que el/la discente aprenda haciendo (Arias, Arias, Navaza y Rial, 2009) y el contexto social y cultural del alumnado (Hernández, 2000). Como señala Martín (2006) el aprendizaje basado en proyectos debe hacerse de forma situada, planteando actividades auténticas que favorezcan al uso de habilidades mentales de orden superior (Majó y Baqueró, 2014) que son las implicadas en la aplicación del conocimiento en situaciones concretas, en este caso, contextos no escolares (Martín, 2006).

La segunda definición que nos gustaría destacar es la de Arias et al. (2009):

son un método de trabajo, son una de las respuestas que puede dar el profesorado a la necesidad de organizar los contenidos en la escuela desde una perspectiva integradora, creando unas condiciones de aprendizaje que permitan garantizar la comunicación y el intercambio en un proceso de aprendizaje autónomo y compartido. Son una forma de ayudar al alumnado a organizar su pensamiento recogiendo su interés y su curiosidad (p. 15).

En esta se destacan sus otras características principales, la integración del currículum, el aprendizaje cooperativo y el interés del alumnado. La primera de ellas, la interdisciplinariedad, tiene como objetivo que el alumnado aprenda a resolver situaciones

de cierta complejidad (Majó y Baqueró, 2014) y, como ya se ha visto enmarcadas en su entorno, por lo tanto, estas problemáticas no se van a circunscribir a un área concreta de conocimiento, sino que se precisa de la integración de múltiples dominios para poder llegar a una solución o conclusión, así, el trabajo por proyectos fomenta un conocimiento integrado que se opone a la fragmentación del saber y dominio disciplinar (Gómez, Ortuño y Miralles, 2018). Además, este planteamiento educativo tiene como eje del proceso E-A al alumnado y se fundamenta en el aprendizaje cooperativo, ya que, concibe el aprendizaje como un proceso compartido de negociación entre los integrantes del proyecto (García-Varcácel y Basilotta, 2017) los cuales comparten nociones, ideas, pensamientos, opiniones y criterios que se emplearán para resolver la cuestión objeto de estudio (Majó y Baqueró, 2014), fomentando la autonomía y la responsabilidad por su propio aprendizaje (García-Varcácel y Basilotta, 2017). Por último, el proyecto debe partir de los intereses del alumnado, son ellos los que eligen, a veces libremente y otras orientado por el profesorado, pero nunca por imposición, el objeto de estudio (Medina y Salvador, 2009).

Como se ha visto, la integración de saberes está cobrando una mayor importancia en el mundo educativo, en lo tocante a la enseñanza de las ciencias, el trabajo por proyectos está relacionado con otros enfoques como el “aprendizaje por indagación”, “aprendizaje basado en modelización”, “ciencia en contexto”, “temas socio-científicos (SSI)”, “Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (STEM/CTIM)” y “Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS)” (Sanmartí y Márquez, 2017). Estos enfoques están basados en el aprendizaje de la ciencia a través del análisis de situaciones contextualizadas, y difieren entre sí en su finalidad (Sanmartí y Márquez, 2017). Según estas autoras, algunas de ellas como las STEM o el SSI tienen como fin la creación de un nuevo producto o realización de alguna acción, para las cuales los conocimientos científicos son un instrumento entre muchos otros; en contraposición, otros como el enfoque CTS o la indagación tienen como objetivo el aprendizaje de ideas de la ciencia. Para Doménech (2017 en Sanmartí y Márquez, 2017) lo ideal y probablemente el futuro de la educación científica es la combinación de ambas finalidades que integren tanto la construcción del modelo teórico como su instrumentalización.

Al igual que en la enseñanza de las ciencias el trabajo por proyectos confluye con otras propuestas, en la didáctica general está íntimamente ligada al aprendizaje basado en problemas (ABP), difiriendo en la importancia que le conceden al producto final (Del

Moral y Sobrino, 2016 en Gómez et al., 2018). El primero tiene como objetivo la búsqueda de soluciones para la problemática identificada, mientras que el segundo, pone más énfasis en el producto final y las habilidades que se adquieren durante el proceso (García-Valcarcel y Basilotta, 2017).

Esta estrategia, también de marcado corte constructivista, es un sistema didáctico que sigue la filosofía de la construcción del conocimiento en base al previo y apoyado en la realidad, es decir, un aprendizaje por descubrimiento y construcción (Restrepo, 2005) que involucra al alumnado de forma activa en su propio aprendizaje. Así, Barrows (1986) la define como *“un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”* (p.4). Su objetivo es el desarrollo de estrategias relativas a la resolución de problemas y la adquisición de conocimientos y habilidades propias de las diferentes disciplinas por el alumnado (Escribano y Del Valle, 2008). Además, pretende que el conocimiento, habilidades y actitudes adquiridas sean generalizables a otros contextos (Escribano y Del Valle, 2008), promoviendo así un aprendizaje significativo.

Barrows (1986) establece unas características clave del método:

- El/la estudiante como centro de la acción educativa, el cual busca la información, la selecciona, organiza e intenta resolver con ella los problemas enfrentados.
- El docente como orientador y facilitador del proceso E-A, es el que presenta el problema e invita al alumnado a identificar lo que necesita aprender y buscar la información para resolverlo.
- Los problemas simulados, que actúan como hilos conductores de la actividad educativa, se utilizan para promover el aprendizaje y deben ser progresivamente abiertos y no estructurados, para que el estudiante agudice su habilidad de búsqueda (Restrepo, 2005).

Además, este método, en contraposición al trabajo por proyectos, tiene unas fases delimitadas, denominadas los siete pasos: planteamiento del problema, clarificación de términos, análisis del problema (identificación de factores), planteamiento de hipótesis, objetivos de aprendizaje adicional (identificación de lagunas de conocimiento), búsqueda de información y resolución del problema e/o identificación problemas nuevos (Escribano y Del Valle, 2008; Restrepo (2005).

1.3.3 Pedagogía feminista

Como se ha indicado en la introducción de este capítulo, la pedagogía feminista está estrechamente relacionada con la pedagogía crítica, siendo, en ocasiones, incluida dentro de esta pedagogía. Sin embargo, algunas autoras como Gore (1996), al igual que nosotras - siendo conscientes de la proximidad e interrelación entre ambas pedagogías – deciden diferenciarlas, pues cada discurso lleva consigo las señales de sus propias luchas históricas para situarse (Gore, 1996). En este sentido, Taubman (1986 en Gore 1996) apunta a que la pedagogía feminista impregna la pedagogía crítica con la teoría feminista, mientras que Maher (2001) pone de manifiesto que aunque algunos autores consideran a la pedagogía feminista como otra de las manifestaciones de la pedagogía progresista, y aunque ambas estén enraizadas, la pedagogía progresista no emplea las lentes de la teoría feminista – presentes en la pedagogía feminista – y, por lo tanto, no permiten – al contrario que la pedagogía feminista - esclarecer cómo la omisión del género y de las otras formas de poder han estado operando en la educación. Es decir, la pedagogía feminista tiene como objetivo proporcionar al alumnado discursos alternativos para ayudarles a entender cómo se conforman las identidades y cómo se construyen los significados y las verdades (Murphy, 1996). Así, cabe recordar, como señala Hooks (2010), que la educación es una herramienta que ha sido usada para afianzar el sistema político del patriarcado y sus formas de conocimiento, pero al mismo tiempo, puede ser concebida para la transformación social – siendo las escuelas espacios en donde el alumnado aprenda a abrir sus mentes y pensar críticamente -.

Una vez delimitado por qué es necesario dedicarle un apartado a la pedagogía feminista en esta tesis, nos gustaría destacar que, al igual que acontece en la(s) pedagogía(s) crítica(s) tampoco existe una sola pedagogía feminista, pues como señala Henderson (s.f.) esta se origina en diferentes “lugares” y pertenece a diferentes personas, recalando la idea de Gore (1996) sobre las señas de identidad de los discursos, ya que la pedagogía feminista atiende a los contextos específicos en los que se practica. En este sentido, Flecha (2006) reclama el reconocimiento de todas las realidades educativas que han vivido las mujeres a lo largo de la historia, imposibilitando el supuesto de una identidad común y demandando la indagación con ángulos de visión no recortados. Existen, por lo tanto, diversas clasificaciones en torno a las pedagogías feministas, algunas de ellas en función de las ideologías dentro del feminismo y otras, como la de Gore (1996), que nacen a raíz de las propias instituciones académicas: una línea que enfatiza los aspectos

instructivos de la pedagogía perteneciente a los departamentos de “estudios de la mujer”, y otra, que resalta el feminismo (o feminismos), que se encuadra en las facultades de ciencias de la educación. Aunque pueda parecer contradictorio, la primera línea centra su atención en la propia pedagogía, es decir, en los procesos de instrucción – del qué y del cómo enseñar con el objetivo de concienciar sobre la opresión de la mujer y fomentar el compromiso para acabar con esta -; mientras que la segunda tiene una concepción más amplia de la pedagogía, planteando qué elementos hacen que la pedagogía sea feminista, es decir, pone el foco de atención sobre los procesos de construcción del conocimiento y la experiencia marcados por el género (Gore, 1996).

La pedagogía feminista construida desde los estudios de la mujer concibe a la pedagogía como un método de enseñanza cuyo objetivo es la concienciación sobre la opresión de la mujer y su compromiso de acabar con ella. Mientras que, la pedagogía feminista desde el área de la educación tiene un enfoque más amplio y surge, según Gore (1996, p. 45), debido al *“creciente descontento con el patriarcado dominante en la escolarización y con los discursos educativos predominantes y masculinistas radicales”*, es decir, pone de relieve en cómo el género influye en la producción del conocimiento y en la propia experiencia.

Tras haber expuesto las diferentes perspectivas de la pedagogía feminista, me gustaría subrayar la definición de pedagogía feminista propuesta por (Bowker y Dukin, 1992 en Webb, Walker y Bollis, 2004) por ser, a nuestro parecer, la que aúna las dos perspectivas expuestas con anterioridad: *“una forma de ser, conocer y actuar que pretende promover el empoderamiento en vez de la opresión ejercida por el poder; el reconocimiento de la raza, clase y género como dinámicas que agregan valor a la diferencia, pero no a la jerarquía opresiva; y el reconocimiento de las meritorias complejidades de varias ideologías. En adición, el feminismo considera lo personal como una forma de conocimiento, dándole crédito a los pensamientos, sentimientos y experiencias”* (p. 261).

Para concluir este apartado, nos gustaría recoger una serie de principios, que establecieron Webb, Allen y Walker (2002), a partir de un metaanálisis de la literatura producida por varias disciplinas sobre la pedagogía feminista:

- Reformulación de la relación entre el/la docente y el/la estudiante

Hooks (s.f. en Martin, 2017) afirmó: *“una clase feminista es y debería ser un lugar (...) en donde sea reconocible la unión entre la teoría y la práctica, en donde docentes y*

estudiantes trabajen juntos para enajenación y alienación, que se han convertido en la norma” (p.7). Así, la pedagogía feminista pretende reconceptualizar la relación entre el/la docente y el/la estudiante (Martin, 2017) mediante la redefinición del poder, no solo modificando la propia visión del poder – concebido como algo compartido en vez de impuesto – sino también en cómo se comparte ese poder. Aunque la escuela activa y la pedagogía progresista ya destacaba el papel del aprendizaje activo, centrado el alumnado y el rol del/de la docente como guía – el cual trataba de plantear preguntas que suscitaran la curiosidad del alumnado y actuaran de intermediarias entre el alumnado y los contenidos a tratar -, esta seguía reproduciendo las relaciones de poder vigentes en la sociedad (Maher, 2001). Por ello, la pedagogía feminista decidió acogerse a enfoques basados en la co-construcción activa de las relaciones entre el profesorado y el alumnado (Maher, 2001), naciendo esta construcción activa de una fuerte oposición a los binomios – en este caso docente/alumnado – señalando, en este caso, que la autoridad o el poder no es una entidad finita que deba o pueda ser ganada por los estudiantes o el profesorado o repartida entre ambos; sino que es concebida como proceso continuo de participación activa y negociación (Maher, 2001). Es decir, la autoridad del/de la docente o del alumno/alumna no nace en contraposición a la libertad del/ de la alumno/a o docente, sino que el objetivo es cuestionar esas relaciones y modificarlas – aceptando que las identidades no son fijas, sino que cambian y evolucionan dando lugar a diversos tipos de relaciones de poder -. Así, para la pedagogía feminista al aula es un espacio democrático en donde el aprendizaje es un proceso activo y colaborativo cuyo objetivo es el fomento del pensamiento crítico y la autonomía del alumnado (Hooks, 1994).

Como ya se ha señalado, uno de los elementos claves de la pedagogía feminista es la reformulación del poder, pues, la educación fue uno de los ámbitos más permeados por el patriarcado, sentando algunos de los elementos más definatorios del aprendizaje en la educación “tradicional”: la pasividad, maleabilidad e inactividad del alumnado (Bright, 1993 en Webb, Allen y Walker, 2002). Por ello, la pedagogía feminista intenta suplir las relaciones tradicionales de poder en educación por unas más democráticas que promuevan una relación dialógica entre el profesorado y el alumnado para fomentar valores como el respeto, la igualdad y el reconocimiento de diferentes perspectivas - sobre todo las que difieren drásticamente de las de uno mismo -.

- Empoderamiento

Al igual que la pedagogía crítica, la pedagogía feminista pone en tela de juicio la neutralidad de la educación, es decir, la considera no solo un medio para la instrucción de la ciudadanía sino también un instrumento que permite la integración del alumnado en el sistema social en el que vive. Sin embargo, como ya se ha señalado anteriormente, uno de los pilares básicos de la pedagogía feminista es la democracia y el poder compartido, por lo que, consecuentemente, la pedagogía feminista concibe a la educación – al igual que la pedagogía crítica - como “práctica de la libertad”, es decir, a la enseñanza como proceso – compartido – que capacita a los alumnos y las alumnas a lidiar críticamente con la realidad en la que viven y a transformarla. No obstante, y aunque se está haciendo una mención constante a la pedagogía crítica con la pretensión a de establecer una comparativa, es importante subrayar que la pedagogía feminista difiere de esta - con relación al empoderamiento - en considerar específicamente y destacar al patriarcado como forma de opresión, porque y aunque la pedagogía crítica lo tenga en cuenta, no alude o vincula las desigualdades, específicamente, con esta forma de opresión.

- Construcción de comunidad

La pedagogía feminista tiene el objetivo de crear una comunidad, no solo en las aulas - a través del aprendizaje cooperativo -, sino también más allá de sus muros, porque como señala Schniedewind (1993 en Webb, Allen y Walker, 2002) las feministas, al tener como principios la sororidad e igualdad, consideran imprescindible la construcción de un ambiente en el que prime la confianza en el cual todos/todas los/las miembros sean respetados y tengan las mismas oportunidades de participación. Para la pedagogía feminista, la creación de comunidad es un imperativo, ya que en la escuela ha primado y sigue primando el individualismo, perpetuando una visión ahistórica, asocial y acultural del individuo que impide la transformación social – que será posible a través del asociacionismo y la colectividad -.

Como ya se ha señalado, aunque la pedagogía feminista busque desarrollar ese sentimiento de colectividad más allá de los muros de las aulas, es imprescindible su fomento en ellas; siendo el aprendizaje cooperativo el modelo de enseñanza que mejor se ajusta a este propósito, ya que el aprendizaje cooperativo se fundante bajo dos premisas: que el aprendizaje ocurre a través del diálogo – como ya apuntaba Paulo Freire – y es activo, es decir, el/la estudiante es el/la encargado/encargada de construir y darle significado a lo que está aprendiendo.

- Respeto por las diversas experiencias personales

La teoría feminista no tuvo ni tiene como objetivo – al contrario de lo que se esperaba desde otras esferas– llenar los vacíos que se encontraban en el conocimiento científico para convertirse en un nuevo nicho de investigación especializada, si no que su objetivo fue y sigue siendo cargar contra el propio método científico como generación de conocimiento. Esta subrayó la imposibilidad de fundar una nueva perspectiva empleando un método que silencia los otros tipos de conocimiento y que perpetúa los sesgos androcéntricos de creación de conocimiento, haciendo hincapié en su falta de neutralidad. Por consiguiente, la teoría feminista subvirtió el método, gestando y desarrollando nuevos marcos interpretativos que no solo no coincidan con los existentes, sino que los pongan en entredicho, proponiendo la experiencia en contraposición al experimento – base del método científico - (Trebisacce, 2016). Ese énfasis en la experiencia tenía como objetivo dar voz y visibilizar otras realidades a las que la ciencia positivista no daba cabida. Sin embargo, la experiencia no consistía en simplemente convertir lo cotidiano en objeto de estudio, sino que trataba de visibilizar cómo sujetos subalternos estaban siendo creados a partir de relaciones de dominación y formas opresión que organizan nuestras vidas. Por lo tanto, la experiencia para Trebisacce (2016, p. 289) “*se diseñó para crear una alternativa al sujeto deshumanizado del conocimiento del discurso científico social establecido*” (Trebisacce, 2016, p. 289), permitiendo la construcción de un conocimiento parcial y situado alejado del pensamiento positivista y su conocimiento neutral, objetivo y universal.

Una materia esencial para la pedagogía feminista es alentar a los estudiantes a ser teóricos haciendo que estos/estas se formulen preguntas y analicen sus propias experiencias que les permita adquirir un entendimiento crítico de sí mismos (Murphy, 1996). Consecuentemente, la pedagogía feminista no solo considera que la experiencia personal del alumnado el componente del que debe partir el aprendizaje y las actividades intelectuales (Humm, 1991 en Coate, 1996) sino que además, expone que la experiencia personal estimula el desarrollo de unas relaciones más democráticas en el aula, pues desafía las relaciones jerárquicas vigentes en las escuelas incentivando el respeto por las diferentes visiones tanto del alumnado como del/de la docente y aumentando la empatía y fomenta el desarrollo del pensamiento crítico y una mejor comprensión de la realidad (Webb, Allen y Walker, 2002).

- *Otra forma de conocimiento: las voces individuales*

Como ya se ha expuesto, la pedagogía feminista, al igual que la pedagogía crítica, destaca el carácter histórico y cultural del conocimiento. Consecuentemente, sería impensable que la pedagogía feminista siguiera la estela de la pedagogía tradicional, la cual concibe al docente como poseedor del conocimiento y encargado de su transmisión, sino que, en contraposición, uno de los principios fundamentales de la pedagogía feminista es dar voz a todos los/las alumnos/alumnas y hacerlos partícipes en su proceso de generación de conocimiento, pues como apunta Murphy (1996) el alumnado se puede convertir en un “teórico” del propio conocimiento. Para ello, el/la estudiante debe entender sus propias experiencias y, posteriormente, a través de la acción y el diálogo – con sus compañeros/compañeras y el/la docente – sobre diversos aspectos de la materia, el/la alumno/alumna desarrolla un nuevo conocimiento que analizará y evaluará con relación a otras concepciones, dando lugar a una deconstrucción de la “sapiencia cultural” que configura el currículum. Puede inferirse que esta propuesta está alineada con los enfoques comunicativos críticos que plantean el diálogo intersubjetivo como herramienta de aprendizaje y empoderamiento. Por lo tanto, el diálogo se convierte en una de las herramientas fundamentales en la pedagogía feminista, pues si la única voz del aula es la del/ de la docente, se estaría privando al alumnado de generar un conocimiento esencial, el crítico (Webb, Allen y Walker, 2002).

- Cuestionamiento de las visiones tradicionales

Durante todas estas líneas se ha venido exponiendo cómo la teoría feminista y, por lo tanto, la pedagogía feminista ha cuestionado y lo sigue haciendo las visiones y prácticas tradicionales. Sin embargo, merece la pena destacar antes de concluir estas líneas, que los centros educativos reproducen y afianzan las construcciones sociales del género a través de la dicotomización de los cuidados y la autonomía, lo público y lo privado, lo masculino y lo femenino (Scerif, 1997 en Webb, Allen y Walker, 2020); además de – como ya se señaló en la pedagogía crítica – el currículum, el cual es un recurso para la reproducción, cohesión y estabilidad de las relaciones sociales de producción y distribución (Bowles y Gintis en Torres, 2003), reproduciendo, consecuentemente, los roles y estereotipos de género consolidados en la sociedad.

1.4 Modelos didácticos

1.4.1 La enseñanza tradicional: el modelo transmisivo

El modelo didáctico tradicional se asocia a una enseñanza transmisiva o memorística, los conocimientos que transmiten son los que se consideran adecuados para cada edad (Rivero et al., 2017). El aprendiz es una caja vacía que se llena con los “conocimientos” que proporciona el/la maestro/a por cualquier medio, fomentando el aprendizaje receptivo y memorístico (Medina y Domínguez, 2009), es decir, el/la docente expone el contenido y el alumnado lo copia fielmente (Rivero et al., 2017 y Ruiz, 2007). Este modelo tiene una concepción del aprendizaje conductista y sigue nociones de la teoría tradicional del aprendizaje, ya que, este modelo se centra en el proceso de instrucción (lineal) sin tener en cuenta cómo el/la estudiante aprende, siendo el proceso E-A magiocentrista. Existen dos actividades principales, en primer lugar, el/la docente explica al grupo claramente los conceptos y, posteriormente, el alumnado realiza actividades individuales, siendo la pizarra y los libros de texto los principales recursos para la instrucción (Vílchez, 2015).

En lo tocante a la ciencia, en este modelo subyace una ciencia epistemológicamente absolutista, la cual presenta al conocimiento como una verdad absoluta, objetiva y superior (Rivero et al., 2017), es decir, como un dogma, y se explica la estructura lógica de la ciencia de una forma inductiva, sin evidenciar el proceso de construcción conceptual de la misma, proporcionando una visión de la ciencia con conocimientos definitivos y cerrados (Ruiz, 2007). De esta concepción se establece que el fracaso en el estudio de las ciencias es natural, ya que esta es difícil y no está al alcance de todos/as (Fernández, Elortegui, Rodríguez y Moreno, 1997). El aprendizaje de la ciencia se basa en el estudio de los conocimientos acumulados a lo largo de la historia, promoviendo una visión acumulativa y descontextualizada de los contenidos (Rivero et al., 2017), hecha por unos genios (Fernández, Gil, Valdés y Vilches, 2005), imprimiendo una imagen de la ciencia elitista y al alcance de unos pocos privilegiados. En este sentido, el alumnado se apropia del conocimiento desarrollado por los científicos, pero no es capaz de interpretar, modificar o alterar el conocimiento (Kaufman, 2000 en Ruiz, 2007). Como se ha señalado, el profesor es el proveedor de los conocimientos, predominando los de tipo conceptual (Rivero et al. 2017) que debe exponer de forma clara, precisa y rigurosa para que el alumnado aplique este conocimiento en problemas cerrados y cuantitativos (Ruiz, 2007). A medida que se avanza en las etapas escolares, el currículo aumenta y

consecuentemente la magnitud del cuerpo de conocimientos aceptados por la comunidad científica: hechos, conceptos y leyes (Fernández et al., 1997) siguiendo lo que Schiro (2013) denomina ideología curricular académica. El profesorado, que es el que posee el conocimiento absoluto, empieza a considerar la estrategia didáctica de transmisión la única forma de abordar tal cantidad de contenidos. Fernández et al. (1997) señalan que el profesorado justifica la priorización de los conceptos ante los procedimientos y actitudes argumentando que son los conceptos científicos los que determinan y desarrollan los procedimientos y actitudes científicas (Fernández et al., 1997). En este sentido, el conocimiento no se puede obtener mediante la observación, porque los sentidos deforman los hechos, impidiendo el conocimiento verdadero (Rivero et al., 2017). La evaluación es final, es decir, el alumnado memoriza los contenidos y los reproduce en una prueba o examen, siendo esta la herramienta principal de evaluación (Rivero et al., 2017).

Este modelo ha llegado a producir incluso una división de los saberes por asignaturas, considerada actualmente como natural (García, 2000) además, provoca que los alumnos y las alumnas tengan dificultades en ciencias, ya que no comprenden lo que se les enseña y los intereses e ideas del alumnado no tienen cabida (Rivero et al., 2017). Este modelo es el predominante en la enseñanza, no solo de las ciencias, pues proporciona más seguridad, no solo por requerir una menor planificación sino también porque es compatible con una mayor disciplina, permitiendo enseñar más contenidos en el menor tiempo posible (Vílchez, 2015) y, probablemente, es el que ha venido provocando un descenso de las actitudes hacia la ciencia escolar.

Finalmente, Vílchez (2015) señala que, en los siguientes casos, aunque parezcan innovaciones educativas, el modelo sigue siendo tradicional:

- Cuando el/la profesor/a usa las TIC en sus explicaciones, es decir, usa videos, presentaciones etc.
- El/la docente hace explicaciones más interactivas, o sea, durante las explicaciones hace preguntas directas al alumnado para incrementar la atención.
- Cuando las actividades que se realizan después de las explicaciones son para comprobar lo dicho en la teoría, aunque estas sean de carácter práctico.

1.4.2 La enseñanza programada: el modelo tecnológico

Skinner ha sido uno de los padres de la psicología del aprendizaje del siglo XX (Trilla, 2001). Fundamentándose en el conductismo, es decir, considerando la generación de hábitos el fin último de la educación (Ortiz, 2013), Skinner y su modelo tecnológico, que tuvo su primera manifestación didáctica en la enseñanza programada (Medina y Domínguez, 2009), sigue perseverando y en constante crecimiento (Pozo, 1993). Este modelo, para Ortiz (2013) tiene como objetivo principal generar hábitos mediante el proceso estímulo-recompensa, aumentar la productividad y la eficacia – resultados en las pruebas estándar -, siendo la enseñanza una actividad técnica programada y planificada exhaustivamente (Rivero et al., 2017). Ortiz (2013) afirma que dichos objetivos se tratan de alcanzar mediante la introducción de las nuevas tecnologías, sin embargo, Sevillano (2004 en Medina y Domínguez, 2009) señala que este modelo, más que por el empleo de artefactos, se caracteriza por la sistematización del proceso.

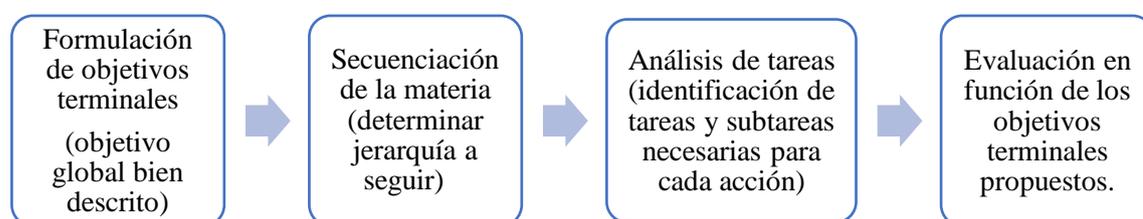


Figura 1. Modelo tecnológico. Adaptación del modelo propuesto por Rivero et al., 2017, p.97.

Respecto a las ciencias está ligado estrechamente con el método científico, siendo este la base de la práctica educativa (Fernández et al., 1997). Puede contemplarse como el resultado de la búsqueda de una formación más “moderna” (García, 2000) ya que el aprendizaje es un proceso que toma en consideración los mecanismos internos de los/las aprendices como ideas previas y motivaciones (Rivero et al., 2017). Sin embargo, esta innovación se basa en la formación cultural, no en el desarrollo personal del alumnado (García, 2000). Para ello, la enseñanza incorpora contenidos escolares de aportaciones científicas más recientes o algunos conocimientos no estrictamente disciplinares vinculados a problemas sociales y ambientales de actualidad (García, 2000). Aunque el modelo tecnológico intentó renovar la enseñanza, este sigue reproduciendo una instrucción cuya finalidad es reproducir el conocimiento que se considera verdadero (Rivero et al., 2017), teniendo una concepción empirista de la ciencia, es decir, una visión

de la ciencia imparcial, neutra, exacta, lógica (Fernández et al., 1997) que avanza linealmente y de forma acumulativa (Rivero et al., 2017). Además, tiene un método específico, el método científico en el cual toda investigación debe estar basada y debe seguir sus pasos (Rivero et al., 2017), promoviendo una imagen de la ciencia atórica y empiro-inductivista. Esta concepción de la ciencia promueve una metodología basada en la combinación de exposición y ejercicios prácticos específicos (García, 2000), siendo habitualmente actividades secuenciadas y dirigidas (Rivero et al., 2017) que plasman como se ha elaborado el conocimiento científico (García, 2000), ergo trata de confirmar que la teoría estudiada es correcta (Fernández et al., 1997). Además, aunque parte de las ideas previas de los alumnos es con la pretensión de sustituir dichas ideas por otras más acordes con el conocimiento científico que se persigue (García, 2000). La evaluación, en este modelo de enseñanza, es final y se realiza en función a los objetivos operativos planteados (Rivero et al., 2017). Sin embargo, no se puede considerar una evaluación final como la del modelo tradicional, ya que en este modelo se emplean las ideas previas, no como un punto de partida del aprendizaje, sino en un sentido evaluativo pretest, en el cual se recogerán las ideas de los estudiantes y en el post-test (examen final) se verificará como se han modificado esas concepciones previas.

Gracias al crecimiento de las tecnologías de la información y comunicación, y al desarrollo de sistemas multimedia cada vez más complejos, este modelo está cobrando más importancia en la educación. La crítica no subyace, lógicamente, en suprimir o prescindir de este, ya que la motivación y participación del alumnado son puntos fuertes a tener en cuenta, además haberse convertido en uno de los lenguajes del S.XXI (Medina y Domínguez, 2009); sino a cómo se está empleando, siendo las tecnologías el eje del proceso E-A en vez del propio alumnado, y a sus objetivos velados que promueven un aprendizaje memorístico que dificulta el fomento del pensamiento crítico, tan necesario en nuestra sociedad.

Para concluir, este modelo es una alternativa tecnológica a la escuela tradicional (Porlán y Martín Toscano, 1991 en García, 2000) que responde a la perspectiva positivista, otorgándole gran importancia a la consecución de los objetivos, estando, como señala Gimeno Sacristán (1982) en García (2000), obsesionada con la eficiencia. Así, este modelo ha introducido algunos elementos en la educación actual como el enfoque instructivo de la enseñanza basado en objetivos medibles a través de pruebas estandarizadas (Trilla, 2001), la organización del contenido de forma lógica y

secuenciada, conocida como las taxonomías de objetivos de Bloom (1979) y el aprendizaje para el dominio de Carroll (1963 en Jiménez, 1997). Cabe señalar que este modelo es un avance con respecto al modelo tradicional en la enseñanza de las ciencias aunque comparta su absolutismo epistemológico (García, 2000), visto que aporta criterios racionales para planificar la intervención educativa (Rivero et al., 2017) y supone la modernización de los contenidos y la toma en consideración de la motivación y las ideas previas del alumnado, pese a que las considere errores conceptuales que deben ser sustituidas por el conocimiento científico riguroso y verdadero (Rivero et al., 2017).

1.4.3 La enseñanza y el aprendizaje como proceso interactivo-comunicativo: el modelo comunicativo.

Todo acto didáctico en sí mismo es comunicativo, pues todo proceso de enseñanza-aprendizaje es un proceso interactivo-comunicativo que pretende la formación intelectual y humana de los/las educandos/as (Medina y Salvador, 2009). La comunicación es el intercambio de significaciones entre emisores y receptores (Medina y Domínguez, 2009), mientras que el acto comunicativo es la interactividad entre las personas que desean intercambiar ideas, problemas, formas de percibir la realidad etc., por ello este modelo está basado en la interacción y fundamentado en las teorías de comunicación tanto verbal como no verbal (Medina y Domínguez, 2009) y requiere el dominio y desarrollo de la capacidad comunicativa en todas sus dimensiones (Medina y Salvador, 2009). Este modelo basa la práctica docente en la calidad tanto del discurso, del sistema de relaciones sociales y de las acciones más oportunas para configurar un clima de aula empático y colaborativo que pueda propiciar un intercambio interactivo-formativo (Medina y Salvador, 2009) no solo entre los estudiantes y el profesorado sino también entre el propio alumnado (Medina y Domínguez, 2009). Así, el clima es uno de los elementos centrales en este modelo pues intenta promover un clima relacional.

Para Medina y Domínguez (2009) los elementos del acto didáctico son iguales a los de la comunicación, siendo el docente el emisor, el/la discente el/la receptor/receptora, el mensaje didáctico la materia y el método o estrategia el canal y el contexto es el clima del aula. Así, Rodríguez Diéguez (1985 en Medina y Domínguez, 2009) propone diferentes modelos comunicativos: el informativo, en el docente es el emisor y el alumnado el receptor pasivo, es un proceso lineal y unidireccional, es el empleado en una

clase magistral; el interactivo en el que el docente sigue siendo el emisor y el alumnado el receptor, pero sin embargo es un proceso bidireccional en el que se alterna la comunicación y se produce un cambio de roles entre el emisor y receptor; y finalmente el retroactivo en el cual el/la profesor/a aprovecha la intervención del/a alumno/a (receptor/a) para plantear una nueva pregunta o intervención (feedback).

Finalmente, cabe destacar que este modelo considera el discurso como base de la interacción docente-discente, sin embargo, no solo atiende a la faceta verbal de la comunicación, sino también a la no verbal, considerando los agrupamientos del alumnado, la interacción, la modalidad de la cultura y saber académico que se está enseñando y a los contextos interculturales en los que se produce (Medina y Salvador, 2009).

Los métodos expositivos de enseñanza son los que se circunscriben en este modelo didácticos, entendidos estos como estrategias expositivas o formas de planificar, organizar y desarrollar acciones pertenecientes al proceso E-A basadas en la exposición de un conocimiento ya elaborado que otros individuos pueden asimilar (Gómez, et al., 2018). Sin embargo, los métodos expositivos deben atender a tres canales de percepción: auditivo, visual y cinestésico (Gómez et al., 2018). Normalmente, cuando se habla de métodos expositivos, se piensa en una enseñanza tradicional y obsoleta en la que el/la docente se dedica a exponer repetitivamente información para que el alumnado la memorice, no obstante, las estrategias expositivas pueden promover aprendizajes significativos si parten de las ideas previas y competencias cognitivas de los/las estudiantes, si cuentan con la motivación de los/las aprendices y si se expone con claridad los contenidos y se acompañan de actividades que puedan conectar los nuevos contenidos con los ya adquiridos (Gómez et al., 2018). Por lo tanto, los métodos expositivos y en concreto la clase magistral es de gran valor para reforzar o aclarar la comprensión de ciertos contenidos.

Actualmente, se sigue percibiendo la clase magistral como un método anticuado que poco o nada tiene que aportar a la enseñanza y del que esta debe deshacerse, sin embargo, la realidad es que cuenta con ocho siglos de existencia y que aún le queda mucha vida (Rodríguez, 2011); obviamente no como la única estrategia, que es lo que se ha venido haciendo hasta ahora, sino como una de las muchas estrategias de enseñanza disponibles y que se debe emplear cuando sea oportuno. Las principales críticas a las que es sometida

la lección magistral, entendida como transmisión del conocimiento a través del verbalismo, son: el empobrecimiento del conocimiento del alumnado debido a que el/la maestro/a es la única fuente de información, el rol exclusivo del/la profesor/a como comunicador del conocimiento, promoción de un rol pasivo del alumnado ya que el/la docente y el contenido son el centro del proceso E-A, exclusividad de esta estrategia de enseñanza, excesiva autoridad del docente entendida como única fuente de información y nulo seguimiento del aprendizaje del alumnado, uso exclusivo de la evaluación final (Sánchez, Jiménez-Grajales, Sánchez y González-Sepúlveda, 2013; Rodríguez, 2011). Sin embargo, la lección magistral, aunque se asocia con la transmisión memorística del conocimiento, puede aplicarse de otro modo y promover un aprendizaje significativo, para ello Quinquer (2004 en Gómez et al., 2018) y Rodríguez (2011) proponen:

- Determinar las ideas o el conocimiento previo del alumnado para organizar la lección en torno a este.
- Tener claros los objetivos que se pretenden conseguir con la clase magistral y orientar el discurso hacia la consecución de estos.
- Fomentar un clima de aula favorable
- Iniciar la lección con una actividad didáctica para contextualizar el contenido y situar al alumnado.
- Presentar los contenidos o apoyarlos a través de un mapa conceptual o medios tecnológicos.
- Controlar el ritmo de la exposición, recapitular con frecuencia y emplear múltiples ejemplos, preguntas, así como hacer un uso adecuado de la interrogación didáctica, para suscitar el interés del alumnado hacia la exposición.
- Fomentar la participación del alumnado a través de actividades de diversa índole, cabe recordar que la clase magistral no es una conferencia.

Finalmente, nos parece imprescindible destacar que, en lo tocante a las críticas expuestas anteriormente, ninguna de ellas implica la incapacidad de la lección magistral per se, sino del uso, en este caso inadecuado, que el profesorado hace de ella (Rodríguez, 2011).

1.4.4 El aprendizaje como un proceso homólogo a la propia metodología de investigación científica: el modelo por descubrimiento.

En contraposición a la idea de que la mejor forma de enseñar ciencia al alumnado es transmitiendo los conocimientos acabados de la actividad científica, como se ha hecho desde modelos expuestos anteriormente, sobre todo desde el modelo de transmisión-recepción, surge la idea enseñar ciencia haciendo ciencia (Pozo y Gómez, 1998). Este modelo considera que la mejor forma para aprender es el descubrimiento, fundamentándose en la idea de Bruner de que todo se aprende mejor si es descubierto (Vílchez, 2015). Así, este modelo descarta la necesidad de la figura del mediador – docente - entre el individuo - alumno/a - y el conocimiento, y estima que la mejor metodología didáctica de enseñanza es la propia metodología de investigación científica (Pozo y Gómez, 1998), basada en una ciencia empírica, inductiva y positivista que representa al método científico; entendido como un conjunto sucesivo e inflexible de procesos científicos: observación, hipótesis, experimentación, resultados, inferencias e inclusiones (Vílchez, 2015), como el proceso universal que caracteriza a todos los campos de las ciencias (Jiménez, 1996).

Los contenidos estudiados siguen siendo disciplinares, al igual que en el modelo tradicional, sin embargo, estos difieren de los otros en cuanto a su estaticidad, ya que no son saberes acabados sino problemas; aunque en muchas ocasiones no hay problemas, solo actividades prácticas que supeditan el pensar al hacer (Jiménez, 1996), a los que el alumnado debe enfrentarse para buscar una solución, siguiendo el método hipotético-deductivo. Coherentemente, el currículum es organizado no en torno a respuestas como el modelo transmisivo, sino a preguntas con el método científico como eje vertebrador de la enseñanza (Pozo y Gómez, 1998). Así, los contenidos enseñados son procedimentales, ya que aprender ciencias es dominar las destrezas o procedimientos del método científico (Jiménez, 1996) a través de los cuales se pretende que el alumnado obtenga, al igual que los/las científicos/as, los conceptos, modelos y teorías científicas (Vílchez, 2015). Aunque también se intentan desarrollar actitudes y habilidades propias de la investigación (Jimenez, 1996), siendo estas actitudes las propias de los/las científicos/as, ya que los estímulos que favorecen el aprendizaje de la ciencia son los mismos que mueven a los científicos (Pozo y Gómez, 1998).

En definitiva, este modelo tiene al método científico como el eje de enseñanza-aprendizaje y al laboratorio como principal recurso educativo, el/la docente es

organizador/a del trabajo de laboratorio y el/la alumno/a el científico cuyo aprendizaje es un proceso de desarrollo individual en el que no es necesario la comunicación o la interactividad, se aprende a través del trabajo en el laboratorio con material experimental. Por consiguiente, aunque este modelo tiene una concepción práctica de la ciencia sigue la ideología academicista propuesta por Schiro (2013), que tiene como uno de sus objetivos reclutar al alumnado para ciertas disciplinas académicas a través de las cuales el alumnado adquiere los conocimientos necesarios, así como las formas de pensar de ciertas disciplinas, y van ascendiendo en la jerarquía de la disciplina a medida que avanzan en el sistema educativo. Este modelo ha sido superado en la didáctica de las ciencias por diversos motivos, entre los cuales se encuentra que el alumnado no puede aprender y actuar como científicos y además a través de este inductivismo ingenuo (Vílchez, 2015) que no representa al quehacer científico. Sin embargo, nos parecía imprescindible hacer alusión a este, en primer lugar, porque que se haya superado desde la didáctica de las ciencias no significa que el profesorado lo haya borrado de sus prácticas educativas, sobre todo para la enseñanza de contenidos procedimentales y, en segundo lugar, para poder diferenciarlo de otras tendencias que, aunque aclaman ser de corte constructivista, realmente son muy cercanas a este modelo (Vílchez, 2015).

1.4.5 El aprendizaje como un proceso de reconstrucción: el modelo constructivista

Las propuestas constructivistas engloban unas prácticas didácticas muy heterogéneas, sin embargo, todas ellas tienen unos principios comunes, consideran el aprendizaje como un proceso de reconstrucción de las estructuras cognoscitivas que necesita de conocimientos previos para poder enlazar los nuevos (Vílchez, 2015), en este sentido, que como ya se ha señalado en la teoría constructivista el conocimiento es la creación de significados a partir de las experiencias propias (Medina y Domínguez, 2009) siendo el aprendizaje una actividad mental, en el cual la mente filtra lo que le llega del mundo para producir su propia realidad (Medina y Domínguez, 2009), es decir, lo que conocemos realmente no es la percepción de la realidad, sino la interpretación personal del mundo que nos rodea basada en acciones, experiencias e interacciones individuales con el medio (Medina y Domínguez, 2009). Así, este modelo señala la importancia de la actividad mental constructiva en el aprendizaje escolar (Jiménez, 1996), es decir, el aprendizaje escolar es un proceso de construcción del conocimiento, y la enseñanza es la intervención para facilitar dicho proceso (Coll, 2000).

Como señala Jiménez (1996) este modelo está ampliamente aceptado entre, no solo los/las didactas de las ciencias, sino también en otros campos educativos, así, Coll (2000) alega que el constructivismo ha sido empleado en las últimas décadas como marco de referencia en la enseñanza-aprendizaje de los conceptos científicos.

En lo tocante a las ciencias, el modelo constructivista, en el plano epistemológico se basa en la perspectiva de Kuhn (Perales y Cañal, 2000) quien considera la ciencia como un proceso de interpretación de la realidad mediante la construcción de modelos que pueden ser sustituidos o superados, dejando atrás la glaciación positivista (Coll, 2000) y considerando al conocimiento científico una construcción social, es decir, un producto desarrollado por los seres humanos (Driver, 1988) y a las teorías aproximaciones científicas que construyen y modelan la estructura del mundo (Coll, 2000), es decir, son los anteojos conceptuales desde las cuales se observa la realidad (Jiménez, 1996). Estos modelos, ya que no existe un único modelo constructivista como señala Vílchez (2015) y se verá posteriormente, no proponen una enseñanza de los conceptos científicos sino el desarrollo de una concepción del mundo más cercana a la concepción de los/las científicos/as (Driver, 1988), siendo su objetivo la formación integral del alumnado, atendiendo tanto a los contenidos conceptuales, procedimentales como actitudinales (Vílchez, 2015). El/la alumno/a tiene el rol central en el proceso de aprendizaje, pues es el/la que construye los significados y le atribuye sentido a aquello que está aprendiendo, mientras que el/la docente tiene el rol de diagnosticador de ideas previas, motivador, orientador de la acción didáctica e investigador en la acción para valorar los procesos E-A (Vílchez, 2015). Por lo tanto, aprender ciencias es que el alumnado pueda reconstruir los conocimientos a partir de sus ideas previas, en cambio, enseñar ciencias es ayudar al alumnado en este proceso de construcción, a través de la programación de actividades relevantes y la orientación del trabajo del alumnado (Jiménez, 1996). Finalmente, se debe señalar que la práctica constructivista dependerá del modelo constructivista en el que se enmarque, pero en general, estos modelos favorecen a que los/las estudiantes hagan, piensen, hablen sobre lo que piensan, regulen su aprendizaje e interactúen con el resto del alumnado (Vílchez, 2015).

Como ya se ha mencionado existen diversas propuestas constructivistas, entre ellas el modelo didáctico activista y el modelo didáctico de investigación. Este primer modelo, también llamado espontaneísta o para Fernández et al. (1997) artesano hace una crítica al modelo tradicional en lo tocante a las actitudes, valores y normas del alumnado (Rivero

et al., 2017) y tiene como finalidad imbuir al alumnado en la realidad que los rodea (García, 2000). Así, se considera que el verdadero conocimiento se encuentra en dicha realidad (Fernández et al., 1997) y permite al alumnado aprender por sí mismo los conocimientos científicos y desarrollar valores y actitudes que potencien el espíritu científico, la crítica y la creatividad (Fernández et al., 1997). Este modelo tiene una concepción de la ciencia vinculada al empirismo moderado y cercano al inductivismo matizado, en el que las hipótesis y la experimentación sustituyen a la observación como eje vertebrador del proceso científico (Rivero et al., 2017). Además, refleja la investigación científica como una actividad intelectual sumamente relacionada con la creatividad (García, 2000).

Este modelo, como afirma Rivero et al. (2017), democratiza la dinámica escolar, ya que el contenido verdaderamente importante que debe ser aprendido por el alumnado debe ser la manifestación de sus intereses y experiencias (García, 2000) relegando a un segundo plano el carácter intencional de la enseñanza y la figura del profesor como guía (Rivero et al., 2017), porque la realidad debe ser descubierta por el alumnado interactuando con el medio mediante actividades de carácter muy abierto, poco programadas y muy flexibles, en las que el/la docente no debe intervenir, influir o decir nada que él/ella no pueda descubrir por sí mismo/a (García, 2000). El profesorado es un líder afectivo y social que coordina la dinámica de aula (Rivero et al., 2017) pero no es el promotor del aprendizaje ya que este se realiza por ensayo/error (Fernández et al., 1997) y los contenidos conceptuales se aprenden espontáneamente de la realidad (Rivero et al., 2017). Este modelo, usa una metodología por descubrimiento autónomo y espontáneo, en la que los alumnos son los protagonistas (Rivero et al., 2017) ofreciendo así, una visión de la ciencia poco aburrida, ya que parte de los intereses más intrínsecos del alumnado y deja desarrollar su creatividad (Fernández et al., 1997). Consecuentemente, la evaluación se centra en las destrezas y actitudes que el alumnado desarrolla, siendo procesual pero asistemática, ya que se basa en observaciones durante las clases y el análisis de los trabajos o investigaciones (Rivero et al., 2017).

Se puede afirmar que este modelo reniega de la ideología academicista propuesta por Schiro (2013) y se acoge al aprendizaje centrado en el alumno, siguiendo las ideas de movimientos pedagógicos renovadores de los siglos XIX y XX, las pedagogías de Freinet o Decroly relacionadas con el entorno (García, 2000) y en el caso español con el

movimiento de renovación pedagógica que tuvo lugar en los años 70 y 80. Asimismo, este modelo bebe de las ideas constructivistas de Piaget.

El segundo modelo, que tiene sus raíces en el constructivismo, es el modelo didáctico de investigación en la escuela, o descubridor para Fernández et al. (1997), que no se debe confundir con el de descubrimiento, se presenta como una alternativa integradora capaz de superar las deficiencias del modelo tradicional, tecnológico y espontaneista (Rivero et al., 2017), y tiene como objetivo el enriquecimiento del conocimiento del alumnado, promoviendo una visión más compleja y crítica de la realidad, que potencie una participación responsable en la misma (García, 2000). Este modelo considera el aprendizaje desde una óptica constructivista, tanto individual como social (Rivero et al., 2017). Como se ha visto anteriormente, esto significa que el aprendizaje se construye, no se reproduce, por lo tanto, este es un sistema dinámico en constante construcción y reconstrucción que se realiza de forma progresiva y evolutiva. Para IRES (Proyecto “Investigación y Renovación Escolar”) este conocimiento es metadisciplinar, es decir, un conocimiento escolar integrado que adopta significados cada vez más complejos (García, 2000) y que incluye conceptos, procesos, disposición ante las ciencias y contexto social e histórico de las ciencias (Fernández et al., 1997). La ciencia en este modelo no se aborda desde una óptica absolutista, sino que se considera una construcción humana que cambia y evoluciona (Rivero et al., 2017) por lo tanto, este modelo emana del espíritu reflexivo de las teorías clásicas con las corrientes empiristas copernicanas en conjunto con las nuevas corrientes del pensamiento y de filosofía de las Ciencias (Fernández et al., 1997). En este sentido, los datos no son absolutos, sino que derivan de teorías o paradigmas, considerándose estas creaciones humanas ideadas para entender el mundo (Fernández et al., 1997). Siguiendo esta perspectiva constructivista y concepción de la ciencia, este modelo didáctico para la enseñanza de las ciencias se basa en la investigación de problemas escolares relevantes (Rivero et al., 2017), la idea principal es que la mejor manera de que los/las estudiantes aprendan ciencia es haciendo ciencia (Pozo y Gómez, 1998). Así, la enseñanza de las ciencias debe basarse en experiencias que permitan al alumnado investigar y reconstruir los principales “descubrimientos” científicos. (Pozo y Gómez, 1998). La investigación no solo parte de las motivaciones o intereses de alumnado, como en el modelo activista, sino que incluye también las ideas previas y concepciones del alumnado que afectan al proceso de construcción del conocimiento (García, 2000). Es decir, la metodología didáctica de este modelo es un proceso de

investigación escolar llevado a cabo por el alumnado con ayuda del profesor, que parte de un problema de la vida cotidiana o escolar y que se resuelve a través de una secuencia de actividades enfocadas a esa problemática, propiciando la construcción del conocimiento concerniente a dicha problemática (García, 2000). Cabe destacar que la resolución de problemas se aborda a partir de conocimientos previos que posee el alumnado y de las nuevas ideas que se van construyendo o reconstruyendo en el proceso, permitiendo que las ideas iniciales puedan permanecer, modificarse o ser cuestionadas (Fernández et al., 1997). En este modelo, el/la profesor/a actúa como guía, facilitador o coordinador de los procesos de investigación, al contrario del modelo activista, que el profesorado era un mero observador y no interfería en la acción educativa. Por lo tanto, la evaluación se considera el elemento regulador de los procesos E-A, ya que analiza la evolución tanto del alumnado como del profesorado y del trabajo llevado a cabo (Rivero et al., 2017). En este sentido, la evaluación es una herramienta que sirve para reconducir el trabajo del aula, y no solo como una check list de objetivos alcanzados o contenidos aprendidos.

En resumen, este modelo para la enseñanza de las ciencias promueve el aprendizaje usando problemas de la vida cotidiana que deben ser un coctel perfecto de conceptos, procedimiento y actitudes; siendo un modelo, como señala García (2000) difícilmente identificable en la práctica docente.

1.4.6 El aprendizaje como práctica interactiva y compartida: el modelo colaborativo

El individualismo y competitividad creciente en la sociedad, ha desconvocado en la necesidad, desde las escuelas, de crear un clima escolar opuesto que fomente actitudes e inculque valores como la solidaridad, cooperación y colaboración entre el alumnado con el fin de formar ciudadanos que puedan participar activamente en una sociedad cada vez más moderna y multicultural. Aunque cabe subrayar que la competitividad e individualismo siguen estando presentes en la escuela y se siguen fomentando a través del trabajo individual, apuntar en la pizarra a quien se porta mal, las propias familias, la administración con vocablos como eficacia y calidad que contribuyen a una rankinización o los organismos supranacionales con sus programas de evaluación etc., cada vez son más los que creen que la escuela debería alejarse de estos valores y que la educación del futuro pasa por enseñar valores y habilidades que potencien la capacidad de interactuar y trabajar

en grupos heterogéneos (Torrego y Negro, 2012) y aprender a dialogar, convivir y ser solidarios.

Así, el modelo colaborativo, que es, en cierta medida, la evolución del modelo comunicativo (Medina y Domínguez, 2009), desarrollado anteriormente, el cual concebía la interacción como el motor del proceso de E-A, está ligado estrechamente a la globalización y tiene como principio la actividad de enseñanza entendida como una práctica colegiada, interactiva y compartida (Medina y Salvador, 2009). Por lo tanto, el proceso de E-A es una vivencia común que fomenta el liderazgo participativo, la cultura cooperativa y desarrolla un espacio de implicación y co-reflexión entre el profesorado y el alumnado y de ellos entre sí (Medina y Salvador, 2009).

De este modelo emana una de las estrategias actuales más reconocidas en la enseñanza, el aprendizaje cooperativo o trabajo cooperativo o colaborativo, el cual cada grupo o equipo es una célula social, pues se divide a la clase en pequeños grupos heterogéneos, cuyo objetivo es lograr metas comunes (Medina y Domínguez, 2009). Trujillo (2016, en Gómez et al., 2018) lo considera *“la organización de una situación de aprendizaje que genera interacción e interdependencia entre el alumnado dentro de grupos de trabajo que persiguen un mismo objetivo”* (p.82). Este objetivo para Jonshon, Jonshon y Holubec (1999) es que el alumnado mejore su propio aprendizaje y del grupo en su conjunto, y Medina y Domínguez (2009) señalan que los objetivos del grupo están tan vinculados entre sí que solo se pueden conseguir los objetivos propios si los demás consiguen los suyos. Así, la interacción entre el alumnado se convierte en eje del proceso de E-A (Gómez et al., 2018). Sin embargo, el aprendizaje cooperativo no suprime o elimina el trabajo individual, sino que como señalan Jonshon y Jonshon (1991 en Gómez et al., 2018) la intención es que tanto el profesorado como el alumnado sepan cuándo deben utilizar cada estrategia de trabajo. Además, como se viene diciendo en todo el capítulo ni las teorías, ni los modelos, ni las estrategias son incompatibles entre sí, sino que se necesitan todas ellas para enriquecer la enseñanza.

Jonshon, Jonshon y Holubec (1999) señalan que para que el/la docente plantee tareas organizadas cooperativamente ajustadas a sus necesidades y a las de sus alumnos/as y pueda hacer frente a los problemas o necesidades que vayan surgiendo debe tener presente cinco aspectos clave del aprendizaje colaborativo:

- Compromiso individual y grupal significa que el grupo debe asumir unos objetivos o metas comunes y, a su vez, cada miembro del grupo debe contribuir individualmente al grupo y responsabilizarse de su parte del trabajo.
- Interacción estimuladora hace referencia a la cooperación como clave del éxito, supone compartir recursos y conocimientos para fomentar el aprendizaje, además de que el alumnado se respalde, aliente y motive. Además, fomenta el crecimiento y desarrollo personal, desarrolla sentimientos de pertinencia y cohesión y estimula la creatividad y productividad (Jonshon, Jonshon y Holubec, 1995 en Gómez et al., 2018).
- La interdependencia positiva entre los participantes ayudará al alumnado a entender que no pueden tener éxito individualmente si no tienen éxito conjuntamente (Torrega y Negro, 2012). Jonshon, Jonshon y Holubec (1995 en Gómez et al., 2018) señalan que para ello se deben establecer metas claras, premiar los logros puntuales, compartir recursos, asignar tareas y funciones individuales, asumir los roles asignados, respetar las identidades, utilizar la imaginación y actuar frente a problemas y amenazas exteriores.
- Habilidades sociales o interpersonales, para poder llevar a cabo un aprendizaje colaborativo el alumnado no solo de trabajar individualmente, como se ha señalado en el párrafo anterior, sino que también debe complementarlo con el trabajo en equipo, por ello deben desarrollar una serie de habilidades como la empatía, asertividad, participación, implicación, diálogo, resolución de conflictos, toma de decisiones, confianza en el grupo, apoyo mutuo y asunción de responsabilidades sobre los resultados (Jonshon, Jonshon y Holubec, 1995 en Gómez et al., 2018). Cabe señalar, que el profesorado no debe dar por sentado que el alumnado ya posee dichas habilidades, sino que estas deben ser aprendidas, y por lo tanto es tarea del/la docente promoverlas.
- Evaluación grupal, esta evaluación se parece poco o nada a la actual evaluación escolar sumativa, hace referencia al análisis que debe realizar el grupo de trabajo y el/la docente con respecto a la consecución de los objetivos establecidos. Es la oportunidad para hacer una evaluación del proceso de aprendizaje que se está llevando a cabo y poder reconducirlo. Por lo tanto, con esta evaluación o, mejor dicho, coevaluación, se trata de desarrollar el sentido crítico del alumnado,

premiar el trabajo en equipo y evitar la competitividad (Jonshon, Jonshon y Holubec, 1995 en Gómez et al., 2018).

En definitiva, algunas investigaciones señalan que el aprendizaje colaborativo mejora tanto el desarrollo académico, como personal y social del alumnado (Johnson, Jonshon y Holubec, 1999), sin embargo, antes de poner punto a este apartado, me gustaría destacar que no debe confundirse el aprendizaje cooperativo con el trabajo en grupo que se utiliza actualmente en las aulas como herramienta de enseñanza-aprendizaje , ya que juntar a un grupo de personas para que trabajen juntas no implica que estos trabajen cooperativamente, en ocasiones se limitan a socializar los asientos y no el aprendizaje (Cazden, 1991 en Ramírez, 2016) además, en contraposición, el aprendizaje colaborativo valora el potencial educativo de la socialización y las relaciones interpersonales.

CAPÍTULO 2: CIENCIA ESCOLAR Y ACTITUDES HACIA LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

2.1 Introducción: La educación científica y tecnológica

Desde la ciencia, la educación y la política se ha subrayado el papel innegable que tanto la ciencia como la tecnología juegan en el desarrollo social de los países a través de las aplicaciones científicas y tecnológicas (Vázquez y Manassero, 2009a), puesto que la ciencia es considerada la base del desarrollo humano, y entendida, como producción de conocimiento y su transferencia - que genera innovación y productividad - (González-Weil, Cortéz, Bravo, Ibaceta, Cuevas, Quiñones, Maturana y Abarca, 2012) y como desarrollo de la capacidad crítica de la sociedad – que contribuye a la inclusión y equidad social - (Alberts, 2008 en González-Weil et al. 2012), siendo esta última especialmente relevante para nosotras. Creemos que, tanto la ciencia y la tecnología, y por ende, la educación científica contribuirán a la formación de “buenas personas”, que según Nussbaum en Vázquez (2018) son aquellas que *“ se preocupen por el bienestar común y por lo común, que no sean egoístas, defiendan una economía sostenible, cuiden y protejan la diversidad de la vida, se preocupen por el otro y la otra, asuman la responsabilidad compartida, tomen para sí la idea de que tanto lo colectivo como lo personal es político, luchen por lograr políticas emancipatorias y no opresoras etc., en definitiva, actúen para construir un mundo justo, democrático, inclusivo, sostenible y humanitario”* (p. 12), si, y solo si, superamos la ciencia heredada del positivismo lógico y centrada en la racionalidad fuerte, es decir, una ciencia centrada exclusivamente en la epistemología, y damos cabida a un modelo de ciencia en el que inciden factores sociales y el cual considera a la ciencia una actividad humana (Izquierdo, 2000).

En este sentido, Echevarría (1995 en Izquierdo, 2000) apunta que para comprender la ciencia es necesario ir más allá de la epistemología y recurrir también a la axiología - sistema de valores que justifica las acciones humanas -, ya que la ciencia no puede desvincularse del contexto en el que se enmarca - el cual está formado por personas que no trabajan aisladas, sino que lo hacen en base a unos valores sociales que definen lo que se debe hacer y lo que no -. Entonces, el autor propone transitar del concepto de ciencia al concepto actividad científica para hacer hincapié en la multitud de ángulos que componen la actividad científica, y subrayar que la elaboración del conocimiento es solo uno de los muchos otros aspectos de esta, recalcando, por lo tanto, que la actividad científica no trata

solo de entender el mundo sino de transformarlo (Hacking, 1983 en Izquierdo, 2000). Para Echevarría (1995 en Izquierdo, 2000) la actividad científica se desarrolla en cuatro ámbitos que interactúan entre sí: innovación, justificación, aplicación y enseñanza, siendo este último en que compete a esta investigación.

La enseñanza de las ciencias ayuda a establecer los aspectos normativos teóricos y prácticos compartidos por la comunidad científica y a partir de los cuales trabajan e innovan (Izquierdo, 2000). Sin embargo, no es lo mismo la actividad científica que la actividad científica escolar, la cual tiene como objetivo construir un conocimiento justificado que coincida con el conocimiento normativo de las ciencias, y, además, desarrollar el pensamiento crítico y ético (Izquierdo, 2000). Por lo tanto, no es lo mismo la ciencia que la ciencia escolar, ya que en la segunda es necesario, como señala Cañal et al. (2016), un proceso de transposición didáctica que tenga en cuenta las características psicocognitivas del alumnado y pueda contribuir al desarrollo de la alfabetización científica de los/las educandos/as. Así, la ciencia escolar no es una simple simplificación de la ciencia, sino que es una aproximación a esta mediante el planteamiento de modelos, el uso de diferentes registros semióticos y de procedimientos que resulten comprensibles para el alumnado (Cañal et al., 2016), para que este pueda comprender fenómenos del mundo, hacer predicciones e interactuar con él de forma crítica y responsable (Cañal et al., 2016). En definitiva, para preparar al alumnado para un mundo que no existe pero que se estima deseable (Izquierdo, 2000). Sin embargo, como señala esta autora, aunque esta “utopía” ayuda a que la sociedad progrese, no todas las personas tienen los mismos puntos de vista en cuanto a lo que es deseable para un futuro, aconteciendo lo mismo en la educación científica, que no siempre ha tenido las mismas finalidades que en la actualidad. En su primera etapa, a principios del siglo XX, su fin era desarrollar las capacidades generales de los alumnos, y, no fue hasta la segunda etapa cuando se empezó a reconocer la importancia de la enseñanza de las ciencias per se (Rivero et al., 2017). Este cambio de concepción no fue un hecho aislado, sino que coincidió con la creciente valoración de la ciencia en la sociedad, es decir, cuando se empezó a vislumbrar cómo los avances científicos y tecnológicos contribuían al desarrollo de los países. Consecuentemente, el objetivo de la educación científica se situó en la adquisición de conocimientos y métodos de la ciencia, no en un sentido estricto de la palabra ya que no se intentaba fomentar una ciencia propedéutica, sino entendida como imprescindible de los conocimientos, procedimientos y actitudes de la ciencia para la formación del

alumnado (Rivero et al., 2017). Sin embargo, como apuntan Rivero et al. (2017) la realidad de las escuelas ha sido y sigue siendo diferente, ya que la ciencia escolar adoptó una finalidad propedéutica, que se ha traducido en una enseñanza abstracta y descontextualizada de los contenidos, y si hay suerte, de los métodos, incapaz de promover aprendizajes significativos y derivando en la actual crisis de la educación científica.

Actualmente, y debido a esta crisis, la educación científica se encuentra en su tercera etapa, que tiene como consigna la formación de una ciudadanía competente, crítica y participativa y cuyo objetivo es *“la construcción de nuevas formas de sentir, pensar y actuar relacionadas con el pensamiento científico y que posibiliten a toda la ciudadanía del planeta alcanzar una vida digna en un entorno sostenible”* (Pujol, 2007 en Rivero et al., 2017, p.77). Para ello, estos autores apuntan a que la educación científica debe enriquecer el conocimiento cotidiano del alumnado con aportaciones del conocimiento y actividad científica, es decir, enseñar una ciencia que ayude a complejizar el conocimiento de los alumnos, que promueva el desarrollo de diferentes habilidades como la observación, el análisis, la comunicación, la argumentación, entre otras, y no solo las “propias de la ciencia”, y fomentar valores que son necesarios para el ejercicio de la ciudadanía - honestidad, perseverancia, espíritu crítico, trabajar en equipo, pensar en nuevas interpretaciones distintas a las aceptadas etc.-. Para conseguir este objetivo, la idea de relevancia de la ciencia escolar es esencial para la educación científica (Vázquez y Manassero, 2009b), sin embargo, este concepto es multifacético y cambia según las respuestas a unas preguntas clave: ¿qué es relevante?, ¿para quién es relevante?, ¿para qué es relevante? y ¿quién decide lo que es relevante? (Vázquez y Manassero, 2009b). Estas preguntas ofrecen diversas posibilidades de respuesta, en tanto que Aikenhead (2003 en Vázquez y Manassero, 2007b) ha propuesto siete categorías para la relevancia que se pueden solapar entre sí:

- Ciencia propedéutica: Es una ciencia orientada a continuar estudios científicos y, por lo tanto, encaminada a la superación de los exámenes externos. Incluye contenidos convencionales de la ciencia, orientados a un positivismo lógico, y suele ser poco interesante para el alumnado excepto para los pocos que quieren proseguir sus estudios en el ámbito científico-tecnológico.
- Ciencia social: Orientada a que todos los individuos sean capaces de enfrentarse a cuestiones tecnocientíficas de interés público y, consecuentemente, tomar

decisiones sobre las mismas en el día a día y ejercer una ciudadanía participativa y crítica.

- Ciencia funcional: Su objetivo es proporcionar las capacidades necesarias para el desarrollo profesional en el ámbito de la ciencia y tecnología.
- Ciencia seductora: Es la que aparece frecuentemente en los medios de comunicación, intenta conseguir público a través del sensacionalismo y suele derivar en una imagen estereotipada y distorsionada de la ciencia y tecnología.
- Ciencia doméstica: De carácter práctico, está dirigida al uso de la ciencia y tecnología en la vida cotidiana y suele estar compuesta por contenidos de carácter transversal como higiene, salud, nutrición, educación sexual, etc.
- Ciencia curiosa: Surge de los intereses individuales y personales de cada individuo. En lo tocante a la enseñanza, se debería partir de los intereses del alumnado puesto que ellos deciden lo que es relevante.
- Ciencia cultural: Los hábitos culturales o cultura en la que se enmarca el/la estudiante es el referente para determinar lo que es relevante, por lo que esta categoría puede incluir categorías anteriores. Pretende fomentar contenidos interdisciplinarios más centrados en la cultura de la sociedad que en las propias disciplinas científicas (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

Por consiguiente, en función de la perspectiva educativa de la ciencia en la que nos situemos se promoverán diferentes tipos de currículos de ciencia y tecnología. En el caso del currículum actual estaríamos hablando de un currículum propedéutico, puesto que excluye factores sociales, culturales o afectivos en la didáctica de las ciencias (Vázquez y Manassero, 2007a). Esto ha derivado en que la educación se lleve enfrentando, en los últimos años, a un gran problema: la crisis de la educación científica, concretamente a la falta de interés hacia la ciencia en la escuela (Vázquez y Manassero, 2008). Para Vázquez et al. (2005) esta crisis, aunque es consecuencia de los problemas generales de la educación actual, también tiene unas características propias:

- El descenso permanente del número de estudiantes de ciencia y tecnología en la universidad, siendo uno de los desencadenantes las actitudes negativas hacia la CyT, ya que forman parte de la base de las decisiones.
- Las visiones distorsionadas de la ciencia y tecnología.
- La escasa alfabetización científica-tecnológica.

- El abandono de la esfera afectiva por parte de la educación científica de carácter propedéutico causa que el alumnado perciba la ciencia escolar como autoritaria, difícil, aburrida etc y provoca su rechazo o evasión.

Asimismo, también tiene unos hechos desencadenantes también propios. Vázquez y Manassero (2005) sugieren que las actitudes negativas y la falta de interés hacia la ciencia escolar se debe a los currículos excesivamente recargados, desfasados y poco relevantes, a los contenidos difíciles y aburridos, al profesorado poco innovador, a la imagen estereotipada de la ciencia y tecnología y de los/las científicos/as, a la brecha entre la ciencia que se enseña en los libros de texto y la actual tecnociencia de la vida cotidiana y a la desmitificación de los científicos/as e ingenieros/as. Murphy y Beggs (2003), al igual que el autor y autora anteriores, señalan al profesorado, al contenido del currículo, a la falta de trabajo práctico o a la excesiva orientación de las clases hacia la preparación de exámenes como las causas de este declive actitudinal. Mientras que Gilbert, Bulte y Pilot (2011) atribuyen el problema al currículum, un curriculum fragmentado y recargado con hechos y conceptos aislados que dificultan que el alumnado pueda establecer relaciones entre ellos - imposibilitando la transferencia de conocimiento a otras situaciones diferentes de las cuales fueron adquiridos - y conducen a incoherencias en los conceptos adquiridos por el alumnado – que no logra construir un mapa mental amplio -, a la escasa relevancia de los contenidos para la vida diaria del alumnado, e incluso, llegan a apuntar a la confusión en torno a las razones por las cuales los/las estudiantes deben aprender ciencia.

Llegados a este punto nos parece importante subrayar que la crisis de la ciencia escolar es un hecho, y, aunque cuya solución no pasa solamente por contextualizar la actividad científica y enriquecer el conocimiento cotidiano del alumnado con esta, aunque ciertamente es un elemento clave para resolverla como apunta Martin (2002), sino que también pasa por la necesidad de prestar atención a las metas y objetivos de la educación que se está promoviendo. Así, nos parece importante recordar las metas del aprendizaje de la ciencia y tecnología pues, en muchas ocasiones, parecen olvidadas dentro de las aulas y los currículums y son fundamentales tanto para la mejora de la educación científica como para, como veremos más adelante, el desarrollo de la alfabetización y competencia científicas, ya que el punto de mira de las políticas educativas, y sobre todo en éste ámbito bajo el nuevo movimiento STEM, se sitúa sobre la formación orientada al mundo laboral y al mercado competitivo (Vázquez, 2018). Para Hodson (2014) estas

cuatro metas son: aprender ciencia – conocimientos teóricos y conceptuales–, aprender sobre ciencia - entender las características de la investigación científica, el rol y el estatus del conocimiento que genera, las circunstancias sociales e intelectuales que rodean al desarrollo de teorías científicas, las formas en las que la comunidad científica opera y que concienciar sobre las complejas relaciones entre la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente -, hacer ciencia – resolución de problemas e indagación – y abordar problemas socio-científicos – desarrollar habilidades críticas para hacer frente a cuestiones personales, sociales, económicas, ambientales y ético- morales relativas a los problemas socio-científicos. Consideramos relevante hacer hincapié en las tres últimas metas, pues la primera de ellas – aprender ciencia – es la que configura y a la que tiende la educación científica actual y la que ha desencadenado, como se ha visto, la crisis de la educación científica. Así, estas tres metas, que hacen referencia al contexto, a las características de la investigación científica y a la interrelación entre la ciencia, tecnología y sociedad, como ya se ha visto, son los principales elementos de la crisis de la educación científica que se deben atajar. En línea con estas tres metas, Cutcliffe (1990) en Martín (2002), apunta a que el alumnado debe ser capaz de buscar información relevante, analizarla y evaluarla, tomar decisiones sobre la acción apropiada, reflexionar sobre los valores implicados en la ciencia y la tecnología, y aceptar que la propia decisión está basada en valores. Es decir, estas metas se vinculan a la enseñanza para la comprensión que describe Vázquez Recio (2010), una educación que transgreda a la adquisición de resultados memorísticos o rituales, y que permita que alumnado desarrolle su propia comprensión a través del aprendizaje de nuevo conocimiento. Para ello es imprescindible superar el modelo educativo que prima los conocimientos que ofrezcan resultados inmediatos, prácticos, de respuesta definida y controlada, tangible y rentables (Vázquez, 2018), y recurrir a un enfoque de aprendizaje diferente al que solemos encontrar en las aulas, un enfoque más indirecto y práctico que permita crear condiciones y ambientes que faciliten la creación de comprensión por parte del alumnado (Angulo, 2005 en Vázquez, 2010), es decir, queremos que el alumnado llegue a ser “*científicos, pensadores críticos, solucionadores de problemas y adoptadores de decisiones basadas en valores*” (Vázquez, 2010, p. 339).

En este sentido, para impulsar una educación científica que permita la adquisición de un aprendizaje significativo y la comprensión – habilidad para pensar flexiblemente con lo que uno conoce (Vázquez, 2010, p. 339) - una educación científica que permita al alumnado aprender ciencia, aprender sobre ciencia, hacer ciencia y abordar problemas

socio-científicos, es imprescindible que los contenidos de la ciencia escolar posean dos características: contextualización y funcionalidad (Martín, 2002). Ya que, la motivación del alumnado está estrechamente ligada a la funcionalidad, es decir, en cuanto más útil sea el aprendizaje para el alumnado - entendido como facilitar la comprensión del mundo, expresar opiniones y tomar decisiones - mayor será su motivación, en este caso, hacia la ciencia escolar; siendo, para ello, fundamental el contexto, es decir, desarrollar los conceptos y actividades en diferentes ámbitos de la vida cotidiana del alumnado en vez trabajarlos exclusivamente en el contexto académico, ya que la transferencia del conocimiento de un contexto a otro es extremadamente difícil para el alumnado.

2.2 Ante la crisis de la ciencia escolar

La importancia de la educación científica es innegable, pues, como ya se ha venido señalando, la ciencia y la tecnología incide directa y profundamente en la vida de los individuos e influencia numerosos aspectos de nuestra vida cotidiana. Por ello, es imprescindible que las personas tengamos la máxima información científica posible, ya que esto nos permitirá tomar decisiones fundamentadas en nuestra vida diaria en relación con la ciencia y la tecnología; es decir, cuanto más elevado sea nuestro nivel de alfabetización científica, más preparados estaremos para tomar decisiones - de diversa índole - en una sociedad que prima el desarrollo científico y tecnológico (Laspra, 2018). Así, Guinovart (2017 Esquerra, Fernández-Sánchez y Magaña, 2015) apunta a que *“solo una sociedad con un adecuado nivel de educación científica puede evitar ser manipulada (...) y es capaz de tomar decisiones basadas en la evidencia sobre temas de la mayor trascendencia para nuestro bienestar e incluso nuestro futuro como especie”* (p. 493). De hecho, son muchos los informes internacionales que coinciden en señalar la importancia de dotar a la sociedad de unos niveles mínimos de formación científica (UNESCO, 1994; OCDE, 2007; EU, 2010; en Esquerra et. al, 2015), ya que esto permitirá a las personas comprender y analizar de manera crítica, autónoma y responsable las situaciones - con contenidos científicos - que acontecen a su alrededor (Kolsto, 2006 en Esquerra, et al. 2015). Es por esto por lo que la educación científica debe despertar sentimientos de responsabilidad, interés y participación en la toma de decisiones en el ámbito científico (Vázquez y Manassero, 2007b). Sin embargo, la educación científica actual no está ni concebida, ni capacitada para la consecución de este objetivo debido a su excesiva orientación positivista. Harlem, ya en 1985 (Paixao y Cachapuz, 1999),

señalaba que la enseñanza de las ciencias debía ir más allá de los contenidos científicos y destacaba la necesidad de promover la educación de procesos, conceptos y actitudes; resultando necesario una reorganización de los objetivos que posibilite que la ciencia escolar deje a un lado su carácter propedéutico y empiece a proporcionar una formación científica que pueda ser aplicada a situaciones de la vida personal, laboral y social (Pedrinaci, 2012). Esta perspectiva es lo que entendemos por alfabetización científica.

La alfabetización científica ha ido cobrando mayor importancia a raíz de la Conferencia Mundial sobre Ciencia para el S.XXI de la UNESCO, en la que se confirió a la educación científica y tecnológica la etiqueta de imperativo estratégico para la sociedad, y que generó que la inmensa mayoría de los países la establecieron como su meta prioritaria (Cañal et al., 2016). Desde aquellas, la alfabetización científica se ha convertido en una cuestión clave en el ámbito de la educación y el fin último de la ciencia escolar, no sólo por dotar a las personas de unas herramientas intelectuales para comprender los fenómenos naturales y tecnológicos, sino también por la necesidad de capacitarlas para entender los problemas cotidianos de la sociedad actual, participar activa y críticamente en sus análisis y tomar decisiones fundamentadas (Cañal, García-Carmona y Cruz-Guzmán, 2016). En este sentido, Laspra (2018) apunta a que la alfabetización científica, al facilitar una mayor comprensión de los procesos y productos de la ciencia, conseguirá disminuir los recelos y la desconfianza pública hacia la ciencia y la tecnología y, alentará la investigación científica y sus avances. Mientras que para Harlen (2001), ésta permitirá y facilitará a la ciudadanía la toma de decisiones relacionadas con su bienestar personal, social y del medio ambiente. Martín (2002), a este respecto, pero poniendo el foco de atención en el alumnado, afirma que la alfabetización contribuye a que el alumnado sea capaz de comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad, es decir, participar democráticamente en la misma y ejerciendo una ciudadanía responsable. De todas estas líneas se puede inferir que la alfabetización científica está estrechamente ligada y promueve la educación para la ciudadanía, pues la alfabetización, posibilita que el alumnado pueda tomar conciencia de que no todo está predeterminado por la biología, economía o tecnología, sino que es una responsabilidad colectiva participar activa y responsablemente tanto sobre los problemas sociales como del mundo (Martín, 2002).

Llegados a este punto, nos resulta necesario conceptualizar el término alfabetización científica, pues, aunque ya se han presentado breves pinceladas y atributos de este concepto, nos parece imprescindible subrayar algunas definiciones que han ido

desarrollando diversos autores a lo largo de los años e ilustrar, así, las diversas acepciones que se encuentran bajo el paraguas de la alfabetización científica y que recogen algunas de sus características más relevantes.

En primer lugar, he de destacar la definición propuesta por Benjamin Shen, que ha tenido un gran impacto en la literatura científica (Laspra, 2018). De acuerdo con el autor la alfabetización científica significa “*comprender mejor la ciencia y sus aplicaciones para así poder aprovechar sus beneficios y evitar sus riesgos*” (Shen, 1945; en Laspra, 2018, p. 22). Sin embargo, la importancia de la propuesta de Shen no radica simplemente en la propia definición del término alfabetización, sino por proponer tres tipos de alfabetización científica, que han abordado la relación entre la ciencia y la sociedad (Laspra, 2018). Así, Shen propone la alfabetización científica práctica, cívica y cultural. La primera hace referencia al tipo de alfabetización que se necesita para tomar decisiones en el día a día, es decir, es el conocimiento que permite saber que hay detrás de frases como “Ph neutro”, “sin conservantes y colorantes” o que resulta útil para comprar un dispositivo electrónico. Mientras que la segunda, la alfabetización científica cívica, está estrechamente ligada con nuestro rol como ciudadanos, es decir, tiene como objetivo que la sociedad adquiera una mayor consciencia de cómo la ciencia y la tecnología influye e impacta en nuestras vidas. La última, la alfabetización científica cultural, está motivada por el deseo de saber más sobre la ciencia y tecnología por entenderse que es uno de los mayores logros de la humanidad, y el autor considera que será la herramienta capaz de limitar las creencias en pseudociencias (Laspra, 2018).

En segundo lugar, destacar las definiciones propuestas por Bybee y la NTSA, por vincular la alfabetización científica con el desarrollo de las capacidades ligadas al ejercicio de la ciudadanía y por entender la ciencia como un producto cultural humano. Así, para Bybee (1997 en Pedrinaci, 2012), la alfabetización científica significa que:

una persona puede preguntar, hallar o dar respuesta a cuestiones que su curiosidad le plantea diariamente. Significa que una persona es capaz de describir, explicar y predecir fenómenos naturales. La alfabetización científica implica que la persona puede identificar los temas científicos que determinan las decisiones políticas y expresar posiciones informadas científica y tecnológicamente. Un ciudadano científicamente alfabetizado debe ser capaz de valorar la calidad de la información científica basándose en la fuente de la que procede y en los métodos utilizados

para generarla. La alfabetización científica también implica tener la capacidad de valorar los argumentos que se derivan de los hechos establecidos y llegar a conclusiones. (Bybee, 1997 en Pedrinaci et al., 2012, p. 24).

La NSTA (1982 en Sabariego y Manzanares, 2006), en la misma línea que Bybee, señala que una persona alfabetizada científicamente es aquella:

capaz de comprender que la sociedad controla la ciencia y la tecnología a través de la provisión de recursos, que usa conceptos científicos, destrezas procedimentales y valores en la toma de decisiones diaria, que reconoce las limitaciones así como las utilidades de la ciencia y la tecnología en la mejora del bienestar humano, que conoce los principales conceptos, hipótesis, y teorías de la ciencia y es capaz de usarlos, que diferencia entre evidencia científica y opinión personal, que tiene una rica visión del mundo como consecuencia de la educación científica, y que conoce las fuentes fiables de información científica y tecnológica y usa fuentes en el proceso de toma de decisiones.

De todas las definiciones recogidas anteriormente, se puede deducir que la alfabetización científica se fundamenta en la necesidad de formar ciudadanos capaces de desenvolverse en la sociedad actual y que conozcan el papel que juega la ciencia y la tecnología en sus vidas y en la sociedad. Por ello, es imprescindible que, desde la enseñanza de las ciencias, si se tiene como objetivo alfabetizar científicamente al alumnado, se empiece por establecer unos vínculos claros entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, y que no promueva una visión positivista de la ciencia – una ciencia desarrollada por unos genios llamados científicos que actúan al margen social o de los intereses sociales - que se ha venido reproduciendo durante estos años, perpetuando las visiones distorsionadas de la ciencia a las que haremos referencia posteriormente. Por ello, como se concretará a posteriori, en los enfoques de enseñanza de la ciencia y la tecnología, el enfoque CTSA es un fuerte aliado de la alfabetización científica, por poner el foco de atención en la formación de ciudadanos competentes y responsables capaces de tomar decisiones críticas y razonadas ante diversos problemas socioambientales (Solbes y Vilches, 2004). Consecuentemente, el objetivo de alfabetizar científicamente al alumnado es incompatible con una enseñanza de las ciencias exclusivamente propedéutica (Acevedo, 2004), ya que la alfabetización implica no solo el uso de conocimientos, sino también de habilidades que permitan que los individuos puedan enfrentarse a razonamientos que

involucran contenidos científicos y tecnológicos. Por lo tanto, para formar ciudadanos alfabetizados científicamente, es imperativo dotar al alumnado de un desarrollo competencial básico en educación científica (Cañal et al., 2016). En esta última proposición se hace alusión al término competencia - un término que ha ido cobrando importancia en los últimos años y que ha sido germinado por la OCDE - que ocasionará una problemática terminológica en torno a la alfabetización y competencia científica, debido a su pluralidad de significados (Weinert, 1999), que dificulta la delimitación por parte de los didactas de las ciencias de estos dos conceptos. En tanto que, en ocasiones, un mismo autor - Pedrinaci (2012) - expone las ventajas de la sustitución del término alfabetización por el de competencia y posteriormente los propone como complementarios. Mientras que García-Carmona, Criado y Cañal (2014) en su artículo utilizan estos términos indistintamente, como si de sinónimos se trataran. Como se expondrá posteriormente, a nosotras nos parece imprescindible mantener su separación porque, aunque somos conscientes de que si nos atenemos a la epistemología de la ciencia las diferentes no son salientables, desde la axiología estas diferencias comienzan a ponerse de relieve.

En términos educativos, a pesar de que en Europa situamos el nacimiento de las competencias en manos de la OCDE, se empieza a hablar de competencias en el año 1992 cuando la SCANS – The Secretaries Commission on Achieving Necessary Skills – establece un conjunto de destrezas que deben adquirirse en el sistema educativo elemental para hacer frente a las exigencias de un mundo laboral cambiante (Estrada, 2012). Así, aunque las competencias no surgieran con la OCDE, el discurso econocimicista sigue estando presente en su nacimiento, y esto será uno de los elementos más relevantes de este nuevo concepto.

En el año 2003, la OCDE, saca a la luz el proyecto DeSeCo (Definition and Selection of Competences), que se venía cocinando desde el año 1997 y cuyo objetivo era *“brindar un marco conceptual firme para servir como fuente de información para la identificación de competencias clave y el fortalecimiento de las encuestas internacionales que miden el nivel de competencia de jóvenes y adultos”* (OCDE, 2005, p.4). Como señala, De la Orden (2011), este proyecto sirvió de base a las pruebas PISA – de las que se hablará posteriormente - a partir del año 2000. La OCDE define competencia como *“la capacidad de responder a las demandas complejas y realizar tareas diversas de forma*

adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para conseguir una acción eficaz.” (Orden ECD/65/2015, p.1). Rivero et al. (2017) señalan que, por lo tanto, las competencias no tan solo conceptos, habilidades o actitudes, sino que es una movilización de todos ellos, teniendo por lo tanto un carácter integrador. Además, establecen que la movilización de estas debe ser aplicada en múltiples contextos, diferentes de donde se adquirieron. Por lo tanto, la competencia debe tener un carácter teórico-práctico, ya que no se trata solo de aprender un contenido concreto, sino de que el/la alumno/a pueda movilizar ese conocimiento y pueda usarlo para pensar y actuar (Rivero et al., 2017).

Los países europeos, través de las Recomendación del parlamento europeo sobre las competencias clave para el aprendizaje (2006/962/CE), fueron incorporando a sus currículos las *competencias*. España fue uno de los primeros en implantar en su curriculum las competencias, pues éstas se contemplaron por primera vez en el currículum de la LOE que fue derogada en 2006; y siguen configurando en la actualidad el currículum español a través de la LOMCE (2013) y la orden ECD/65/2015 en las que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Sin embargo, como se ha visto, el proyecto DeSeCo o la Recomendación del parlamento europeo no fueron en sí el origen del actual movimiento en pro de la educación basada en competencias, sino que fueron manifestaciones relevantes de este (De la Orden, 2011) y los que hicieron posible que la educación basada en competencias se materializara en la UE. La relación entre las competencias propuestas por el proyecto DeSeCo (OCDE, 2005) y las competencias planteadas por la recomendación del parlamento europeo es limitada. Pues, el primero establece tres grandes categorías de competencias: “usar herramientas de forma interactiva”, “interactuar en grupos heterogéneos” y “actuar de forma autónoma” que se adquieren a través de una serie de habilidades. Así, las competencias del proyecto DeSeCo son mucho más globales y, en cierta medida, transversales, ya que todas las áreas curriculares pueden contribuir al desarrollo de estas competencias. Sin embargo, la recomendación del parlamento europeo se refiere a ocho competencias clave, algunas de ellas más generales como “aprender a aprender”, “competencia digital”, “sentido de iniciativa y espíritu emprendedor” – que hace visible las raíces y orígenes de las competencias –, y otras más específicas – que pueden deberse

evolución del proyecto DeSeCo y a su concreción según áreas curriculares - como: “comunicación en lengua materna” y “comunicación en lenguas extranjeras” que la orden ECD/65/2015 en España las contemplará como “comunicación lingüística”, y, la que aquí nos compete: “competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.”.

Sin embargo, cabe preguntarse si, a pesar de que tanto la Orden ECD/65/2015 como la recomendación del parlamento europeo sobre las competencias clave para el aprendizaje formulen estas dos competencias en una sola proposición, efectivamente las competencias son un paso adelante en la búsqueda de la interdisciplinariedad y la consecución del ansiado enfoque STEM o, simplemente, se queda en un intento infructuoso o una promesa nunca cumplida.

En primer lugar, parece imprescindible aludir a la formulación de la competencia: “competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología”. Como se puede observar se alude dos veces al término competencia y se recurre para su unión a la conjunción y – que se suele emplear habitualmente como suma o adición –. Además, tanto la orden ECD/65/2015 como la recomendación del parlamento europeo 2006/962/CE contemplan separadamente la competencia matemática y la competencia científica tecnológica en sus definiciones, asignándoseles, incluso, letras para hacer más clara su separación. Formulándose en el apartado A) la competencia matemática, y en el B) la competencia básica en ciencia y tecnología. De este modo, la competencia matemática es definida por la recomendación del parlamento europeo 2006/962/EC como: *“la habilidad para desarrollar y aplicar el razonamiento matemático con el fin de resolver diversos problemas en situaciones cotidianas”* (p.6). Y por la orden ECD/65/2015 como: *“la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto”* (p. 6993). Estas dos definiciones no distan mucho entre sí, al contrario que las propuestas para las competencias básicas en ciencia y tecnología. Así, la recomendación europea 2006/962/EC, a pesar de concretar esta competencia en una sola definición, contempla separadamente la competencia científica y la competencia tecnológica, exponiendo lo siguiente: *“La competencia en materia científica alude a la capacidad y la voluntad de utilizar el conjunto de los conocimientos y la metodología empleados para explicar la naturaleza, con el fin de plantear preguntas y extraer conclusiones basadas en pruebas. Por competencia en materia de tecnología se entiende la aplicación de dichos conocimientos y metodología en respuesta a lo que se percibe como deseos o necesidades*

humanos” (p.6). Aunque las vincula, al final de la definición con la frase siguiente: *“Las competencias científica y tecnológica entrañan la comprensión de los cambios causados por la actividad humana y la responsabilidad de cada individuo como ciudadano”* (p.6). En contraposición, la orden ECD/65/2015 define conjuntamente la competencia científica y tecnológica, estipulando lo siguiente:

Las competencias básicas en ciencia y tecnología son aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde acciones, tanto individuales como colectivas, orientadas a la conservación y mejora del medio natural, decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida y el progreso de los pueblos. Estas competencias contribuyen al desarrollo del pensamiento científico, pues incluyen la aplicación de los métodos propios de la racionalidad científica y las destrezas tecnológicas, que conducen a la adquisición de conocimientos, la contrastación de ideas y la aplicación de los descubrimientos al bienestar social. Las competencias en ciencia y tecnología capacitan a ciudadanos responsables y respetuosos que desarrollan juicios críticos sobre los hechos científicos y tecnológicos que se suceden a lo largo de los tiempos, pasados y actuales. Estas competencias han de capacitar, básicamente, para identificar, plantear y resolver situaciones de la vida cotidiana –personal y social– análogamente a como se actúa frente a los retos y problemas propios de la actividades científicas y tecnológicas. (p. 6994).

Así, podemos afirmar que la definición propuesta por la recomendación europea es un tanto reduccionista ya que sigue contemplando separadamente la ciencia y la tecnología e incluso reproduce una visión distorsionada de la ciencia y la tecnología considerando a esta última como un producto o una aplicación de la ciencia. Además, aunque sí que hace referencia a como la ciencia y la tecnología configuran el mundo que nos rodea, no se alude a como la actividad humana influye en el desarrollo científico-tecnológico y a su vez, como estos configuran una nueva humanidad. Asimismo, y aunque la definición propuesta por la orden ECD/65/2015 contemplan conjuntamente la ciencia y la tecnología y no aplica una visión reduccionista de esta última, esta competencia tampoco refleja la conexión entre ambas y sigue reproduciendo una visión descontextualizada de la ciencia vista como una actividad socialmente neutra – que se explica en el siguiente apartado: visiones distorsionadas de la ciencia y la tecnología -. Además, cabe preguntarse a qué

se refieren con un desarrollo competencial básico en ciencia y tecnología y por qué es la única competencia que debería desarrollarse básicamente.

Con todo esto, queremos exponer que la transversalidad que proclaman las competencias, a través de declaraciones como: *“todas las áreas o materias del currículo deben participar, desde su ámbito correspondiente, en el desarrollo de las distintas competencias del alumnado”*, *“todas las áreas y materias deben contribuir al desarrollo competencial”* o *“la adquisición eficaz de las competencias clave por parte del alumnado y su contribución al logro de los objetivos de las etapas educativas, desde un carácter interdisciplinar y transversal, requiere del diseño de actividades de aprendizaje integradas que permitan avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo”* (p. 6989), es una mera falacia, y acabaría con la presunta novedad de las competencias que residía, según Pedrinaci (2013), en que los proyectos de competencia científica, al contrario que los proyectos de alfabetización científica que se limitan la enseñanza de esta área de conocimiento, forman parte de un conjunto de competencias – denominadas clave - que afectan a todas las áreas curriculares, de manera que su aplicación en el aula no resultará una excepción, proporcionando más viabilidad y coherencia a la propuesta. Cabe preguntarse: ¿cómo en un currículo tan fragmentado en materias, bloques de contenidos y con estándares de evaluación tan específicos, a pesar de las competencias, se va a hacer efectiva la transversalidad en educación? Además, al mantener la separación entre la competencia matemática y la competencia en ciencia y tecnología – a pesar de contemplarla como una sola competencia – se perpetúa su separación, que se puede deber a que, aunque las competencias teóricamente promueven un conocimiento integral y aplicable a situaciones reales y diferentes contextos y están ligadas a la ideología de la eficiencia social propuesta por Schiro (2013), en la realidad, en los currículos, sigue habiendo un fuerte componente de la ideología curricular academicista. Por lo tanto, se puede afirmar que las competencias, ateniéndonos a sus delimitaciones, van a facilitar del mismo modo y en la misma medida que la alfabetización el tan aclamado enfoque STEM – para los que se atienen y se acogen a las competencias, en vez de a la alfabetización, por su carácter integral y transversal -.

Una vez concluida esta delimitación del término competencia y una reflexión acerca de su transversalidad, nos gustaría subrayar tres cosas, en primer lugar, que este debate, en torno a la competencia y la alfabetización científica, no está tan vivo en el mundo anglosajón, puesto que ellos emplean el término “scientific literacy” para referirse tanto

a la alfabetización científica como a la competencia científica – en el sentido que nosotros la entendemos – y, entienden y emplean el vocablo “competencias” en el sentido en el que nosotros empleamos “habilidades”. En segundo lugar, la necesidad de defender la separación de ambos conceptos, no solo porque la alfabetización científica tiene una trayectoria más larga y fundada que cuenta en su haber con investigaciones, proyectos y experiencias de aula (Pedrinaci, 2013), sino porque como apunta Gimeno (2008), en ocasiones, los nuevos lenguajes son necesarios para abordar nuevas realidades y descubrir algo nuevo en ellas, sin embargo, en muchas otras son la prueba de la capacidad que poseen los poderes y burocracias para uniformar las formas de pensar y ver la realidad en función de unos intereses. Así, las reformas educativas, habitualmente, tras sus objetivos encierran unas ideologías, por lo que parece imprescindible reflexionar sobre las intenciones de este nuevo vocablo, por si se trata de sustituir un término ya existente por otro que consiga abordar nuevas realidades o por el contrario, puede ser una forma sutil de abrir la puerta a la ideología neoliberal a la educación y convertir a ésta en la herramienta de producción de la futura fuerza laboral, es decir, la formación de hombres y mujeres eficientes que satisfagan las necesidades del mercado. En este sentido, Bolívar (2008) destaca que la procedencia del mundo empresarial del término competencia hace, cuanto menos sospechoso, al modelo de enseñanza basado en competencias, puesto que, como apunta Vázquez Recio (2018) la educación, actualmente, se encuentra en un punto crítico debido al neoliberalismo, la mercantilización, la empresarización de sí y de todo, al imperialismo militar, político e intelectual, a las desigualdades etc. que permean en las políticas educativas que acaban primando la formación dirigida al mundo laboral y al mercado competitivo, especialmente en el ámbito científico-técnico a través del movimiento STEM, en vez de una formación que ayude al pensamiento crítico y reflexivo, a la mirada situada, a la pregunta de la disidencia, al juicio deliberativo, al diálogo interdisciplinar, a la ética de intersaberes etc. Por ello, para nosotras la competencia científica no tiene como objetivo per se la toma de conciencia, la participación democrática y la ciudadanía responsable con relación a la ciencia y tecnología, sino que está más alineada con la necesidad de que el alumnado desarrolle unas habilidades – competencias – suficientes para incorporación a la sociedad y al mundo productivo, al contrario que la alfabetización científica, que desde nuestra perspectiva, se vincula a las pedagogías crítica y feminista y a sus principios y objetivos, siendo el principal el fomento y promoción del pensamiento crítico, en este caso, en relación con la ciencia y tecnología. Mientras que las competencias están estrechamente

relacionadas con las políticas neoliberales – que subrodinan la educación a las demandas del mercado y a la gestión de los recursos humanos – (Bolívar, 2008). En este sentido, la competencia científica, siguiendo la propuesta de Schiro (2013) sobre ideologías curriculares, está alineada con la ideología de la eficiencia social, que concibe como objetivo de la educación la formación del alumnado – en habilidades y procedimientos prácticos - para la satisfacción de las demandas sociales y conseguir que se conviertan en miembros funcionales de la sociedad – perpetuando el orden social y la productividad -. Mientras que, en contraposición, la alfabetización científica está asociada principalmente a la ideología curricular de reconstrucción social, que concibe a la educación como el medio para el cambio social y la consecución de la justicia social – para los reconstruccionistas sociales la sociedad ha sido construida a través de desigualdades raciales, sociales, económicas y de género -. Por último, señalar que la educación basada competencias, no es en sí misma equivocada o nociva, y puede tener sentido en otros niveles de formación como el espacio superior de educación o FP, pues la función de la universidad y de los centros de formación profesional – entre otras – es formar profesionales capacitados para desempeñar un servicio social o profesión (Bolívar, 2008), y por ello las competencias son más apropiadas en los niveles de capacitación profesional, si entendemos la formación universitaria como la instrucción para las profesiones.

2.2.1 La evaluación de las competencias: TIMSS y PISA

Desde los últimos cuarenta años, los sistemas educativos están siendo sometidos a muchas presiones políticas para evaluar su rendimiento (Acevedo, 2005). Por ello, han ido aumentando los sistemas nacionales e internacionales de evaluación, y los estudios transnacionales, que han dado lugar a una comparación entre países que se emplea como una medida relativa de la calidad global de la educación (Acevedo, 2005). Sin embargo, como señala Pilot (2000 en Acevedo, 2005) la evaluación externa ha ido mucho más lejos de la constatación de los niveles de conocimiento y comprensión del alumnado, sino que ha llegado a ser un indicador de la capacidad del profesorado, del rendimiento de las escuelas y del propio sistema educativo. Para poder entender las evaluaciones transnacionales y los sistemas nacionales e internacionales de evaluación, nos parece imprescindible hacer referencia a un movimiento de evaluación de centros y profesores que creemos que está estrechamente vinculado a estas, el movimiento de rendición de cuentas o “accountability”, pues como señalan Hargreaves and Shirley (2009, en OECD,

2013) los países han ido cambiando las evaluaciones locales o situadas por las pruebas estandarizadas. Este movimiento, que surge en EEUU e Inglaterra a raíz de una crisis económica en los ochenta, tuvo y tiene como objetivo conocer la rentabilidad de las inversiones en educación. Como señala Lawton (1987 en Martín 2013), la rendición de cuentas no tiene por qué ser, per se, negativa; sin embargo, puede ser peligrosa si se traduce en la adopción de medidas basadas únicamente en el rendimiento. En este sentido, en los países promotores de este movimiento, la evaluación se llevó a cabo a través de los productos, logros o resultados de enseñanza (Martín, 2013). Autores como House y Stake, en los 80, ya empezaron a propiciar discursos antinómicos, pues, aunque defendían la evaluación de centros y profesores, su evaluación estaba ligada al desarrollo profesional de los docentes – como un proceso continuo de mejora de la práctica profesional -, en vez de a la rendición de cuentas. Actualmente, la política de accountability se ha ido popularizando y sirve para el diseño de reformas educativas y la toma de decisiones sobre el modelo educativo que se intenta instaurar (Riquelme, López y Bastías, 2018). Este movimiento, unido al surgimiento del Estado evaluador (Martín, 2013) y combinado con el neoliberalismo que se cernía – y se sigue cerniendo – sobre los países occidentales, dio lugar al movimiento accountability más extremo, el performativo, cuyo objetivo es capitalizar la educación. Así, la educación es vista como un bien de consumo y la política educativa es el medio por el cual se puede regular y distribuir con eficiencia y eficacia. En este sentido, la evaluación deja de ser simplemente un mecanismo que orienta las reformas educativas y se convierte en un fin en sí mismo cuyo objetivo es la responsabilización por los desempeños educativos y proporcionar a la ciudadanía información sobre el desempeño de las escuelas para la toma de decisiones respecto de dónde educar a sus hijos (de la Vega, 2015).

Todo esto no implica que la evaluación, per se, sea negativa, ya que la evaluación puede ser una herramienta de mejora de la propia práctica docente, del quehacer de los centros y del propio sistema. Entonces, la evaluación puede cumplir un propósito social cuando evalúa la equidad y calidad de la educación –alejada de la visión neoliberal de la calidad en educación que se identifica con el rendimiento escolar de los centros y los alumnos sin tener en cuenta el punto de partida, las necesidades de formación o el derecho de todos a una educación de calidad (Puelles, 2012) -, o un propósito económico cuando evalúa la eficacia y la calidad del sistema como se ha descrito anteriormente. Así, el neoliberalismo con la accountability por bandera fue quien dio, por lo menos en Europa, el pistoletazo

de salida en la carrera hacia la eficacia y eficiencia de los sistemas educativos, que trajo consigo la creación de agencias nacionales para la evaluación y a las pruebas de organismos internacionales como método de evaluación de la calidad y eficacia de los sistemas educativos.

En este sentido, la evaluación externa, que ha ido cobrando una especial relevancia en las últimas décadas y cuyo objetivo es evaluar el aprendizaje escolar o, mejor dicho, el resultado de los/las estudiantes, ha examinado más allá de los niveles de conocimiento del alumnado y ha llegado a ser un indicador de la calidad de enseñanza del profesorado, del rendimiento de las escuelas y del sistema educativo (Pilot, 2000 en Acevedo, 2005). Con relación al objeto de esta tesis, la ciencia y tecnología escolar, los dos proyectos internacionales más relevantes para la evaluación del aprendizaje escolar de las ciencias, son TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) y PISA (*Programme for International Student Assessment*). Ambos programas surgieron antes de que las competencias fueran una realidad en los sistemas educativos, ya que el primer programa de TIMSS tuvo lugar en 1995, y el de PISA en 2000. Sin embargo, estos programas han ido cobrando una mayor relevancia a raíz de la introducción de las competencias en los sistemas, y estas, en la actualidad, se han convertido en el eje vertebrador de estos proyectos y el fin en sí mismo, el cual es evaluar la competencia científica del alumnado de diferentes países con el objetivo de ofrecer una radiografía de la competencia del alumnado de los diferentes sistemas educativos en relación con la ciencia y la tecnología.

El informe TIMSS, encomendado a la IEA (Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo), que tiene una periodicidad de cuatro años, evalúa no solo la competencia científica del alumnado del “4th grade y 8th grade” – que en el caso de España es el cuarto curso de la educación primaria y segundo curso de la educación secundaria obligatoria - sino también el contexto en el que se produce el aprendizaje, es decir, las características del alumnado, el currículo que siguen, las metodologías didácticas de sus docentes y los recursos de sus escuelas y aulas (Acevedo, 2005). Por lo tanto, TIMSS no evalúa simplemente el currículo logrado, al contrario que PISA, sino que además realiza una evaluación del currículo pretendido y el currículo aplicado a través de cuestionarios de contexto y un análisis pormenorizado de los currículos, libros de texto u otros materiales de apoyo y cuestionarios respondidos por expertos en educación y especialistas sobre el currículo (Acevedo, 2005). Asimismo, TIMSS, en esta

ocasión al igual que PISA, evalúa la competencia científica en diferentes dominios tanto de contenido como cognitivos. Así, en el segundo curso de la ESO, que es la etapa que nos compete ya que esta investigación se enmarca en la educación secundaria obligatoria, se evalúa biología en un (35%), química (20%), física (25%) y ciencias de la tierra (20%). Podemos ver cómo, a nivel de contenido, esta evaluación no aloca ningún tanto porcentual a los contenidos de tecnología, omitiendo o ignorando a esta en la evaluación y, por consiguiente, no considerándose parte de la competencia científica. En lo tocante a los dominios cognitivos, TIMSS evalúa conocimientos, aplicación y razonamientos en aproximadamente el mismo porcentaje. En este sentido, TIMSS 2011 (MECD, 2012) señala que estos dominios cognitivos no se evaluarán de forma aislada, ya que se evaluará el proceso de investigación científica aprovechando toda la gama de habilidades y comportamientos en cada uno de los dominios de contenido; sin embargo, como se puede suponer de lo anteriormente expuesto, los contenidos de las diferentes áreas sí que serán evaluados de forma aislada, lo que dificultará tanto la relación entre diferentes campos de conocimiento.

PISA, que fue iniciado por los países de la OCDE con el objetivo de orientar sus políticas educativas (Acevedo, 2005), en palabras textuales de la OCDE (s.f) *“permitir a los países supervisar adecuadamente su desempeño y valorar el alcance de las metas educativas”* (p.5). Este programa tiene una periodicidad de tres años y evalúa la competencia lectora, matemática y científica del alumnado de 15 años, que en el caso de España coincide con el último curso de la educación secundaria obligatoria. En lo tocante a la competencia científica, que es la que nos atañe, como novedad en 2015, siguiendo la estela de la prueba del 2012 de matemáticas, PISA introdujo la evaluación de las actitudes y disposiciones de los alumnos y su rendimiento en ciencias.

Cañas, Martín-Díaz y Nieda (2009) apuntan a que, para desarrollar la competencia científica, tal y como se define en el marco de la OCDE, es necesario que las capacidades, marcadas por dicha competencia, se adquieran trabajándose en unos contextos dados, sobre unos contenidos científicos y sobre la ciencia específicos, y potenciando unas ciertas actitudes. Así, PISA evalúa la competencia científica en diferentes contextos científicos: ciencias de la vida y la salud, ciencias de la tierra y el medio ambiente y las ciencias y el desarrollo tecnocientífico (Vílches y Gil, 2006), a través de tres capacidades: 1) explicar fenómenos científicamente, 2) interpretar datos y pruebas científicamente y 3) evaluar y diseñar la investigación científica (OCDE, 2017). Para ello, serán necesario

tres dominios cognitivos – para TIMSS – o tres subcompetencias en el caso de PISA: conceptual o de contenidos, procedimental y epistémico, (MECD, 2016).

Consecuentemente, deberíamos reflexionar sobre la idoneidad de estos informes para la educación, puesto que en lugar de comprobar las “competencias” de los estudiantes, han acabado midiendo la calidad de los propios sistemas educativos (Acevedo, 2005) y desencadenado una carrera hacia la eficiencia y eficacia de los sistemas que compiten por conseguir la plaza más alta en el ranking. Además, también cabe plantearse si estos informes están reflejando toda la información obtenida, si se explicita quiénes son los que están analizando y evaluando dicha información, cuáles son los objetivos, fines e intereses que hay detrás de tales evaluaciones internacionales, y, sobre todo, preguntarse si a través de estos proyectos se están configurando, en cierta medida, los sistemas educativos, o si, por el contrario, reflejan fidedignamente lo que está ocurriendo en ellos. De esta última premisa nos surge una pregunta ¿realmente se pueden evaluar y comparar diferentes sistemas educativos cuando cada uno tiene su propia estructura e idiosincrasia a través de unas pruebas globales estandarizadas? En este sentido, Vázquez (2000 en Acevedo, 2005) apunta a que el mayor problema de estos proyectos no son las conclusiones que se pueden extraer de los datos, sino las interpretaciones lineales, causa-efecto, que se hacen de ellos, pudiendo estas interpretaciones tener una marcada carga ideológica e intención política. Pues citando a Puellas (2012), la obsesión neoliberal por la adquisición de conocimientos, medidos con las famosas pruebas, olvida elementos cualitativos importantes para las escuelas como la formación general del alumnado, la formación del profesorado, la orientación escolar, los materiales didácticos o el propio proceso de enseñanza y aprendizaje; reiterándose, una vez más, la concepción economicista de la educación y el deseo de su capitalización.

2.2.2 Alfabetización científica vs competencia científica

Para concluir este apartado sobre la alfabetización y la competencia científica y tecnológica, en esta tesis doctoral nos parece imprescindible mantener su separación porque si no estaríamos cayendo en lo que Rosa Vázquez Recio (2018) denomina ceguera crítica, ceguera cultivada por la ideología neoliberal, conservadora, patriarcal y neocolonialista y que provoca *“la pérdida del sentido de la realidad, de donde se está, de la que se forma parte, de la que se habla y de la que se omite”* (p.12), puesto que, aunque las diferencias entre la alfabetización y competencia no son relevantes si

atendemos a la epistemología de la ciencia o a la metodología de enseñanza de la ciencia sí que lo son si atendemos a la axiología. Así, entendemos que la competencia está vinculada a la ideología de la eficiencia social – que se puede deber a que su gestación ha sido en un organismo con una marcada ideología neoliberal y con intereses económicos -, además de estar estrechamente relacionada con la evaluación externa como una forma de rendimiento de cuentas y rankinización de los sistemas educativos. En adición, consideramos que la adopción de este nuevo vocablo, además de haber servido como puerta de entrada al neoliberalismo en el currículo educativo, su uso generalizado o indistinto no hace más que perpetuarlo, pues Foucault ya señaló la importancia del discurso y las prácticas discursivas como herramientas de poder y, McLaren (2005) nos recuerda que ninguna práctica educacional – tanto si se centra en la evaluación, la excelencia o la responsabilidad – es inocente respecto a los contextos sociales, económicos e institucionales en las que ocurre. En este caso, además de que de la alfabetización tiene una trayectoria más larga y fundada que cuenta en su haber con investigaciones, proyectos e importantes experiencias de aula (Pedrinaci, 2013), encontramos que este término se arraiga en la pedagogía crítica por tener como objetivo no solo la dotación de capacidades científicas, sino también la formación de ciudadanos que sepan desenvolverse en el mundo actual y que conozcan el importante papel que la ciencia desempeña en sus vidas y en nuestra sociedad y cuya formación les permita tomar decisiones apropiadas en temas relacionados con la ciencia y la tecnología (Sabariego y Manzanares, 2006). En definitiva, sostenemos que la alfabetización contribuye al desarrollo de una ciudadanía crítica capaz de comprender y participar democráticamente en cuestiones científicas y tecnológicas.

Como ya hemos señalado, a nivel epistemológico estos dos términos son parecidos, en tanto que algunos autores como Rivero et al. (2017) afirman que sus diferencias y similitudes no están claras. Esto se puede deber a que tanto la alfabetización como la competencia científica no se desarrollan simplemente enseñando ciencias, o mejor dicho cursando asignaturas científicas, sino que para poder desarrollarlas es necesario prestar atención a cuatro dimensiones: conocimientos científicos, conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia, habilidades propias de la actividad científica y actitudes relacionadas con la ciencia y sus repercusiones (Pedrinaci., 2012), y en el proceso de enseñanza-aprendizaje promoverlas conjuntamente para que el alumnado adquiera un conocimiento integral y multifacético (Cañal et al., 2016). En este sentido, no se trata de

que el alumnado adquiera los contenidos, procedimientos y actitudes de la ciencia en uno o dos cursos académicos, sino que los desarrollen a lo largo de su escolarización (Rivero et al., 2017) y, que les permitan afrontar problemáticas o situaciones relacionadas con el mundo natural y tecnológico en contextos concretos (Cañal et al., 2016). Por lo tanto, para desarrollar la competencia científica – si se considera que es homóloga a la alfabetización científica – o la propia alfabetización científica, Miller (en Perales y Cañal, 2000) considera imprescindible tener en cuenta las normas y métodos de la ciencia, el campo de los conocimientos propiamente científicos y las actitudes hacia la ciencia como organización. Jenkins (1990) en Marco-Stiefel (2000) hace una crítica a esta propuesta por su limitación y por perpetuar algunas de las visiones distorsionadas de la ciencia – que se expondrán en el próximo epígrafe -. Sin embargo, en vez de modificar las dimensiones, su propuesta consiste en adicionar a las dimensiones de Miller el interés por la ciencia – omitiendo la tecnología -. Hodson y Reid (1988 en Marco-Stiefel, 2000) afirman que un currículum pueda alcanzar el objetivo de alfabetizar científicamente al alumnado debe tomar en consideración: 1) los conocimientos científicos y sus aplicaciones, 2) las estrategias y habilidades científicas, 3) las interacciones de la ciencia con la tecnología, 4) la historia y el desarrollo de la ciencia y la tecnología y 5) las preocupaciones filosóficas y sociológicas en torno a los métodos científicos, al rol y al status de las teorías científicas y el conjunto de las actividades de los científicos. Todas las definiciones y consideraciones sobre la alfabetización científica tienen unos puntos de encuentro que conducen a unos niveles de alfabetización científica, siendo para Marco-Stiefel (2000) los siguientes: 1) alfabetización científica práctica – que es la que emplear conocimientos científicos en la vida cotidiana, 2) alfabetización científica cívica, que favorece a que los ciudadanos/as puedan intervenir socialmente con criterio científico y 3) alfabetización científica cultural, que hace referencia al cuestionamiento y planteamiento de la incidencia de la ciencia en la configuración de social.

Aunque las dimensiones y niveles de la alfabetización científica sean objeto de estudio desde hace treinta años, y aunque algunos autores los contemplen bajo otra nomenclatura – competencia científica -, en la actualidad, las investigaciones sobre la naturaleza de la ciencia en el currículo educativo y la transmisión de las visiones distorsionadas, han recuperado el debate en torno a los niveles de alfabetización con el objetivo de promover una visión adecuada sobre qué es la ciencia y cómo se construye. Así, Hodson (2014) propone cuatro pilares básicos para la enseñanza de la ciencia con el objetivo de alcanzar

la alfabetización científica: 1) aprender ciencia mediante la adquisición y el desarrollo de conocimientos conceptuales y teóricos, 2) aprender sobre ciencia para alcanzar una comprensión básica de la naturaleza de la ciencia, así como las relaciones entre la ciencia, tecnología y sociedad (CTS), 3) aprender a hacer ciencia, desarrollando actitudes y destrezas para la indagación científica y resolución de problemas, y por último, 4) aprender a afrontar problemáticas socio científicas, desarrollando el pensamiento crítico para una participación y toma de decisiones responsable.

2.3 Visiones distorsionadas de la ciencia y tecnología y la NCyT

Desde la perspectiva constructivista, como se ha expuesto en el capítulo de teorías de enseñanza y modelos de aprendizaje, el alumnado presenta unas ideas preconcebidas o previas que son la base para la construcción del nuevo conocimiento. Estas construcciones personales, desarrolladas por la interacción cotidiana con el entorno, son bastante estables y resistentes al cambio. En este sentido, sería ingenuo pensar que solo el alumnado tiene unas ideas o creencias, pues el profesorado también posee unas ideas preconcebidas o previas sobre la enseñanza en general y, de la ciencia y tecnología, en particular (Durán, 2012) que orientan su práctica educativa y fundamentan su acción docente (Gallego, 2008 en Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas, 2010).

En lo tocante al conocimiento profesional, Pérez y Gimeno (1988 en Vázquez, 1994) señalan que se desarrolla a partir de los conocimientos teóricos y la propia práctica docente; la problemática subyace en que esta práctica, en el caso de España es escasa – como se expondrá posteriormente -, y muchos de los/las docentes copian los métodos de enseñanza de su etapa en la escuela – que suelen estar asociados a una pedagogía tradicional -, sin pararse a reflexionar sobre el impacto y las implicaciones que tienen en el alumnado. Simplemente enseñan cómo ellos y ellas han sido enseñados y enseñadas. Consecuentemente, estos y estas docentes, al partir de una pedagogía tradicional, tienden a considerar el proceso enseñanza-aprendizaje como lineal, en el cual la tarea del profesor es transmitir unos conocimientos a los/las estudiantes y el aprender es repetir la información brindada por el/la profesor/a (Amador y Muñoz, 2008 en Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas, 2010); primándose las lecciones magistrales que tienen al libro de texto como protagonista. En este sentido, y en lo respectivo a la enseñanza de la ciencia y la tecnología, Paixao y Cachapuz (1999) apuntan a que muchos profesores enfatizan el aprendizaje de contenidos y encaran la adquisición de los conceptos científicos a través

del método lineal operativo - un proceso secuencial en que se desarrolla primero una observación y posteriormente una conclusión teórica -, es decir, lo que Acevedo et al. (2007 en Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas, 2010) consideran un conjunto de recetas de laboratorio. Como ya se ha apuntado, esta situación se ve agravada por la escasa formación pedagógica que ha recibido el profesorado de educación secundaria y postobligatoria, pues hasta el curso 2009/2010 bastaba con un certificado de actitud pedagógica (CAP) que contaba con una formación de didáctica específica de unas 30 horas y unas prácticas que se comenzaban paralelamente a la formación didáctica (Carrascosa-Alís, Martínez-Torregosa, Furió-Más y Guisasola-Aranzábal, 2008). Mientras que, actualmente, es necesario un máster con una duración de 60 créditos ECTS. En contraposición a la problemática que se enfrenta el profesorado de secundaria, la escasa formación didáctica, tenemos la problemática en torno al profesorado de primaria: la falta de conocimientos científicos del profesorado que acaba generando inseguridad ante la materia y lo convierte en un ser dócil frente a los libros de texto, impidiéndole llevar a cabo cualquier innovación en sus clases Carrascosa-Alís et al. (2008). Aunque esta situación afecta mayoritariamente al profesorado de educación primaria, el profesorado de educación secundaria y postobligatoria no se libra de esta coyuntura, pues, aunque este haya cursado carreras universitarias del área de conocimiento de la materia que van a impartir, se detecta con bastante frecuencia, como se expone posteriormente, la existencia de determinadas ideas alternativas (Carrascosa-Alís et al., 2008).

Por lo tanto, el gran problema de la ciencia escolar no es lo que enseña sobre la ciencia, sino lo que no enseña (Ziman, 1978, en Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005). Tanto en la educación primaria como en la educación obligatoria y postobligatoria el excesivo enfoque conceptual, la presentación de los conocimientos como dogmas elaborados siguiendo un método estereotipado (Rivero et al. 2017) y la escasa atención prestada a lo procedimental, no han permitido al alumnado acercarse y familiarizarse con las actividades propias de la actividad científica, y han acabado promoviendo una imagen reduccionista y deformada de la ciencia y tecnología en la que se ignora su funcionamiento interno, desarrollo, construcción del conocimiento, relación con la sociedad, valores de la ciencia y la propia epistemología de la ciencia (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

Parece imprescindible, para poder comprender los problemas a los que se enfrenta la educación científica, establecer una categorización sobre las concepciones erróneas sobre

la ciencia y tecnología que se transmiten por omisión y/o por acción. Así, nos hemos acogido a las siete categorías propuestas por Fernández, Gil, Valdés y Vilches (2005), al haber sido elaboradas a partir de un exhaustivo análisis bibliográfico y a partir de equipos de trabajo con profesores - en formación y en activo - que debían estudiar y analizar críticamente las concepciones docentes sobre la ciencia y tecnología.

1. *Visión descontextualizada:*

La ciencia es vista como una actividad socialmente neutra, que ignora dimensiones esenciales de la actividad científica y tecnológica, así como el impacto que produce, no solo en el medio natural, sino en el social (Hodson, 1994). Además, la ciencia se presenta como una actividad aislada de la tecnología -cuyo único rol es la aplicación de los conocimientos científicos (Fernández et al., 2005) - e ignora el papel de la tecnología en el proceso de construcción de cuerpos coherentes de conocimiento científico (Fernández, Gil, Vilches, Valdés, Cachapuz, Praia y Salinas, 2003). Por lo que, se acaba presentando o perpetuando una visión de la tecnología como subproducto de la ciencia, dejando a la tecnología en un puesto de inferioridad que contribuye a la imagen de la tecnología como campo supeditado a la ciencia y mucho menos prestigioso esta. Aunque pueda parecer que esta imagen está desfasada y que actualmente la ciencia y la tecnología son un binomio, estos estereotipos se siguen reproduciendo actualmente, no solo desde la enseñanza, sino también desde los medios de comunicación con programas televisivos como Big Bang Theory en el cual el ingeniero es menospreciado constantemente por el físico teórico.

Asimismo, bajo esta visión positivista de la ciencia, las relaciones entre la ciencia, la sociedad y el ambiente quedan invisibilizadas, y cuando son explicitadas, su objetivo es responsabilizar, en cierta medida, a la ciencia y a la tecnología del deterioro del planeta, cayendo de nuevo en una simplificación (Fernández et al., 2002b). En este sentido, desde la didáctica de las ciencias se viene demandando un enfoque denominado CTS para enfatizar las complejas relaciones entre la Ciencia-Tecnología-Sociedad (Fernández et al., 2003), al cual se le añadió posteriormente la A, de ambiente, para poner el foco de atención sobre los problemas ambientales y explicitar su relación con el trinomio anterior (Fernández et al., 2003). El enfoque CTSA, aunque a priori no pueda parecer interconectado a la problemática del interés hacia la ciencia y la tecnología teniendo en cuenta el género, su vinculación se fundamenta en que los contenidos de los currículos

de ciencias están más alineados con los intereses de los chicos que de las chicas, puesto que, ellas están más interesadas en una ciencia conectada con la sociedad; es decir, si se produjera un cambio en los currículos, incorporando un enfoque social y humano de la ciencia, que considerara factores éticos y que visibilizara la relevancia e impacto de la ciencia en la vida de los estudiantes, los contenidos estarían más en línea con los intereses de las chicas en materia de ciencia y tecnología (Regan y DeWitt, 2015).

2. Concepción individualista y elitista:

La concepción individualista y elitista como visión distorsionada, que está vinculada a la visión descontextualizada explicada con anterioridad, sostiene que, socialmente se perpetúa la visión de que los conocimientos científicos son obra de unos genios, mayormente hombres, que trabajan aislados en su laboratorio (Fernández et al., 2005), ignorándose por completo el trabajo en equipo o el intercambio de información entre los especialistas y, consecuentemente, imprimiéndose la imagen de que una teoría puede ser validada o errada por una única persona (Fernández et al., 2002a). Por lo tanto, el trabajo científico es un dominio exclusivo de una “élite intelectual”, que acaba por transmitir una imagen poco fiable de la realidad, una idea equivocada sobre la ciencia y los/las científicos y unas expectativas erróneas a la mayoría del alumnado. En este sentido, el proyecto ASPIRES – cuyo objetivo es determinar las aspiraciones de los jóvenes (10-14 años) hacia la ciencia y las carreras científicas - encontró que los/las estudiantes veían la ciencia como una asignatura difícil que requería una habilidad “natural”. Así, Archer y DeWitt (2015) afirman que la construcción social de la ciencia como “especializada” y para “inteligentes” retroalimenta los sentimientos negativos de los/las estudiantes, llevándolos/las a considerar que la ciencia no es para ellos/ellas.

Este elitismo científico se agrava si tenemos en cuenta el género, debido a que la ciencia es presentada como una actividad predominantemente masculina (Fernández et al., 2005). Por ello, desde la teoría feminista, se sigue mostrando una gran preocupación sobre esta asociación tradicional de la masculinidad y las STEM, ya que esta imagen de la ciencia, los científicos y las carreras científicas son incompatibles con la forma de actuar de las chicas en relación con los roles sociales de género asociados a la femineidad ⁶ (Archer, DeWitt, Osborne, Dillon, Willis y Wong, 2013) y, ellas, acaban por considerar que las

⁶ Traducción propia de “girls performances of popular femineity”.

materias STEM son para chicos o, en cuanto menos, adquieren la idea de que las profesiones en el ámbito de la ciencia y tecnología están desarrolladas por hombres (Regan y DeWitt, 2015).

Sin embargo, esta visión individualista y elitista no se transmite exclusivamente a través de la imagen de los profesionales que se dedican a la ciencia, sino también por el aislamiento de la ciencia per se; es decir, por la exclusión o falta de atención a la tecnología en el desarrollo e investigación científica, obviando la importancia de los tipos de conocimiento y el papel del personal técnico en desarrollo científico-tecnológico (Fernández et al., 2002a).

3. Concepción empírico-inductivista y atórica

Esta visión deformada, que es la más examinada y criticada en la literatura, es, sin embargo, la menos reconocida, identificada o señalada por el profesorado, secundándose, consecuentemente, la importancia de su estudio y análisis (Fernández et al., 2005). Esta problemática radica, principalmente, en que la ciencia se sigue concibiendo como observación y experimentación neutra. Esto, imprime una imagen de la ciencia imparcial y no viciada por ideas apriorísticas y, otorga a las hipótesis y a los cuerpos coherentes de conocimientos (teorías) un papel insignificante en la investigación, que acaba provocando que se ignore o desconozca que estos son los que orientan la investigación (Fernández et al., 2005). Esta visión deformada se transmite desde la educación científica a través de una visión de la ciencia caracterizada por un empirismo extremo, que presenta a los conocimientos como un resultado de la inferencia inductiva de “datos puros” obtenidos a partir de experimentos y que permiten hacer un “descubrimiento” científico que poco tiene que ver con la epistemología contemporánea de la ciencia - que apoya que los datos en sí mismos no tienen sentido alguno, sino que deben ser interpretados a partir de unos sistemas teóricos que permiten orientar la investigación - (Fernández et al., 2002a).

Como hemos venido apuntando, en la enseñanza de las ciencias sigue habiendo una carencia de trabajo experimental, sin embargo, durante los movimientos de renovación pedagógica, que si que se incurría a este tipo de prácticas, esta visión deformada se seguía reproduciendo a través del aprendizaje por descubrimiento, que se debe a que se empleaba el método científico como forma de creación de conocimiento de la ciencia y acababa por

perpetuar esta visión ateórica de la ciencia que obviaba la teoría como elemento esencial del trabajo científico (Fernández et al., 2002b).

4. Visión rígida, algorítmica e infalible

La visión rígida de la actividad científica es otra de las visiones más tratada en la literatura sobre esta temática, además de ser una de las más reproducidas por el profesorado. Esta visión muestra al método científico como una secuencia de etapas definidas que deben seguirse mecánicamente (Fernández et al., 2002a) y constituido por observaciones y experimentos rigurosos que permiten la exactitud y objetividad de los resultados (Fernández et al., 2005). Así, esta obsesión por la objetividad y el deseo de asegurar la naturaleza del trabajo científico, acabar por circunscribir a la ciencia a un ámbito exclusivamente cuantitativo que rechaza la duda, la invención, la creatividad etc. (Fernández et al., 2002a).

Los/las docentes, en muchas ocasiones, con la pretensión de rechazar esta concepción dogmática de la ciencia, acaban incurriendo en un relativismo extremo - tanto metodológico como conceptual -, caracterizado por la falta de estrategias específicas del trabajo científico y la ausencia de una realidad objetiva que permita contrastar la validez de las construcciones científicas (Fernández et al., 2002b). A pesar de esto, las concepciones dominantes de la ciencia siguen siendo la algorítmica y empiro-inductivista, que contribuyen a una enseñanza del conocimiento científico fundamentada en la transmisión del conocimiento (Fernández et al., 2005).

5. Visión apblemática y ahistórica

Estrechamente ligada a la visión rígida, algorítmica e infalible, en la visión dogmática y cerrada de la ciencia, los conocimientos científicos enseñados obvian los obstáculos epistemológicos y la historia de la ciencia en sí misma (Fernández et al., 2005), es decir, no se contemplan los problemas que generaron su construcción, ni su evolución, ni las dificultades para llegar a ellos, y, ni mucho menos, las limitaciones del conocimiento científico actual o las perspectivas abiertas (Fernández et al., 2002b). Esta concepción de la ciencia es reforzada – en la escuela – por omisión, pues cuando el profesorado de ciencias y/o los libros de texto presentan los conocimientos ya elaborados sin hacer alusión a los problemas que los originaron, impiden que el alumnado entienda que todo conocimiento es la respuesta a una pregunta o problemática (Fernández et al., 2002b),

pues como apunta Bachelard (1938 en Fernández et al., 2005) “todo conocimiento *es respuesta a una cuestión*” (p. 15).

6. Visión exclusivamente analítica

Esta visión, que apenas es recogida en la literatura y es escasamente mencionada por el profesorado de ciencias, es una deformación especialmente grave – a pesar de ser poco reconocida – debido a la necesidad de las propuestas interdisciplinares en la enseñanza, en general, y en la ciencia en particular. Esta visión no hacer más que invisibiliza los esfuerzos de unificación y construcción de cuerpos coherentes de conocimiento en el trabajo científico (Fernández et al., 2002b), pues, aunque en un principio los/as científicos/as deben incurrir a la simplificación o acotación de las situaciones estudiadas, esto no supone que la ciencia proporcione visiones parceladas o simplistas de la realidad (Fernández et al., 2005); ya que, a posteriori, se tratan de unificar y construir cuerpos de conocimiento, y/o tratar problemas, que aúnen diferentes campos o áreas (Fernández et al., 2002b). Es imprescindible resaltar que la evolución de los conocimientos científicos se debe al proceso de unificación del conocimiento (Fernández et al., 2002a), que ha tenido incluso que vencer, en ocasiones, resistencias ideológicas, persecuciones y condenaciones (Fernández, et al., 2005), y, sin embargo, este proceso es obviado en la educación científica - aproximadamente por el 80% de los libros y profesores - (Fernández et al., 2002b). En contraposición, las propuestas de enseñanza integrada e interdisciplinares acaban cometiendo el error opuesto, aunque no menos grave, ya que toman la unidad de la materia como punto de partida e ignoran que esto ha sido una conquista muy costosa y reciente de la ciencia (Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa, 1991).

7. Visión acumulativa, de crecimiento lineal

Esta es otra de las deformaciones, que, al igual que la anterior, es la menos mencionada tanto por el profesorado como por la literatura, y la que presenta al desarrollo científico como el resultado de un crecimiento lineal y acumulativo (Fernández et al., 2005) e ignora las crisis y remodelaciones a las que este ha sido sometido. En la enseñanza de las ciencias, las teorías aceptadas se suelen presentar como algo acabado e inmutable, lo que impide mostrar el desarrollo de estas teorías y, ni mucho menos, los conflictos entre teorías rivales y los procesos de cambio que han dado lugar a las revoluciones científicas (Fernández et al., 2002b).

Como consecuencia de estas visiones alteradas de la ciencia - que son transmitidas al estudiantado tanto por los profesores como por los libros de texto o incluso los medios de comunicación - surgen ciertas iconografías de profesionales del ámbito científico-tecnológico, siendo las más arquetípicas el científico como un hombre de bata blanca en su solitario laboratorio atestado de extraños instrumentos haciendo “ciencia” - experimentando y observando para buscar un “descubrimiento” - (Fernández et al., 2005), y el informático “nerd”.

Todas estas visiones son semejantes a la imagen socialmente aceptada de la ciencia, una ciencia “folk” o “naif” (Fernández et al. 2002a) asociada al método científico y en la que abundan tópicos como la figura de los científicos (hombres) como “sabios despistados” (Fernández et al., 2002a) o informáticos “nerds” o “frikis” (Fernández e Ibáñez, 2018). Estas visiones acaban influyendo en la percepción de la ciencia y las profesiones científicas (Gil et al., 1991), y promoviendo una visión de la ciencia cuyas características están alejadas o son opuestas a las que se le otorga al género femenino. Esto puede llegar a provocar tanto un descenso de las actitudes hacia la ciencia escolar, como definir e influir en las vocaciones científicas. De hecho, Regan y DeWitt (2015) señalan que las concepciones sobre los científicos es uno de los factores que influyen en la elección de estudios STEM, es decir, que los/las estudiantes se pueden imaginar a sí mismos en una profesión científica está, en cierta medida, condicionado por la imagen que tienen de la ciencia y las profesiones científicas.

Además, como se ha visto anteriormente, la ciencia escolar está actuando como enemiga de la propia ciencia (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005), puesto que no promueve ni un aprendizaje funcional ni significativo y, además, estampa una imagen de la ciencia dogmática, autoritaria y acabada, y consecuentemente errónea, que dificulta que los ciudadanos comprendan qué es la ciencia (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005). Por lo tanto, desde la didáctica de las ciencias es imprescindible tener en cuenta estas visiones deformadas o distorsionadas sobre la ciencia y tecnología puesto que influyen en la implementación de los currículos y las innovaciones docentes (Fernández et al, 2002b), y se alejan notablemente de la realidad sobre la construcción de los conocimientos científicos (Fernández, 2000) y promueven una imagen distorsionada de la naturaleza de la ciencia y tecnología (NdCyT). En este sentido, Bell y Pearson (1992) en Fernández et al. (2002a) señalan que *“si se quiere cambiar lo que los profesores y los alumnos hacemos en las clases de ciencias, es preciso previamente modificar la epistemología de los*

profesores” (p. 478), dicho de otro modo, es fundamental mejorar la comprensión de los/las docentes sobre el funcionamiento de la ciencia - la naturaleza de la ciencia - para evitar reproducir unas concepciones epistemológicas de “sentido común” (Perales y Cañal, 2000) como la imagen exclusivamente empirista de la ciencia y muchas otras que se han explicado anteriormente. Pero ¿qué se entiende por naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) y por qué está cobrando tanta importancia en tanto que ha sido incluida como contenido en los currículos de ciencias de diversos países como Australia, Estados Unidos, Canadá, Reino Unido...?

Los contenidos de la NdCyT son meta-conocimientos, respecto a qué es la ciencia y cómo funciona en el mundo actual, cuyo objetivo es justificar el conocimiento que produce (Vázquez y Manassero, 2018). Estos meta-conocimientos parten de las reflexiones interdisciplinares realizadas por filósofos, sociólogos e historiadores de la ciencia además de por algunos científicos y expertos en didáctica de las ciencias sobre la epistemología de la ciencia (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005), resultando muy complicado establecer una categorización de los componentes que la conforman y definir con precisión el concepto. Así, desde la didáctica de las ciencias se encuentran dos tendencias en la delimitación del término NdCyT, puesto que por un lado, algunos autores solo hacen referencia a la epistemología de la ciencia (los rasgos, supuestos y valores inherentes del conocimiento científico), mientras que otros hacen referencia no solo a los aspectos epistemológicos, sino que también engloban aspectos sociológicos, históricos y psicológicos de las actividades de la ciencia y la tecnología, y a las características del conocimiento resultante - que enfatizan la interacción e interdependencia entre la ciencia, tecnología y sociedad - (Vázquez y Manassero, 2012b). En definitiva, la NdCyT se *“refiere a todas aquellas características de la ciencia como forma de construir conocimiento”* (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005, p.4), haciéndose hincapié en los aspectos dinámicos, relacionales y metacognitivos del pensamiento científico (Vázquez y Manassero, 2018). Todo esto, sumado a las necesidades específicas derivadas de los contenidos actitudinales y axiológicos, de su realidad dialéctica, poliédrica y compleja (Bennássar, Vázquez, Manassero y García-Carmona, 2010) y sobre todo la imposibilidad de enseñar dichos contenidos como algo acabado y memorizable (Vázquez y Manassero, 2017), dificultan, en gran medida, la selección de objetivos y contenidos curriculares para la enseñanza de NdCyT. Por lo tanto, realizar una clasificación de los contenidos a enseñar sobre la NdCyT nos parece demasiado osado, además de no ser objeto de esta

investigación. Sin embargo, sí que nos gustaría destacar dos puntos clave que la NdCyT debe recoger (Vázquez y Manassero, 2017):

- Cuestiones epistemológicas: principios filosóficos que fundamentan los métodos empleados para construir, validar y difundir conocimiento.
- Relaciones entre la ciencia, tecnología y sociedad (CTS) que giran en torno a tres cuestiones: la sociología interna de la ciencia – el trabajo de los científicos y la comunidad científica en la construcción social del conocimiento, valores que entrañan las prácticas científicas y características de la comunidad científica -, la interacción y vínculos entre la ciencia y tecnología y la tecnociencia (I+D+I), y la sociología externa - las relaciones CTS entendidas como educación, comunicación, innovación y políticas científicas -.

Para concluir, reiterar las dos razones principales por las que consideramos que se debe incluir la enseñanza de la NdCyT en los currículos educativos de ciencias. En primer lugar, porque es un componente fundamental para el desarrollo de la alfabetización científica, y, en segundo lugar, porque justifica el qué, el cómo, el por qué y el para qué de las actividades científicas, y, sin ello, la educación científica carece de sentido puesto que se reduciría a la simple acumulación de contenidos desconectados (Vázquez y Manassero, 2012a). Esto suscita, como apuntan Vázquez y Manassero (2017), y como hemos apuntado anteriormente, que los contenidos de la NdCyT no puedan ser enseñados de forma memorística, ya que se trata de contenidos interrelacionados que se aprenden a través de la comprensión y la convicción argumentada. Asimismo, estos autores señalan que, el currículo español incluye, en cierta medida, la NdCyT, aunque, a pesar de ello, se sigue incurriendo a las visiones distorsionadas mencionadas. Por lo tanto, que los profesores posean concepciones válidas sobre la ciencia - conozcan la naturaleza de la ciencia - no significa, per se, que su comportamiento vaya a ser coherente con ellas; aunque es innegable que este conocimiento es un requisito indispensable para cambiar la enseñanza de la ciencia (Hodson, 1993 en Fernández et al., 2005) y, que además, facilita la toma de conciencia sobre las visiones deformadas de la ciencia que se suelen transmitir en la enseñanza tanto por omisión como por acción (Rivero et al. 2017).

2.4 Actitudes e interés hacia la ciencia y tecnología

La investigación didáctica sobre las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y tecnología pone de manifiesto unos preocupantes resultados (Pérez y de Pro, 2013; Vázquez y Manassero, 2008 ; Manassero y Vázquez, 2011): el descenso del interés hacia las ciencias desde primaria a secundaria, las actitudes negativas hacia la ciencia escolar, la influencia de las actitudes en la elección de estudios y la brecha de género. El informe PISA (MEC, 2007), Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Henriksson y Hemmo (2007), el proyecto ROSE (Schreiner y Sjøberg, 2004), y Fensham (2004 en Acevedo, 2005) apuntan como el principal problema, y más dramático de la educación científica, la falta de interés y las actitudes negativas de los estudiantes. De hecho, como señalan Pozo y Gómez (1998) en los currículos de ciencias, a partir de la educación secundaria, la formación en actitudes apenas tiene peso en comparación con las destrezas y, sobre todo, contenidos. Pero ¿qué entendemos por actitudes? Las actitudes relacionadas con la ciencia coinciden, en cierta medida, con la naturaleza de la ciencia y sus visiones deformadas (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005), aunque diversos autores, entre ellos Osborne, Simon y Collins (2003) señalan que era más fácil medir las actitudes que definir las. Vázquez, Acevedo y Manassero (2005) apuntan a que el término actitud no se puede reducir al interés del alumnado por la ciencia escolar, sino que es la disposición general hacia un objeto - en este contexto, la ciencia en general -. Vázquez y Manassero (1995) apuntan que entender la actitud como la mera disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje de la ciencia significaría renunciar a las actitudes como contenidos autónomos equiparables a los conceptuales y procesuales. Por lo tanto, siguiendo esta línea de pensamiento, las actitudes se pueden cambiar si se facilita su aprendizaje, puesto que no cambian espontáneamente, y para su cambio es imprescindible poner al alumnado en situaciones de conflicto sociocognitivo (Rivero et al., 2017).

Pozo y Gómez (1998) diferencian tres tipos de actitudes científicas: hacia la ciencia, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia.

- Las actitudes hacia las ciencias las entienden como la promoción de hábitos y formas de acercarse a los problemas científicos evitando caer en las visiones distorsionadas de las ciencias; es decir, promover el rigor, la actitud crítica y reflexiva, y, la concepción de la ciencia como una forma de hacer preguntas, huyendo, por lo tanto, de la concepción positivista de la ciencia. Estos autores

categorizan estas actitudes en interés por aprender ciencia y actitudes específicas, es decir, contenidos.

- Las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias tienen como objetivo que el alumnado conciba su aprendizaje como un proceso constructivo en el que la ciencia no se aprende repitiendo, sino buscando su significado y sentido. Además de tratar de generar actitudes hacia los compañeros y el propio profesor, estas actitudes también buscan que el/la estudiante se interese por la ciencia con el objetivo de generar un autoconcepto positivo hacia ella y, en definitiva, el alumnado esté motivado para aprender ciencia, y no solo aprobarla, y que la considere como una opción en su futuro académico y personal. Estas actitudes dependen de cómo se aprende ciencias, es decir, del tipo de actividades de aprendizaje en las que el alumnado se ve envuelto. Además, aunque es relativamente sencillo olvidar los contenidos o procedimientos, no acontece lo mismo con las actitudes, que perduran más tiempo, y por ello tienen el poder de influenciar, en mayor medida, en el futuro personal y académico de los/las estudiantes que los contenidos.
- Las actitudes hacia las implicaciones sociales de la ciencia se desarrollan a través de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad o enfoque CTS, y suponen el posicionamiento del alumnado sobre los usos sociales de la ciencia y sus consecuencias – personales y sociales -.

Desde la óptica de la psicología social, las actitudes, son un conjunto organizado y duradero de creencias o convicciones - elemento cognitivo -, provistas de una carga favorable o desfavorable - elemento afectivo - que dirigen la conducta de la persona - elemento conductual - respecto a algo, en este caso, la ciencia (Pozo y Crespo, 1994; Vázquez y Manassero, 2007a). En consecuencia, debido a su carácter afectivo, las actitudes están situadas en el ámbito de los valores y tienen el poder de orientar las conductas de los individuos (Vázquez y Manassero, 2007a) e interferir en el aprendizaje (Pelcastre, Gómez y Zavala, 2015). Por lo tanto, la educación científica puede desarrollar actitudes positivas como curiosidad, interés y gusto por la ciencia o, por el contrario, actitudes negativas como aburrimiento, dificultad, irrelevancia, estrés y fracaso, que conducen al desinterés y rechazo de las ciencias (OECD, 2006).

Sin embargo, como ya se ha mencionado, actitud suele confundirse o reducirse al interés, pero nada más lejos de la realidad. Entonces cabe preguntarse ¿qué se entiende por interés

y en qué se diferencia de las actitudes? El interés, desde un punto de vista psicológico, es un estado dinámico y activo resultado de la interacción entre la persona y el entorno, que ocasiona una forma de autoexpresión de naturaleza evolutiva que varía con la edad, las experiencias previas, las oportunidades y las características innatas (Vázquez y Manassero, 2007b). Así, el interés es un constructo teórico motivacional central en la psicología educativa y que se suele emplear para tratar las elecciones y preferencias de estudios o de trabajo (Vázquez y Manassero, 2007b). Sin embargo, al ser un constructo multidimensional es difícil su delimitación y está estrechamente vinculado a otros constructos, principalmente a las actitudes, a la motivación, curiosidad o implicación (Vázquez y Manassero, 2007b). En consecuencia, todas estas variables interactúan y se influyen entre sí, es decir, el interés promueve, en cierta medida, el crecimiento de las otras variables, y viceversa (Vázquez y Manassero, 2007a). Schiefele (1998 en Vázquez y Manassero, 2007a) contempla dos categorías en el interés: el individual – personal -, que está definido por las características de la personalidad del individuo y dirigido por las actitudes básicas, y son rasgos disposicionales e internamente orientados, relativamente estables - aunque pueden ser actualizables -; y el situacional, que está determinado por la relevancia de los objetos externos para la persona, que capturan y amplifican el interés, siendo, congruentemente, el de mayor interés para la educación. En este sentido, el interés personal es el principal motivo de las elecciones educativas y profesionales, seguido por los sentimientos de deseo, goce, placer e independencia, flexibilidad, creatividad, evitando la monotonía y el tedio (Manassero y Vázquez, 2009). Mientras que la relevancia del interés situacional subyace en que este puede surgir o ser influenciado, tanto positiva como negativamente, por los rasgos de la propia ciencia y tecnología, los profesores, la ciencia escolar, los padres, familiares, amigos etc (Vázquez y Manassero, 2007c). En definitiva, la principal diferencia entre el interés y la actitud, siguiendo a Gable y Wolf (1993 en Vázquez y Manassero, 2007c) es que los intereses reflejan las preferencias por un tipo determinado y particular de objetos – por ejemplo, una profesión -, mientras que las actitudes son un sentimiento más general hacia algún objeto.

Una vez delimitados los conceptos y dimensiones del interés y las actitudes, vamos a exponer cómo las actitudes y otros factores influyen en la educación científica y, a su vez, como la educación científica influye en las propias actitudes. están influidas por la educación, en este caso, científica y algunos otros factores. Aunque antes de comenzar, nos gustaría destacar una premisa que, a nuestra razón justifica la importancia del

tratamiento de las actitudes en la educación: que las actitudes hacia la ciencia no solo pueden condicionar el rendimiento escolar en ciertas materias, sino la forma de pensar y hacer de la sociedad, su imagen y el número de estudiantes en carreras científicas (Pro y Pérez, 2014).

Desafortunadamente, muchos los estudios sobre las actitudes en la educación secundaria y preuniversitaria que han determinado que el alumnado, en general, muestra una actitud negativa hacia el conocimiento científico y el aprendizaje de las ciencias, a pesar de reconocer los beneficios de la ciencia y la tecnología y su impacto en la sociedad (Osborne, Simon y Collins, 2003; Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2006). Sin embargo, y a pesar de que estas actitudes negativas hacia la enseñanza de las ciencias - que producen desinterés y rechazo - sean una realidad, (Vázquez et al. 2006), la educación científica puede fomentar actitudes positivas que faciliten el aprendizaje y la comprensión de la ciencia, y que promuevan el interés hacia la ciencia, pues cabe recordar que las actitudes no son inmutables. En este sentido, para Manassero y Vázquez (2011), la influencia sobre las actitudes se proyecta a través de las variables motivación, sentido de autoeficacia, objetivos a largo plazo, entre otras, que favorecen el aprendizaje y rendimiento si son positivas, o interfieren o disminuyen el aprendizaje si son negativas. Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, (2002) y Osborne, Simon y Collins, (2003) señalan que las actitudes negativas son fomentadas por los docentes, el desconocimiento de los contenidos CTS y los métodos didácticos empleados, mientras que Rocard et al. (2007) afirman que los orígenes del declive de las actitudes hacia las ciencias se pueden encontrar en la forma de enseñar la ciencia. En este sentido, Tolstrup, Moller y Ulriksen (2014) señalan que las estrategias de E-A empleadas tienen un rol principal en el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia, y, Aguilera y Perales (2017), en su estudio, apuntan a las estrategias de enseñanza y aprendizaje como un factor influyente en las actitudes hacia la ciencia, y destacan a las estrategias de indagación, la enseñanza basada en proyectos, la enseñanza basada en contexto y la enseñanza basada en modelos, como las más recomendables en la didáctica de las ciencias experimentales. Estas propuestas, al estar fundamentadas en el constructivismo, son más proclives a fomentar la relación entre curiosidad, interés y aprendizaje (Palmer, 2005 en Aguilera y Perales, 2017) y, desarrollan, en mayor medida, actitudes positivas hacia la enseñanza. En contraposición, la imagen autoritaria, aburrida, difícil e irrelevante de la ciencia escolar provoca actitudes negativas de los estudiantes y una progresiva pérdida de interés

(Vázquez y Manassero, 2008), y estas actitudes negativas se traducen en conocimientos deficientes sobre la ciencia y la falta de vocaciones científicas necesarias para que el sistema de ciencia y tecnología mantenga su actividad de progreso (Vázquez y Manassero, 2009c). Así, en *“los últimos años muchos estudios han resaltado un alarmante descenso en el interés de los jóvenes por los estudios clave de ciencias y matemáticas”* (Rocard et al., 2007, p.6).

A pesar de que las actitudes hacia la ciencia escolar muestran un pronunciado descenso con la edad, las actitudes hacia el medio ambiente y la imagen de la ciencia no se deterioran (Vázquez y Manassero, 2008; Manassero y Vázquez, 2011). En este sentido, George (2006 en Robles, Solbes, Cantó y Lozano, 2015) en un estudio realizado en la educación secundaria, determinó que, pese a que las actitudes de los estudiantes hacia la utilidad de la ciencia eran positivas, las actitudes hacia la propia ciencia disminuían en la etapa secundaria y post obligatoria. De hecho, algunos autores llegan a afirmar que el cambio negativo de actitud hacia las ciencias se produce en torno a los 12 años, con el inicio de la adolescencia (Gibson y Chase, 2002, Murphy y Beggs, 2003 y Ramsden, 1998), que en España coincide con el cambio de la etapa primaria a la secundaria. Así, Ramsden (1998) apunta que en la educación primaria el alumnado tiene actitudes favorables hacia las clases de ciencias, mientras que, en la educación secundaria, la curiosidad innata del alumnado hacia las ciencias se transforma en desinterés, aburrimiento y fracaso escolar, siendo esta situación más agravada en función de las materias – física y química – y el sexo. Manassero y Vázquez (2011) atribuyen esta depresión actitudinal a que la ciencia escolar va adquiriendo una creciente imagen negativa: *“autoritaria, aburrida, difícil, irrelevante para la vida diaria y causa de los problemas medio-ambientales que preocupan a la opinión pública”* (p. 250), mientras que Murphy y Beggs (2003) y Speering y Reenie (1996) apuntan a que la separación del currículo en diferentes materias científicas en la educación secundaria y la falta de trabajo práctico influyen negativamente sobre la percepción de los estudiantes sobre la ciencia.

Como ya se ha apuntado, el sexo también es un factor que tomar en consideración respecto a las actitudes relacionadas con la ciencia. Vázquez y Manassero (2010) apuntan al sexo como la variable mediadora más importante en las actitudes hacia la ciencia – que incluye las actitudes relacionadas con la ciencia escolar, la imagen de ciencia y la tecnología, las expectativas laborales y vocacionales y, los intereses, entre otros -. De hecho, los chicos suelen mantener una actitud más positiva y mejor rendimiento en

ciencia y tecnología que las chicas, mientras que ellas suelen rechazar la ciencia y la tecnología y acaban por tener un peor rendimiento en estas materias en la educación secundaria (Vázquez y Manassero, 2008). Así, Murphy y Beggs (2003) en su estudio determinaron que, aunque las niñas en primaria muestran actitudes más positivas hacia las ciencias que los niños, el descenso de las actitudes hacia la ciencia en las chicas es más agravado en la educación secundaria que el de los chicos; aunque siguen existiendo diferencias significativas en función de las materias - los chicos suelen estar más interesados por la física, mientras que las chicas por la biología y la sociología de la ciencia y tecnología - (Vázquez y Manassero, 2007c). En este sentido, Taber (1991 en Vázquez y Manassero, 2007c) señala que los chicos muestran más interés sobre las cosas mecánicas, siendo incluso mayor si presentan componentes dinámicos; mientras que los intereses de las chicas están más dirigidos hacia la salud y biología humana. Surge así una dicotomía en los intereses, los chicos prefieren la física y la tecnología y las chicas la biología (Vázquez y Manassero, 2007c). Esto se puede deber a que las chicas muestran mayor interés hacia cualquier disciplina con una conexión con la sociedad y el medio ambiente (Gardner, 1985 en Vázquez y Manassero, 2007c). De esta última afirmación nos gustaría puntualizar que no es que la física o tecnología carezcan de aplicación social, sino que para a las chicas vislumbrar esas conexiones es más complicado, si estas no se explicitan en la enseñanza. Para Vazquez y Manassero, (2008), estas diferencias se pueden atribuir a: los cambios afectivos propios de la adolescencia - que son diferentes entre chicos y chicas, puesto que ellas maduran emocionalmente antes y de forma diferente a los chicos -, la aceptación de las chicas de su rol femenino de género y la célebre marca de género en la ciencia y tecnología que estereotipa estas disciplinas y profesiones como masculinas (Vázquez y Manassero, 2008), es decir, que se perciben como más propias de hombres que de mujeres. Asimismo, en uno de sus estudios, Manassero y Vázquez (2009) detectan que los chicos son muy optimistas sobre los beneficios sociales de la ciencia y tecnología, mostrando un alto grado de confianza en la ciencia, el método científico y el colectivo científico; mientras que las chicas muestran el mismo optimismo en lo tocante a los beneficios de la ciencia, pero no en las otras tres variables, pudiéndose deber esto a las visiones deformadas de la ciencia que derivan de una enseñanza positivista de la misma. Además, según este estudio, la percepción de la ciencia escolar no es claramente negativa, sino ambivalente con tendencias negativas, ya que, aunque muy pocos aspiran a ser científicos, les gusta la ciencia escolar más que otras materias y la consideran la interesante, relevante e importante; aunque cabe recordar que,

como ya se ha señalado, esta percepción decrece a medida que se avanza en el sistema educativo. Asimismo, en ese mismo estudio, los/las estudiantes destacan tener pocas ganas de estudiar ciencia en la escuela, puesto que la perciben como difícil, además de apuntar a la poca incidencia de las ciencias en el pensamiento crítico. Cabe señalar que todos estos resultados siguen siempre una brecha de género, es decir, las chicas son mucho menos optimistas sobre estas cuestiones y, sobre todo, en las vocaciones científicas - especialmente relacionadas con la tecnología - (Manassero y Vázquez, 2009).

En lo tocante a la elección de estudios, todos los factores expuestos anteriormente - la percepción del valor y la competencia personal, la orientación e información personal y académica, las extraescolares, los agentes socializadores, entre otros - (Vázquez y Manassero, 2010) influyen en la elección de asignaturas en la educación secundaria. Sin embargo, siguiendo a Cleaves, (2005), Fensham (2004 en Acevedo, 2005) y López-Sáez (1995), el sexo de los/las estudiantes es uno de los factores más influyentes, ligeramente inferior a las calificaciones escolares (Croxford, 2002). Así, Manassero y Vázquez (2003), entre otros, dividen las carreras y profesiones en masculinas - ciencias y tecnología - y femeninas - educación, sanidad, profesiones sociales -. Eccles (2007) apunta que, en relación con las STEM, en los países occidentales es común que las chicas aspiren a profesiones en el ámbito de la salud y biología, mientras que los chicos en matemáticas, física y tecnología, atribuyendo esta elección a factores de personalidad, escolares y extraescolares que están influidos por el estereotipo de género o la imagen “masculina” de la ciencia, que, además, interactúa con los otros factores. Los factores de personalidad son entendidos por López-Sáez (1994) como las expectativas de tener éxito, las aspiraciones de carrera, la personalidad orientada a la ayuda, el autoconcepto y los deseos de creatividad, mientras que entre los factores escolares destacan la conducta del profesorado y su interacción con el alumnado, el acceso a la orientación académica, las actividades en el aula que favorecen la socialización, la imagen y la epistemología deformada de la ciencia, y las expectativas del profesorado en relación con las elecciones profesionales (Young, Fraser y Woolnough, 1997 en Vázquez y Manassero, 2009a).

En definitiva, cabe señalar que las actitudes del alumnado hacia la ciencia escolar tienen un papel central en la elección de estudios, puesto que la mayoría de los/las estudiantes que no eligen carreras de ciencias es para huir de su dificultad y aburrimiento, y, la minoría que decide cursar estudios científicos fundamentan su elección en percibir un mejor futuro laboral, aunque, probablemente, mantengan las opiniones sobre la dificultad

y falta de atractivo de la ciencia similares a quienes toman la decisión opuesta (Lindahl, 2003 en Vázquez y Manassero, 2005). En este sentido, las expectativas laborales pueden ser una dimensión importante a tener en cuenta en la elección de estudios, ya que las preferencias y percepciones profesionales pueden guiar diferentes diseños curriculares de ciencia y tecnología que atraigan más al alumnado (Manassero y Vázquez, 2009).

2.5 Enfoques de enseñanza de la ciencia y la tecnología

En los últimos años se ha reavivado el debate sobre la misión de la educación y como enfocar uno de sus mayores retos, la necesidad de preparar al alumnado para vivir en una sociedad en constante cambio y globalizada que cuyas necesidades todavía son inciertas. Así, en el ámbito de la educación científica, debido a la necesidad expuesta anteriormente - la preparación para vivir en un mundo complejo del que sabemos muy poco y que va a estar, probablemente, caracterizado por cambios muy rápidos (Justi, 2006) – unido a la falta de motivación de los estudiantes, las actitudes negativas hacia la ciencia escolar y la falta de vocaciones científicas, en adición al énfasis que ponen las reformas educativas en la realización de actividades que impliquen al estudiantado - tanto en la comprensión del conocimiento científico como en la de su génesis y evolución - (Vílchez y Bravo, 2015), no hace más que reiterar la necesidad de la renovación curricular de las enseñanzas, y no solo de las ciencias, tanto en la educación obligatoria como postobligatoria. Esta renovación no pasa solamente por modificar la forma de entender y desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje, optando por unos métodos más activos de corte constructivista y colaborativos que tengan al alumnado como eje del aprendizaje y que dejen atrás las formas más tradicionales de enseñanza y fomenten un aprendizaje significativo que pueda preparar al alumnado para el nuevo escenario social, sino que en el caso de las ciencias modifiquen la imagen, distorsionada, de la ciencia y la tecnología que se ha venido reproduciendo.

En lo tocante a los enfoques, pues ya se ha expuesto detalladamente en puntos anteriores la necesidad de un cambio de las visiones de la ciencia y tecnología existe un elevado consenso entre los investigadores en didáctica de las ciencias sobre la necesidad de cambiar las estrategias de enseñanza. Este cambio, que se refiere a superar el modelo tradicional de enseñanza y, orientar el aprendizaje como una tarea de indagación guiada que implique la participación activa del/la estudiante en su proceso de aprendizaje, es decir, en la reconstrucción de dichos conocimientos (Ferreira-Gauchía, Vilches y Gil-

Pérez, 2012), servirán no solo para una mejora de la enseñanza en sí, sino también para desarrollar actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología. En este sentido, Aguilera y Perales-Palacios (2020) señalan que los enfoques más usados en la didáctica de las ciencias experimentales son la indagación y la enseñanza basada en el contexto, sin embargo, establecen que las estrategias más efectivas para incrementar las son la enseñanza colaborativa, la enseñanza basada en proyectos, la enseñanza contextualizada y la enseñanza asistida por ordenador (computer-aided-teaching). No obstante, Aragón, Jiménez-Tenorio, Oliva-Martínez y Aragón-Méndez (2018) señalan a la modelización, a la estrategia de cambio conceptual, a la indagación o a los enfoques de enseñanza en contexto como los pilares de la innovación y la enseñanza de la ciencia a través de métodos activos, y afirman que aunque estos enfoques parten de pretextos diferentes, comparten rasgos comunes y, a menudo, perspectivas complementarias, en tanto que acaba siendo habitual encontrar en las propuestas didácticas una amalgama de estos enfoques (Aragón et al., 2018). De acuerdo con esto, Caamaño (2011) señala que la enseñanza de la química debería conseguir integrar la contextualización, la indagación y la modelización - como proceso - en el aprendizaje de las ciencias, y apunta a que la integración de esos tres enfoques básicos de enseñanza de las ciencias son la mejor forma para promover un aprendizaje más significativo y relevante. Hodson (2014) subraya la imprescindibilidad no perder de vista las metas de aprendizaje – descritas en el segundo apartado: aprender ciencia, aprender sobre ciencia, hacer ciencia y abordar problemáticas socio-científicas - que se quieren alcanzar para el diseño de las propuestas de enseñanza, puesto que de esto es de lo que debería depender el empleo de unos enfoques u otros, ya que lo que puede funcionar para una tarea puede ser totalmente inadecuado para otra. Para una selección adecuada de los enfoques Hodson (2014) recomienda, antes de diseñar la experiencia de aprendizaje, tener claro la meta de aprendizaje que se quiere alcanzar y, posteriormente, seleccionar el enfoque que pueda contribuir a alcanzar dicha meta.

En definitiva, y antes exponer los tres principales enfoques activos de enseñanza de las ciencias más relevantes en la actualidad, queremos enfatizar que la innovación educativa o la necesidad de cambiar los métodos de enseñanza, no pasa por supeditar el enfoque a los objetivos, es decir, que innovar no significa emplear diferentes enfoques que estén en auge o emplear diversos métodos activos de enseñanza para huir de la enseñanza tradicional, sino que empleo de un determinado enfoque debe fundamentarse y ser

seleccionado en función a los objetivos y metas de aprendizaje que se quieren alcanzar, y nunca al contrario.

2.5.1 Enfoque de enseñanza basado en el contexto

Como se ha venido señalando, el problema principal de la educación científica es el creciente desinterés por la ciencia escolar, en el que intervienen múltiples factores, entre ellos la desconexión entre lo que el alumnado debe aprender en la escuela y su vida diaria que imposibilita, o al menos dificulta, que el alumnado entienda o le dé sentido a lo que se le está enseñando. Dewey (2004) ya subrayaba la imprescindibilidad del contexto en el proceso de enseñanza-aprendizaje, alegando que tanto la experimentación como la formación de juicios sobre determinados fenómenos u objetos no podía estar desligada del contexto del alumno/a. Y, Ausubel (1976) en su teoría del aprendizaje significativo le confería un papel imperativo al contexto y a las concepciones previas del/de la alumno/a en el proceso de construcción de su propio conocimiento.

En este marco, el enfoque de enseñanza basado en el contexto le concede un papel fundamental, además de al propio contexto, a la naturaleza social del conocimiento (Meroni, Copello y Paredes, 2015), fundamentándose en la teoría sociocultural de Vygotsky (1979) que apuntaba que los individuos aprendemos en relación con otras personas - a través de prácticas sociales -, en situaciones reales y mediante actividades que se enmarcan en un contexto y cultura determinadas. Por lo tanto, para que el alumnado le encuentre sentido a aquello que está aprendiendo es esencial - y aún más si hablamos de ciencia, debido a su nivel de abstracción - que la enseñanza esté contextualizada, pues como establecen Brown, Collins y Duguid (1989 en Jiménez, 2003), desde el prisma de la cognición situada, el conocimiento conceptual no se puede abstraer de las situaciones en las que se aprende y emplea, y desde la enseñanza de las ciencias se les está pidiendo al alumnado justamente lo contrario, que utilicen las herramientas de una disciplina sin haber adoptado dicha cultura - conocimientos teóricos y prácticos - y, consecuentemente, sin haber empleado dichas herramientas. De este modo, el objetivo último de la enseñanza basada en el contexto es explicitar las relaciones entre contexto en el cual se desarrollan los conceptos y las propias relaciones entre los propios conceptos (Gilbert, Bulte y Pilot, 2011), es decir, relacionar la ciencia con la vida cotidiana del alumnado y mostrar lo que esta puede aportar en sus vidas, tanto en aspectos personales como profesionales y sociales (Caamaño, 2011).

Este enfoque ha sido uno de los más desarrollados en la última década en la enseñanza de las ciencias (Blanco y Oliva, 2016), por haberse hecho cargo de vincular los contenidos que el alumnado debe aprender con situaciones o problemas de su vida cotidiana, siendo el contexto el eje central que guía y estructura las secuencias didácticas (Gilbert et al., 2011). Sin embargo, aunque y a pesar de haber multitud de diseños didácticos enmarcados en este enfoque, sigue habiendo diseños que no siguen las directrices propuestas anteriormente; en tanto que Jiménez (2003) afirma que las actividades escolares no suelen estar enmarcadas en una cultura científica escolar, sino en una cultura escolar estereotipada que promueve un aprendizaje difícilmente aplicable a contextos diferentes de los que se adquieren. Jiménez (2003), en contraposición a estas actividades arquetípicas, propone las actividades “auténticas”, que son aquellas que se enmarcan en la cultura de los/las profesionales de la ciencia, y a las que les atribuye las siguientes características:

- Contexto: pueden estar enmarcadas en la vida real o situaciones familiares - desde el ámbito doméstico hasta las noticias de los periódicos -. Esta contextualización sirve para que el alumnado pueda percibir la utilidad de las actividades y del aprendizaje.
- Apertura: la actividad debe ser un problema abierto, no estructurado, al igual que los problemas de la vida cotidiana, ya que se parte de la idea de que los procesos son igual de importantes que los resultados. Se emplea el plural porque, al igual que en la vida real, en la ciencia existen múltiples soluciones y procesos para resolver una incógnita o una problemática. La apertura de las actividades tiene como objetivo promover el debate entre los/las estudiantes que los/las llevará a poder argumentar y justificar sus opciones.
- Proceso de resolución: para Jiménez (2003), resolver un problema implica ser capaz de relacionar los datos disponibles con las posibles soluciones y justificaciones, y consecuentemente, elegir o descartar determinadas hipótesis - de causa -; siendo este proceso homólogo – pero simplificado - del trabajo científico.

La propuesta anterior de Jiménez (2003) es pareja y se refuerza por lo propuesto por Gilbert et al. (2011), que apuntan a que el contexto debe ser creado alrededor de un caso focal – un acontecimiento importante o típico – que captará la atención del estudiantado pero que, al mismo tiempo, está enmarcado en el contexto cultural de estos. Una

ejemplificación de esta contextualización es la propuesta de Meroni, Copello y Paredes (2015), que su estudio sobre la química en contexto han llegado a establecer diferentes aspectos a tener en cuenta para contextualizar, en este caso, la química: a) introducción de materiales cotidianos en prácticas de laboratorio, b) uso de situaciones de la vida diaria para construir conceptos, c) encuentros con científicos – consideramos que deberían añadir científicas para visibilizar a la mujer en la ciencia - y visitas didácticas a instituciones dedicadas a actividades de química, d) actividades CTS y e) proyectos de iniciación a la investigación. Aunque esta propuesta haga referencia a la química en contexto, hemos decidido recoger y destacar esta clasificación porque, desde nuestro punto de vista, estos elementos son fácilmente extrapolables y transferibles a todos los ámbitos de la enseñanza de la ciencia y la tecnología.

Meroni, Copello y Paredes (2015) hacen referencia en su clasificación a las actividades CTS, nosotros al igual que ellos y Aikenhead (2003 en Vázquez y Manassero, 2007c) y los propios Meroni, Copello y Paredes (2015), hacerle un hueco entre estas líneas la perspectiva CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) o actualmente CTSA, incorporando en sus siglas la A de ambiente, para proporcionar una imagen más completa y contextualizada de la ciencia, incorporando la comprensión de cuestiones ambientales y de calidad de vida para asentar las bases para un futuro sostenible (Fernandes, Pires y Villamañán, 2014). Este enfoque CTS o CTSA está fundamentada en la idea de que la contextualización, proporcionada por la tecnología y la sociedad, es lo que le permitirá a la educación científica ser relevante e inclusiva, debe estar contextualizada (Vázquez y Manassero, 2012b). Para Caamaño (2005, 2011) tiene dos vertientes, una que parte de los conceptos para interpretar y explicar el contexto, y otra que parte del contexto para desarrollar conceptos y modelos (Meroni, Copello y Paredes, 2015). Esta última visión es la que se vincula a la enseñanza en contexto, o en ocasiones, autores como Caamaño (2005, 2011), lo consideran el propio enfoque basado en el contexto. Este enfoque pone de manifiesto la importancia de que los contenidos escolares estén conectados tanto con situaciones de la vida cotidiana del alumnado como con contextos socialmente de interés, puesto que los ámbitos próximos del alumnado no son solo el punto de partida del aprendizaje, como podría pensarse, sino que también el punto final; es decir, se parte del contexto del alumnado para propiciar el aprendizaje, pero, al mismo tiempo, el conocimiento que se desarrolla - lo que el/la alumno/a aprende – será aplicado en ese mismo contexto (Meroni, Copello y Paredes, 2015).

El movimiento CTS nació en Estados Unidos en los años setenta como respuesta a la crisis provocado por la escasa relación entre la ciencia, tecnología y la sociedad en el ámbito educativo (Membiela, 2001). Así, el profesorado de ciencias llegó a un consenso sobre la necesidad de innovar en la educación científica (Membiela, 2011) al que se llegó por diversos factores, entre los que destacan la reevaluación de la cultura occidental y el papel de la ciencia escolar en su transformación, la necesidad de educación política para la acción, la necesidad de interdisciplinariedad en la educación científica y una nueva demanda de preparación vocacional y tecnocrática (Fehsham, 1992 en Membiela, 2011). La NSTA en 1982 (Membiela, 2001) en su documento Science-technology-society destacó la importancia de este enfoque en la didáctica de las ciencias y la UNESCO (Membiela, 2001) acabó virando de la ciencia integrada al enfoque CTS. Esto se puede deber a que el enfoque CTS también hace una propuesta integral del aprendizaje de las ciencias, ya que se fundamenta en la interdisciplinariedad de la enseñanza, en donde la tecnología actúa como el puente entre la ciencia y la sociedad (Vázquez et al., 2005). Sin embargo, este enfoque tiene algunas sombras, siendo las más relevantes la generación de un conocimiento desestructurado - desde el punto de vista del cuerpo de conocimientos de las disciplinas científicas - (Blanco y Oliva, 2016) que se puede deber a que la interdisciplinariedad no solo choca con la estructura disciplinar del currículo sino también con la formación disciplinar del propio profesorado de la ESO; y el empleo de modelos y conceptos ya elaborados, porque aunque las secuencias didácticas de carácter CTS se centran en la indagación y/o el debate en contextos tecnológicos de actualidad, carecen de la construcción de modelos – modelización - e ignoran la consideración histórica de los conceptos como su evolución (Caamaño, 2011).

Una vez delimitado el enfoque CTS o CTSA, nos parece fundamental señalar como éste contribuye al enfoque de enseñanza basada en contexto, o para algunos autores como Caamaño (2005) es el enfoque de enseñanza basado en contexto. Blanco y Oliva (2016) manifiestan que la enseñanza en contexto ligada a la perspectiva CTS, al priorizar los contenidos actitudinales y axiológicos, acaba promoviendo un aprendizaje práctico y funcional que permite mejorar la imagen empobrecida de la ciencia, favorecer nuevos aprendizajes y contribuir a la formación de una ciudadanía crítica (Martínez y Rojas, 2006), además de incrementar la motivación en el alumnado (Caamaño, 2005). El aumento de la motivación, para el autor, no solo afectará al alumnado con un perfil más académico – que incrementará su interés por las ciencias y podrá ocasionar un ascenso en

el número de alumnos y de alumnas que elijan materias científicas postobligatorias -, sino que también parece aumentar la motivación en el alumnado con un perfil menos académico - al incrementar su interés por la ciencia relacionada con su vida cotidiana - (Caamaño, 2005). Por lo tanto, se puede decir que el enfoque de enseñanza basado en el contexto es un enfoque imprescindible para el desarrollo de la alfabetización científica del alumnado (Caamaño, 2005), no solo por conectar la ciencia con su vida diaria, sino también por querer proporcionar una imagen más ajustada de la ciencia y tecnología que muestra su naturaleza humana, cultural y social (Vázquez et al., 2005); además de capacitar al alumnado para la toma de decisiones, que podrá promover la acción ciudadana relativa a la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en la sociedad (Membiela, 2011). En este sentido, Vázquez et al. (2005), en uno de sus artículos, subrayan el carácter humanístico que debe tener este enfoque, llegando a denominarlo enfoque CTS humanístico para poner de relieve su origen. Esta denominación y propuesta puede resultar un tanto insólita porque, tradicionalmente, las humanidades y la ciencia y tecnología han sido separadas, e incluso propuestas como dicotómicas, en tanto que, ya desde la escuela, se dividen materias humanísticas y científico-tecnológicas (Vázquez et al., 2005). Como han señalado estos autores y esta autora, con esta visión dicotómica se les están atribuyendo características opuestas a las humanidades y a las ciencias, otorgándosele a las ciencias un carácter exclusivamente “racional” – sin tener en cuenta las emociones, sentimientos, la moral y la historia - que no solo acaba por imprimir una imagen autoritaria y cerrada de la ciencia y tecnología, sino que también forma la base de la educación científica tradicional y propedéutica que perpetua las visiones distorsionadas de la ciencia y tecnología.

2.5.2 Enfoque de enseñanza basado en la modelización

La modelización o construcción de modelos, que no debe confundirse con la enseñanza basada en modelos, en la cual el alumnado emplea modelos ya existentes, no es una novedad en educación, ya que siempre ha estado presente en los currículos educativos (Adúriz-Bravo, 2012). Aunque la enseñanza de las ciencias no ha estado tradicionalmente orientada a favorecer la construcción de modelos mentales por parte del alumnado (Tamayo, 2013), puesto que el modelo tradicional, que ha estado controlando la enseñanza de las ciencias a través de los libros de texto y las intervenciones del

profesorado, ha estado presentando a las teorías, leyes y fenómenos científicos como estructuras acabadas e inmutables que siguen razonamientos, exclusivamente, de tipo deductivo (Tamayo, 2013); es en la actualidad cuando se está tratando explícitamente el constructo epistemológico de modelo en la enseñanza de las ciencias (Adúriz-Bravo, 2012). Por ello, en los últimos años, ha ido creciendo el interés hacia la modelización, en tanto que se ha empezado a considerar como una parte de la competencia científica (Aragón et al., 2018) o de la alfabetización científica (Gilbert y Justi, 2016). En este sentido, Gilbert y Justi (2016) señalan que la modelización contribuye al desarrollo de la alfabetización científica a través de la reconstrucción de modelos científicos, el reconocimiento del papel de la modelización en la construcción y validación del conocimiento científico y tecnológico, el desarrollo de habilidades mentales generales y el desarrollo de valores personales relativos al mundo tal y como es percibido⁷.

El término modelo es ampliamente usado y con múltiples acepciones, concretamente once según la RAE y más de 306.100.000 si se busca en Google (Gilbert y Justi, 2016). El realce de la modelización ha traído consigo conceptualizaciones epistemológicas que implican nuevas formas de entender los modelos desde la didáctica de las ciencias (Adúriz-Bravo, 2012), en tanto que este concepto ha sido discutido por científicos, filósofos, educadores, psicólogos etc. (Justi, 2006). Sin embargo, en la didáctica de las ciencias se ha llegado a un consenso en torno al concepto modelo, que, es entendido como una representación o artefacto epistémico (Gilbert y Justi, 2016). Así, según la última revisión de Gilbert y Justi (2016) siguiendo la idea de Knuuttila (2005) modelo es una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema creado con un objetivo específico (Justi, 2006), es decir, los modelos son representaciones mentales mediante las cuales los científicos razonan o representaciones humanas del mundo empleadas para simplificar fenómenos complejos, ejemplificar entidades abstractas, interpretar resultados, elaborar explicaciones y proponer previsiones (Justi, 2006). En definitiva, son mecanismos de mediación entre la teoría y la realidad que pueden ser expresados a través de cualquier sistema de representación simbólica como dibujos, esquemas, narraciones etc. (Martí, 2012). No obstante, cualquier representación no es en sí un modelo, sino que para ello debe incluir aspectos, relacionados con el mecanismo, la causalidad y la función, cuyo objetivo es ilustrar, explicar y predecir fenómenos (Martí, 2012).

⁷ Traducción propia de “world-as-experienced”.

De este modo, los modelos pueden ser entendidos como los artefactos epistemológicos relacionados con prácticas científicas o la simplificación, explicación, abstracción, predicción, representación, diseño de experimentos y modelos, entre otros, o como el propio proceso de construcción del conocimiento - cíclico y no lineal – fundamentado en objetivos, experiencias y fuentes (Gilbert y Justi, 2016). De esta última visión de modelo emana la enseñanza basada en modelización o modelización, que es, consecuentemente, la creación y uso de modelos por los estudiantes (Gilbert y Justi, 2016). Empero, los estudiantes no pueden trabajar con modelos científicos per se, puesto que son muy complejos como para ser empleados en la enseñanza, y por eso los modelos empleados en la escuela son simplificaciones de los modelos científicos, denominados modelos curriculares (Justi, 2006).

Tras esta delimitación del término modelo, y continuando con la definición de modelización o enfoque basado en modelización, debemos destacar la propuesta de Aragón et al. (2018), que propone que la modelización puede ser entendida tanto como un contenido o nuevo enfoque de enseñanza de las ciencias. Esto se debe a que el alumnado mediante la modelización va a desarrollar modelos como artefactos, sin embargo, el proceso mediante el cual va a desarrollar estos artefactos – su proceso de enseñanza-aprendizaje - puede compararse con proceso de modelización análogo al que lleva a cabo el científico. Como ya se ha señalado, la enseñanza basada en modelos y la enseñanza basada en modelización, aunque ambas tengan como eje los modelos, difieren en el rol del alumnado, que en la enseñanza basada en modelización tiene un rol activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que los modelos no se emplean simplemente como objetos de conocimiento sino que el alumnado debe construirlos; mientras que la enseñanza basada en modelos se fundamenta en el empleo de los modelos como artefactos epistémicos cuyo objetivo es facilitar la comprensión del alumnado (Bravo, Mazas, Aragüés, Sáez y de Echave, 2015). Consecuentemente, el objetivo de la modelización no es que el alumnado aprenda los modelos de la ciencia escolar, que es, de hecho, el objetivo de la enseñanza basada en modelos; sino que la modelización pretende, además, desarrollar capacidades y valores para trabajar con ellos, aplicarlos, analizarlos críticamente y reconstruirlos, con el propósito de que el alumnado entienda su utilidad, su carácter modificable y, sobre todo, sus limitaciones (Oliva, 2014) para poder progresar hacia otros más avanzados (Justi y Gilbert, 2002).

Para desarrollar un enfoque de enseñanza basado en la modelización, en primer lugar, el/la estudiante – ejerciendo el papel de modelador/a – debe plantearse o un objetivo o finalidad para el modelo, o intentar comprender el objetivo del modelo propuesto por otra persona. Posteriormente, el/la alumno/alumna debe crear el proto-modelo o modelo mental - analogía o herramienta matemática - a través de experiencias que engloban desde la revisión de los conocimientos, al análisis de fuentes bibliográficas y datos. Esta última fase tiene un carácter no lineal, puesto que la creación del proto-modelo no es el resultado de la consecución de elementos, sino que surge de la finalidad propuesta en la primera fase y, su posterior reestructuración (Gilbert y Justi, 2016) a partir de los conocimientos que se van adquiriendo. Finalmente, las representaciones de estos modelos pueden ser bidimensionales (dibujos, esquemas...), tridimensionales, virtuales, gestuales, verbales o matemáticas, es decir, los artefactos en la modelización son representaciones externas del aprendizaje (Gilbert y Justi, 2016).

En definitiva, la enseñanza basada en modelización es la construcción, uso y evaluación de modelos en la enseñanza de las ciencias (Bravo et al., 2015), siendo los modelos el eje central o núcleo temático en torno a los que se construye en conocimiento y orbita el currículo, es decir, una sucesión progresiva de modelos que se construyen y se modifican a medida que se avanza en el sistema educativo, erigiéndose los últimos modelos sobre los cimientos de los primeros para hacerlos más útiles y llegar al modelo científico-escolar planteado para cada nivel (Gutiérrez, 2004).

Como punto de inflexión cabe apuntar a que no existe una línea nítida y exclusiva de la enseñanza basada en la modelización o enseñanza basada en modelos, ya que estas se solapan con otros métodos como investigación en torno a problemas o IBSE, cambio conceptual, enfoque de competencias (Oliva, 2014) o enfoques de enseñanza en contexto (Aragón et al., 2018). Además, como ya se ha señalado, se pueden encontrar diversas tendencias en la enseñanza con modelos según el uso que se les da a los modelos mentales en la enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos (Tamayo, 2013). En este sentido, y aunque es más limitada que la modelización, en la actualidad, la enseñanza basada en modelos es la corriente más utilizada por los/las docentes en la enseñanza a través de modelos (Bravo et al., 2015). Esto se puede deber al escaso conocimiento del profesorado sobre la naturaleza de los modelos y el papel que ejercen en el desarrollo y validación del conocimiento científico (Oh y Oh, 2011), sobre las funciones de los modelos tanto en la ciencia en general, como en la enseñanza de las ciencias (Justi y Gilbert, 2002). Este

escaso conocimiento teórico sobre los modelos se ve reforzado por el limitado conocimiento didáctico sobre el trabajo con modelos, pues como apunta Bravo et al. (2015) los/as maestros/as no eligen prácticas educativas relativas a la modelización porque no son capaces de justificar la utilidad de este enfoque, además de presentar grandes dificultades a la hora de justificar a qué dimensión de la modelización se está contribuyendo con determinadas prácticas.

Para finalizar, hemos de destacar que, aunque la enseñanza de las ciencias se vería enormemente beneficiada por la modelización (Tamayo, 2013; Justi y Gilbert, 2002; Oh y Oh, 2011), puesto que ésta contribuye tanto a la mejora del conocimiento científico, como a realizar predicciones, conducir investigaciones, justificar y comunicar resultados (Bravo et al., 2015) y aunque este enfoque acerque al alumnado tanto a modelos y teorías científicas como a los procesos de producción del conocimiento científico; estos modelos no están siempre contextualizados, es decir, no se aproximan a las necesidades del alumnado o a sus intereses, pudiendo llegar a provocar rechazo o desinterés (Blanco y Oliva, 2016). Además, como apunta Oliva (2014) ésta no es autosuficiente en sí misma y necesita ser complementada por otros enfoques de enseñanza como la indagación, la enseñanza en contexto o la argumentación.

2.5.3 Enfoque de enseñanza basado en indagación (IBSE)

Como se ha venido subrayando a lo largo del capítulo, la necesidad de transformación de las prácticas educativas de la enseñanza de las ciencias y la ciencia escolar es indiscutible. En tanto que, muchas políticas educativas (Areepattamannil, 2012), y concretamente la National Research Council (2000), han propuesto como solución - ante la desafección hacia la ciencia escolar - la indagación como enfoque de enseñanza aprendizaje de las ciencias. Schwab (1960; 1966; 1978 en Garritz, 2010) define indagación como “*las actividades estudiantiles en las cuales se desarrollan conocimiento y entendimiento de las ideas científicas*” (p.106).

No obstante, a pesar de que este método se erige como una de las posibles soluciones en torno a la desafección hacia la ciencia escolar, éste se remonta a John Dewey, que ya afirmaba que el aprendizaje de la ciencia ponía demasiado énfasis en la acumulación de información en vez de en el desarrollo de actitudes y habilidades necesarias para la ciencia (National Research Council, 2000). Además, Dewey destacaba que este enfoque debía de enseñanza debía de ser incorporado en el currículum de ciencias desde la etapa más

temprana - la educación infantil – y debiendo ser extendido hasta la secundaria (Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012). Consecuentemente, este enfoque no debería presentarse como una novedad en la enseñanza de las ciencias, puesto que tiene un importante recorrido histórico en la literatura, aunque la realidad de este enfoque no es otra que una incorporación, escasa y tardía – este enfoque se comenzó a introducir hace apenas diez años -, a la enseñanza de las ciencias, que no ha permitido a la enseñanza de las ciencias gozar de las ventajas que traía consigo este enfoque y que lo hacen situarse como uno de los eslabones que ayudarán a resolver la problemática de la desafección de los/las estudiantes hacia la ciencia escolar.

En este sentido, los dos primeros objetivos de este enfoque están alineados con las principales problemáticas de desafección hacia la ciencia escolar, siendo dichos objetivos: 1. mejorar la imagen y las actitudes hacia la ciencia y 2. contribuir a la alfabetización científica (Rocard et al., 2007, Osborne y Dillon, 2008). Mientras que el tercero tiene que ver con una de las consecuencias de la desafección, incentivar las vocaciones científicas (Aguilera et al., 2018). Couso (2014) apunta a que la indagación o IBSE – inquiry based science education - se desarrolla en torno a dos ideas principales, la primera *“llevar la autenticidad de la práctica científica al aula”* (p.3), es decir, se fundamenta en el principio de que el alumnado debe aprender ciencia haciendo ciencia, y con estrategias similares a la actividad de los científicos en el mundo real; y, la segunda gira en torno a la necesidad de una enseñanza – en este caso de la ciencia - que motive e involucre al alumnado.

Tras haber descrito brevemente los objetivos de este enfoque, nos parece imprescindible definir lo que, en la literatura, se entiende por indagación – puesto que algunos problemas de enseñanza de este enfoque derivan del propio concepto de indagación y de lo que se entiende por ella – y presentar las diversas formas de implementar el enfoque de enseñanza basado en indagación en el aula.

La diversidad de definiciones de indagación en el ámbito de la enseñanza de las ciencias ha ocasionado dificultades tanto en la investigación sobre este enfoque como en la discusión del propio enfoque, es decir, discusiones en torno a lo que se entiende enseñanza basada en la indagación (Yeomans, 2011; Couso, 2014). Por lo tanto, nos parece imprescindible hacer referencia y tomar en consideración diferentes acepciones para poder representar adecuadamente su significado. Una de las definiciones más

destacadas, y que ha ocasionado, en cierta medida un consenso, es la propuesta en la conferencia IAP sobre enseñanza basada en indagación:

Visualiza a los/las estudiantes aprendiendo a través de la indagación, usando destrezas empleadas por los científicos como el planteamiento de preguntas, recogida de datos, razonamiento, revisión de pruebas, extracción de conclusiones y discusión de resultados. Cuando los estudiantes aprenden a través de la indagación pueden desarrollar conocimientos científicos, así como, aprender sobre indagación, incluyendo el proceso de la ciencia y como desarrollar una investigación fiable, válida y precisa. (Yeomans, 2011, p. 2)

Mientras que el National Research Council (1996) define indagación como:

Una actividad multifacética que supone hacer observaciones, plantear preguntas, examinar libros y otras fuentes de información, para saber qué es lo que ya se sabe; planear investigaciones, revisar lo que se sabe en función de pruebas experimentales, utilizar herramientas para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones, y comunicar los resultados. La indagación requiere la identificación de hipótesis, el uso del pensamiento lógico y crítico, y la consideración de explicaciones alternativas. (p. 23)

Debido la inclusión de las prácticas de laboratorio en la acción educativa, el National Research Council (2005) ha ampliado la definición de indagación expuesta anteriormente, incluyendo que: *“las experiencias en el laboratorio proporcionan al alumnado oportunidades para interactuar directamente con el mundo material (o con datos recabados a través de este mundo), usando herramientas, técnicas de recogida de datos, modelos y teorías científicas”* (p.3).

Estas definiciones recogen, desde nuestro punto de vista, los tres aspectos fundamentales de la indagación como enfoque de enseñanza propuestos por Barrow (2006 en Couso 2014):

- La capacidad cognitiva de investigar o indagar científicamente.
- La naturaleza de la investigación o indagación científica - entendida como la capacidad del alumnado de entender la metodología científica -.

- El desarrollo de estrategias de enseñanza-aprendizaje que promuevan el aprendizaje no solo de contenidos o conceptos científicos, sino de capacidades sobre indagación y de indagación científica.

Como se puede dilucidar de estas definiciones y de sus aspectos fundamentales, la indagación dista, y mucho, de la linealidad del método científico presentado en los libros de texto; siendo ésta un proceso complejo en el cual la construcción, evaluación y comunicación del conocimiento interactúan (Cuevas, Lee, Hart y Deaktor, 2005). En este sentido, como apuntan Vílchez y Bravo (2015), el aprendizaje por indagación no se debe limitar a la realización de experimentos o “hands-on activities”, que se consistan en la demostración de una teoría trabajada en el aula, sino que debe implicar al alumnado en “mind-on activities” que son las que permiten darle sentido a los datos recogidos y establecer explicaciones basadas en evidencias (Lee, Maerten-Rivera, Buxton, Penfield y Secada, 2009). Por lo tanto, la IBSE es un enfoque que se fundamenta en el constructivismo, ya que el alumnado es el eje de su proceso de enseñanza-aprendizaje y el profesor actúa como un facilitador de las experiencias, siendo uno de los propósitos de la indagación estimular la curiosidad de los estudiantes e incitarlos a formular preguntas de investigación sobre un problema de su interés (Uum, Verhoeff y Peeters, 2017), convirtiéndose el contexto en uno de los ejes vertebradores de la enseñanza basada en la indagación.

Como ya se ha señalado, la enseñanza basada en indagación es un proceso homólogo al propio trabajo científico, desarrollándose a partir del establecimiento de una pregunta de investigación en función a un problema, el establecimiento de hipótesis y su verificación a través de la búsqueda de pruebas y la posterior interpretación de los resultados obtenidos para la extracción de conclusiones fundamentadas (Parrilla et al., 2017). Sin embargo, existen diferentes formas de implementar la indagación en el aula en función del grado de implicación del profesor y el estudiante (Vílchez y Bravo, 2015). Windschitl (2003) establece cuatro categorías de indagación en la enseñanza: la confirmación de experiencias, la indagación estructurada, la indagación guiada y la indagación abierta. Mientras que otros autores, como Martin-Hansen (2002), que se basa en los documentos desarrollados por la NRC propone: la indagación abierta, la indagación guiada, la indagación acoplada y la indagación estructurada.

La indagación abierta puede ser considerada como el enfoque más próximo al trabajo de los científicos en un contexto de aula, puesto que comienza con el planteamiento de una pregunta por el alumnado, seguida por el diseño y el desarrollo de la investigación, y concluye con la comunicación de resultados (Martin-Hansen, 2012). La indagación abierta sigue un enfoque centrado en el alumnado, puesto que éste decide qué investigar y cómo hacerlo (Aguilera et al. 2018). Esto no significa que el rol del profesor/profesora sea nulo, sino que tiene un rol asistencial, es decir, debe asistir al alumnado en las diferentes fases – sin dirigirlos – puesto que debe ser el alumnado el que dirija su propia indagación (Uum et al., 2017). En este sentido, el alumnado es el que determina qué constituye una prueba y la recaba, además de examinar otros recursos para poder establecer explicaciones (Bevins y Price, 2016). En este enfoque, como indican Uum et al. (2017) surge una contrariedad, ¿cómo va el profesorado a facilitar la indagación de sus alumnos sin tomar las riendas de esta? Simons y Klein (2007 en Uum et al., 2017), apuntan a los scaffolds⁸ como una posible ayuda, temporal, para la familiarización con el proceso de indagación. Cabe señalar que es imprescindible que los scaffolds estén acomodados y próximos al nivel de desarrollo del alumnado en vista de que son los que les brindarán ayuda – al alumnado - para entender los componentes de una tarea que no podrían hacerla por si mismos (Simons y Klein, 2007 en Uum et al., 2017).

En la indagación acoplada (Martin-Hansen, 2002) o guiada (Windschitl, 2003), el papel del/de la docente es el de facilitador y guía, puesto que es quien plantea la pregunta de investigación que guiará la investigación que llevará a cabo el alumnado, pero, es el alumnado quien decide cómo proceder en la investigación (Windschitl, 2003). Dunhkhase (2000 en Martin-Hansen 2002) señala que este tipo de indagación combina la indagación estructurada y la abierta, encontrándose en un punto medio, puesto que se comienza con indagación estructurada, ya que el/la docente propone una pregunta, pero es el alumnado el que decide el procedimiento por el cual se va a desarrollar la indagación, fundamentándose, así, en una indagación abierta. Sin embargo, para Bevins y Price (2016) en la indagación guiada no es exclusivamente tarea del/de la docente plantear el problema objeto de estudio, sino que el alumnado puede seleccionar preguntas y plantear otras nuevas a partir de lo propuesto por el docente. Además, en la indagación guiada el

⁸ Scaffolding según el diccionario de Oxford: A temporary structure on the outside of a building, made of wooden planks and metal poles, used by workmen while building, repairing, or cleaning the building. En este contexto se entiende por “scaffold” la división de una tarea en subtarear más sencillas para facilitar su realización.

alumnado es orientado en la recolección de datos y en el proceso de formulación de las explicaciones, siendo tarea del profesorado guiarlos hacia determinadas fuentes científicas y ofrecerles algunas estrategias para la comunicación de resultados (Aguilera et al., 2018).

En la indagación estructurada (Windschitl, 2003) y guiada para Martin-Hansen (2002) es el/la profesor/a quien plantea la pregunta de investigación - para Bevins y Price (2016) el alumnado es quien debe concretar y clarificar estas preguntas - y el procedimiento por el cual se va a resolver (Windschitl, 2003). Para Martin-Hansen (2012) este tipo de indagación es la ideal para enseñar habilidades concretas o para investigar fenómenos complejos que no se pueden investigar en el aula, puesto que el/la docente y/o el alumnado pueden recabar datos científicos de diversas fuentes que analizarán posteriormente (Bevins y Prince, 2016). Para el análisis de los datos el profesorado debe proporcionar directrices o ejemplos sobre el uso de datos o pruebas que les permita formular – al alumnado – explicaciones de su propia investigación. Para concluir, el/la docente debe proporcionar y explicitar las conexiones de las conclusiones de las investigaciones llevadas a cabo por el alumnado con el conocimiento científico asociado (Aguilera et al., 2018). Como se puede dilucidar de estas líneas la indagación estructurada está altamente controlada por el docente y el rol del alumnado deja de ser, en cierta medida, el eje central del proceso de enseñanza-aprendizaje en detrimento del contenido o el método.

Por último, la indagación estructurada para Martin-Hansen (2002) o de confirmación de experiencias para Windschitl (2003) es una indagación altamente dirigida por el profesor. Tanto Martin-Hansen (2002) como Windschitl (2003) la definen como recetas de laboratorio⁹ porque los estudiantes van a verificar principios científicos siguiendo un procedimiento marcado por el/la profesor/a con un resultado determinado. Bevins y Price (2016) señalan que en la indagación estructurada el profesorado no solo le proporciona al alumnado los datos, sino que también les explica cómo deben ser analizados, les facilita resultados que deben ser obtenidos, les explicita la conexión con los contenidos y les guía para llevar a cabo la comunicación de los resultados. Martin-Hansen (2002) señala que este tipo de indagación no involucra al alumnado puesto que se trata simplemente de

⁹ Traducción propia de “cookbooks labs”

seguir las instrucciones del docente, atreviéndose incluso a afirmar que este tipo de indagación no contiene muchos de los principios de la verdadera indagación.

Como ya se ha señalado, la IBSE se propone como una de las posibles soluciones ante la desafección hacia la ciencia escolar (Bevins y Price, 2016; Aguilar et al., 2018), en tanto que autores enfatizan las ventajas del enfoque de enseñanza basado en indagación para el desarrollo de la alfabetización científica y el incremento de las vocaciones científicas (Aguilera et al., 2018; Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012; Rocard et al., 2007; Nuffield Foundation, 2008). No obstante, desde la comunidad de la didáctica de las ciencias - tanto detractores como partidarios de este enfoque - siguen existiendo ciertas dudas y sentimientos encontrados con este enfoque (Couso, 2014). Uno de los principales problemas de este enfoque se sustenta y deriva del propio concepto – como se ha indicado en el inicio de estas líneas - es decir, de la dificultad de definir y conceptualizar la indagación. Así, Brown et al. (2006) señalan que la dificultad de entender la indagación se debe a la falta de acuerdo sobre lo que constituye per se, un enfoque basado en la indagación. Para clarificar este problema consideramos conveniente mostrar las diferencias entre autores de lo que significa enseñanza basada en indagación. Para Couso (2014) la indagación no es un contenido a enseñar y aprender, sino una forma de enseñar y aprender es una metodología alternativa a la enseñanza tradicional de tipo deductiva (Couso, 2014) y está estrechamente ligada a otras metodologías como el ABP o el aprendizaje por proyectos (Rocard et al., 2007). Por el contrario, Ryder (2011) afirma que la indagación es tanto un objetivo de enseñanza, es decir, lo que queremos que los estudiantes aprendan sobre la indagación científica, así como un método de enseñanza-aprendizaje. Además, este autor sugiere que para alcanzar objetivos educativos indagativos no es necesario siempre una metodología indagativa, señalando que en ocasiones una metodología tradicional de enseñanza puede ayudar a completar dichos objetivos.

Este primer problema, derivado del propio concepto de indagación no es el único inconveniente, sino que Couso (2014) apunta a que son cuatro los principales problemas de la indagación, en adición al planteado con anterioridad. Así, Couso afirma que con el enfoque basado en indagación se corre el riesgo de reducir la clase de ciencias al mero planteamiento de indagaciones y la adquisición de destrezas indagativas – esto no supondría un problema si las actividades tuvieran como objetivo enseñar exclusivamente destrezas o habilidades de indagación, sin embargo, la mayoría las actividades tampoco

cumplen con el fin de indagar para aprender a indagar puesto que emplean técnicas manipulativas de un bajo nivel cognitivo -, obviándose los contenidos conceptuales de ciencias como leyes, teorías y modelos, y acabando por imprimir la idea errónea de que indagar es una condición suficiente para aprender ciencia y cayendo en algunas de las visiones distorsionadas de la ciencia y la tecnología (Vázquez y Manassero, 2012a), como que la ciencia es la aplicación del método científico o que este es una sucesión de etapas que culminará con la resolución del problema.

La segunda problemática de este enfoque, para Couso (2014), se sitúa en torno a la malinterpretación de la motivación, puesto que se confunde estar involucrado y activo físicamente con motivado y activo intelectualmente. La autora señala como el mayor problema a la relación directa que se intenta establecer entre la enseñanza por indagación y la ciencia divertida, imprimiendo la idea – en los/las futuros/futuras docentes - de que el fin de la indagación y la ciencia escolar es ser divertida, pervirtiéndose el propio propósito de la educación, aprender.

Otro de los problemas se fundamenta en el propio profesorado, tanto por la dificultad, principalmente para el profesorado de educación primaria, de llevar a cabo una enseñanza por indagación (Lucero, Valcke y Schelles, 2013 en Vílchez y Bravo, 2015), sobre todo en lo tocante a la formulación de la pregunta de investigación y a su diseño (Uum et al., 2016) y al rol del docente como facilitador (Couso, 2014). En lo tocante a la dificultad de enseñar a través de la indagación Forbes y David (2010) en Vílchez y Bravo (2015) y Couso (2014) apuntan a las creencias y actitudes de los profesores hacia las ciencias como uno de los orígenes, puesto que la práctica del aula está vinculada y se diversifica según la visión de la naturaleza de la ciencia. Mientras que Vílchez y Bravo (2015) sugieren que las dificultades emanan del desconocimiento del profesorado sobre la propia indagación, puesto que al desconocer lo que el alumnado debe realizar para resolver la indagación planteada, el/la docente no puede anticiparse a las necesidades del propio alumnado; y al desconocimiento de las destrezas implicadas en ésta. Para poder establecer los problemas en torno al rol del profesorado, es imprescindible exponer los tres enfoques desde los que el profesorado puede enseñar indagación y con énfasis en la naturaleza de la ciencia: el implícito – que aboga por el aprendizaje mediante la práctica, es decir, el alumnado “haciendo ciencia” aprenderán sobre indagación científica y la naturaleza de la ciencia -, el enfoque histórico – que alega que con enseñar la perspectiva histórica de la ciencia los/las estudiantes reforzarán su visión sobre la indagación y la naturaleza de la ciencia -

, y el enfoque explícito - que considera que la naturaleza de la ciencia y la indagación son un contenido a enseñar y por ello la indagación debe ser un contenido y no una estrategia de aprendizaje - Lederman (2004). Holliday (2004 en Couso, 2014) apunta a que el rol del docente como facilitar supone uno de los problemas del enfoque IBSE puesto que muchos/muchas docentes entienden que enseñar a través de la indagación es dejar al alumnado descubrir ciencia por sí mismos, siendo su papel el de facilitador de recursos y herramientas. En este sentido, Yoon, Joung, y Kim (2012) señalan la dificultad del profesorado de primaria para determinar cuánta orientación debe proporcionar a su alumnado en la indagación abierta, acabando por recurrir, habitualmente, a los métodos de la indagación estructurada y guiada (Zion et al., 2007 en Uum, et al., 2016). No obstante, es necesario destacar la dificultad que supone el enfoque de enseñanza por indagación para el profesorado, sobre todo si hablamos de una indagación abierta, puesto que, en muchas ocasiones, la complejidad del tema elegido por el/la alumno/alumna dificulta la relación del objeto de estudio con las ideas o teorías científicas que lo fundamentan, o la facilidad para interactuar con fenómeno estudiado. Couso (2014) sugiere como posible solución el planteamiento de proyectos que involucren y tengan como eje central al alumnado, pero siendo el tema y las conversaciones que se produzcan gestionadas por los/las docentes, siendo el rol del/de la profesor/profesora regulador/a - que promueva la enseñanza de destrezas metacognitivas, mapas mentales, habilidades cognitivo-lingüísticas y enseñe al alumnado a verbalizar o justificar sus ideas -.

Como última problemática, Couso (2014) apunta a la desconexión de la indagación con la teoría, considerando insuficiente el papel que se le otorga a la dimensión conceptual y teórica en la indagación, frente a la procedimental y empírica. En este aspecto, otros autores (Viennot (2011, en Couso, 2014; Simarro, Couso y Pintó, 2009) indican que, el conocimiento que se enseña a través del enfoque indagativo se limita exclusivamente a lo que se puede relacionar con las pruebas desarrolladas por el alumnado, siendo estas explicaciones bastante limitadas y locales puesto que se derivan de los datos obtenidos a través de experimentos muy simplificados – para que puedan ser realizados por el alumnado – que acaban obviando vínculos e ideas relevantes (Viennot, 2011 en Couso, 2014).

En definitiva, Couso (2014) señala que, ante esta coyuntura, el enfoque de enseñanza basado en indagación no permite obtener al alumnado explicaciones suficientemente satisfactorias, y propone como solución otro tipo de indagación, la centrada en modelizar.

Sin embargo, Aguilera et al. (2018), en su revisión sobre la producción española sobre la indagación, establece que las implicaciones educativas del enfoque IBSE sobre las actitudes científicas son innegables, puesto que este enfoque eleva la motivación y la satisfacción hacia el aprendizaje de las ciencias y genera actitudes positivas, además de favorecer el desarrollo de habilidades relacionadas con la metodología científica y fomentar la reflexión y el pensamiento crítico durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Mientras que Bevins y Price (2016) apuntan a que la enseñanza por indagación mejora la autoestima y la comprensión de los contenidos, incrementa la motivación del/ de la estudiante y promueve la aplicación del aprendizaje a contextos cada vez más complejos. Así, Bevins y Price (2016) y Aguilar et al. (2018) afirman que este enfoque es el más idóneo para revertir el declive de las actitudes hacia la ciencia escolar, puesto que mejora el entendimiento del conocimiento científico y promueve actitudes positivas hacia la ciencia (Kapelari et al., 2014). Claramente, la Comisión Europea está apostando por este enfoque de enseñanza de las ciencias, en tanto que está subvencionando proyectos educativos fundamentados en el enfoque por indagación: Open Discovery of STEM Laboratories (ODL) que provee a profesores de escuelas europeas del uso de micro-MOOC - un enfoque innovador de la implementación de los laboratorios STEM -; Platón que es una plataforma que ofrece formación sobre la metodologías activas de enseñanza-aprendizaje, principalmente la IBSE, para el profesorado de primaria y secundaria; Miss To Hit que tiene como objetivo abordar errores de concepto en las disciplinas STEM y promoverlas a través de métodos de enseñanza y aprendizaje activos – cuyas actividades tendrán en cuenta aspectos de igualdad de género - como el aprendizaje por indagación en la escuela secundaria; y Go Lab, una plataforma que ofrece a profesores y profesoras de primaria y secundaria una serie de recursos - laboratorios remotos de diversas instituciones de investigación que el alumnado puede emplear para realizar experimentos en un entorno controlado, y Go Lab Authoring Platform que permite al profesorado crear ambientes de aprendizaje basados en la indagación - que les permita enriquecer y mejorar su práctica docente.

Antes de finalizar este capítulo, debemos señalar también las sombras de este enfoque, Couso (2014) y Ryder (2011) aportan un poco de escepticismo en todo este apogeo metodológico indagativo, subrayando que, en España, el enfoque de enseñanza basado en la indagación es mucho más teórico que práctico, siendo muy pocos los y las docentes los/las que enseñan a través de este método. Aunque Ryder (2011) indica que múltiples

estudios muestran como la indagación tiene un pequeño impacto el aprendizaje del alumnado, Couso (2014) señala que no se ha demostrado que la indagación sea mejor que otras metodologías de enseñanza-aprendizaje, aunque, también es cierto que tampoco se ha demostrado que otras metodologías sean mejor que la indagación.

Lo que es innegable es la influencia de los enfoques, métodos y metodología docente en el aprendizaje del alumnado, pues como apuntan Vélchez y Bravo (2015) las estrategias activas de enseñanza-aprendizaje, que implican a los estudiantes y las estudiantes en este proceso, generan un mayor aprendizaje que las pasivas. Sin embargo, Ryder (2011) concluye que no es correcto atribuirle todo el mérito a la indagación en el incremento de la motivación y actitudes hacia las ciencias del alumnado, señalando que el conocimiento del profesorado, las aspiraciones de los estudiantes, las familias y las estrategias de evaluación son factores que influyen indiscutiblemente en éstas.

CAPÍTULO 3: GÉNERO Y ELECCIÓN DE ESTUDIO

3.1 Introducción

Antes de comenzar este capítulo y explicar los factores más influyentes en la elección de estudios, teniendo siempre en cuenta el género al ser factor transversal, nos parece imprescindible delimitar, brevemente, la dimensión género dentro de la investigación, puesto que, esta dimensión no sólo es relevante por cuestiones de igualdad sino también porque emplear un enfoque sensible al género contribuye a una mayor calidad en los resultados (Jiménez, 2019). En tanto que, la Unión Europea con el programa Horizonte 2020 determinó que cualquier proyecto o programa europeo de investigación tiene que explicitar y describir cómo se va a tener en cuenta el análisis de género y el papel que juega en el estudio, es decir, la dimensión género no es una opción sino una obligación (Jiménez, 2019). Además, en relación con la educación, Jiménez (2019) apunta a que la investigación de género en educación es fundamental no sólo por ser la única vía para obtener evidencias que orienten y guíen las decisiones educativas igualitarias, sino que también, ayuda a desarrollar nuevas formas de pensar y concebir una educación más justa – a partir del análisis de la práctica educativa - y encontrar formas para transformar situaciones y cambiar realidades que impiden el desarrollo humano integral.

El género – como construcción social - partió del pensamiento feminista el cual postuló que los conceptos de hombre y mujer son construcciones sociales intencionales – puesto que no se trata de algo inherente a la condición de hombre o mujer sino de conductas, actitudes, roles y normas desarrollados socialmente – que condicionan la vida social y personal de los individuos y la dinámica de la propia sociedad. Aunque Simone de Beauvoir en su obra ya señaló el gran peso que ejercía la sociedad en la construcción de los géneros a través de su frase *“la mujer no nace, se hace”*, fue Joan W. Scott quien asentó las bases de este concepto empleándolo como una categoría que permitía evidenciar las relaciones de poder derivadas del género y a través de este (Laufer y Rochefort, 2016). Los modelos de género - referentes simbólicos que marcan unos límites para cada género y moldean las conductas sociales para cada uno de ellos - se transmiten a través del proceso de socialización, siendo la escuela uno de los agentes de socialización por excelencia. Además, las características sociales del género - funciones adjudicadas en la dinámica social y en las relaciones interpersonales – condicionan el propio

funcionamiento del sistema social y la vida de los individuos (Fernández, 2004). Así, desde la infancia aprendemos significados, relacionados con la masculinidad y la feminidad, que limitan o perjudican el desarrollo humano (Jiménez, 2019), como muestran Askew y Ross (1998) en su obra “los chicos no lloran” los niños, desde pequeños aprendemos estereotipos o comportamientos asociados con la masculinidad y la feminidad que pueden ir en nuestro detrimento, siendo un claro ejemplo la incompatibilidad entre las emociones y la masculinidad o atribuir el éxito de las niñas a su esfuerzo y el de los niños a su inteligencia. Estos estereotipos, como se ha visto, son creencias que encorsetan a las personas en los ideales de la feminidad y la masculinidad (Jiménez, 2019), siendo estos estereotipos perpetuados y transmitidos también en las instituciones educativas. Consecuentemente, para poder deconstruir los valores y creencias dañinas asociadas a los géneros y explicar la dinámica la dinámica de la sociedad, es imprescindible convertir a los modelos de género en el objeto de estudio de las ciencias sociales.

La ciencia, como ya se ha apuntado, se ha constituido como un ente objetivo y neutral sin ideología (Sánchez, 2002). Khum (1962 en Rodríguez, 2010) afirma que la ciencia es una institución sometida a presiones históricas e influida por factores culturales, sociales, económicos y psicológicos. Este ha sido el punto de partida para las teóricas feministas que han puesto de relieve cómo la ciencia posee sesgos de género que comporta perspectivas parciales y androcéntricas que ignoran el punto de vista de las mujeres e imponen la objetivización de lo masculino (Sánchez, 2002). Por lo tanto, el sujeto es algo construido histórica y culturalmente situado y este podrá ser analizado desde diferentes perspectivas, siendo una de ellas el género. Así, desde los años 60 los estudios de género, que surgieron de las preocupaciones relacionadas con la igualdad entre hombre y mujeres en las leyes, el acceso a los recursos sociales básicos y al reconocimiento de sus méritos, empezaron a incluir entre el foco de investigación de género el modo en el que ideas preconcebidas sobre lo femenino y masculino se imponen, limitan, dirigen o prediseñan vidas y se perpetúan al hacerlo (González, 2019), lo que convierte al género en un factor de vital importancia para comprender el mundo que habitamos.

Los análisis de género se encargan de evidenciar el androcentrismo dominante en la ciencia, en sus teorías y conceptualizaciones, es decir, en qué cuestiones se plantean, cómo se plantean y cómo se responden (Gómez, 2019). Puesto que el androcentrismo, en las ciencias sociales, opera en una doble dimensión: una que afecta al objeto de estudio

de las ciencias sociales y otra que afecta a la percepción de la realidad - social, histórica y cultural – de estas ciencias. La primera dimensión hace referencia a que entre los objetos de estudio en las ciencias sociales se incluyen relaciones de poder entre los géneros y valoraciones, en este caso de los géneros. Ambas son transmitidas al investigador o investigadora, puesto que, al contrario de lo que clama el androcentrismo la investigación no es neutral, lo que puede acabar – si el investigador o investigadora no es consciente de su subjetividad - distorsionando su percepción de las cosas. La segunda se refiere a la percepción de la realidad, que viene determinada por las suposiciones y expectativas acerca de las relaciones entre hombres y mujeres. Los científicos y científicas reflejan en sus investigaciones la perspectiva de su propia realidad – basada en su experiencia social y cultural -, lo que, si no se es plenamente consciente, sesga su acercamiento a los hechos (Gómez, 2019). En definitiva, en el conocimiento social existe un doble sesgo de género, el que presenta la realidad estudiada y el de la realidad de la que forma parte el o la investigador o investigadora; siendo los análisis de género los que abordan el desmantelamiento de las influencias androcéntricas en estas dos dimensiones (Gómez, 2019).

La crisis del pensamiento de la modernidad ha provocado cambios en la consideración social de ciencia, la manera de producirla y consumirla, siendo uno de los cambios más relevantes y ricos, debido a su capacidad crítica y transformadora, la multiplicación de las miradas – aproximaciones al conocimiento desde una perspectiva posicionada, es decir, subjetiva - sobre los objetos de estudio y la multiplicación de las voces de análisis e interpretación de los problemas (Fernández, 2004). Una de las miradas de las que hablamos es la perspectiva de género. Esta perspectiva supone analizar e interpretar situaciones sociales considerando a hombres y mujeres como colectivos y como individuos que se relacionan entre sí y con el sistema social en el que se insertan, así como categorizar dichas relaciones en función de las posibilidades de actuación social que hombre y mujeres tengan respecto al otro género (Fernández, 2004). Para Martín esta perspectiva *“constituye una herramienta esencial para comprender aspectos fundamentales relativos a la construcción cultural de la identidad personal, así como para entender cómo se generan y reproducen determinadas jerarquías, relaciones de dominación y desigualdades sociales”* (Martín, 2008, p. 10). Por lo que, esta perspectiva sirve y tiene como objetivo poner de manifiesto las condiciones sociales que perpetúan la

subordinación de la mujer para modificarlas y, subsiguientemente, transformar la sociedad.

En definitiva, la perspectiva de género nos permite reflexionar crítica, constructiva y responsablemente para poder identificar los estereotipos de género, las desigualdades y la discriminación de las mujeres y los factores que las sustentan y perpetúan (Jiménez, 2019). No obstante, debemos subrayar – debido a la proliferación de estos estudios – que la perspectiva de género no consiste en emplear las variables sexo y género en la investigación, es decir, desagregar los datos empleando estas categorías, sino que la perspectiva de género se centra en cómo el género interactúa con otras variables y revela cómo el género influye en el poder y las jerarquías sociales, pues, como apunta Jiménez (2019) *“no es posible realizar investigaciones sobre las mujeres sin un marco comprensivo sobre las relaciones desiguales de poder que reproducen jerarquías de género”* (p.54). Así, el género como categoría de análisis busca erosionar la ideología patriarcal, propiciar el desmontaje de determinaciones biológicas y culturales, de movilizar, impugnar, cuestionar, remover y desestructurar las condiciones que reproducen las desigualdades sociales entre los géneros (Cabral y Samudio, 2005) y permite conocer cómo se estructuran y expresan los ámbitos de lo femenino y masculino en complejos procesos sociales, en nuestro caso, cómo el género influye y forma parte del complejo y multifactorial proceso de elección de estudios, concretamente, estudios en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Jiménez (2019) considera que la investigación de género comienza en el momento en que el investigador o investigadora se preocupa por las consecuencias sociales de género de la investigación educativa, además, de concebirla como una vía de contribución al cambio social y mejora de situaciones que considera desiguales, opresivas, discriminatorias o dañinas. En este sentido, la autora establece como una de las prioridades de investigación en género y educación al género y las áreas STEM debido a la brecha de género en la orientación de las mujeres hacia carreras científico-tecnológicas que se cuece desde la educación obligatoria, puesto que, la reproducción de los estereotipos de género durante la etapa escolar no solo desencadena resultados académicos diferentes en ciencias por parte de niños y niñas, sino que provoca una también unas actitudes y afectividad diferenciadas.

Como hemos apuntado en el capítulo anterior, el descenso del interés hacia la ciencia escolar y el aumento de las actitudes negativas hacia la ciencia y la ciencia escolar – que se agrava y se empieza por manifestar con el paso de la educación primaria a la educación

secundaria – no solo está provocando que el alumnado tenga un desarraigo afectivo hacia estas áreas de conocimiento sino también un declive en la tasa de estudiantes en las STEM en la educación postobligatoria, es decir, una huida de estudiantes de las carreras de ciencias, tecnología y matemáticas, carreras STEM, a otras carreras (Ulriksen, Madsen y Holmegaard, 2015) que se agrava en el caso femenino (Vázquez y Manassero, 2015).

Estudios como She Figures (European Commission, 2009, 2016, 2019), Cracking the code (UNESCO, 2017), Women in Science, Technology, Engineering and Mathematics (WISE, 2015), el estudio de la Unidad de Mujeres y ciencia del Ministerio de educación (2007 en Castaño, 2010), los informes de Datos y cifras del gobierno español, entre otros, señalan que, en los países desarrollados, a pesar de haber un mayor número de universitarias que de universitarios siguen existiendo ámbitos predominantemente masculinos y otros femeninos. Según el último informe del ministerio de educación y formación profesional, la distribución porcentual del alumnado de bachillerato según modalidad cursada en el curso 2017-2018 ha sido de un 52,25 % de hombres en el bachillerato de ciencias y tecnología, y un 43.6% de mujeres (MEFP, 2019), incrementándose en un punto porcentual con respecto del anterior curso académico (MEFP, 2018). Sin embargo, aunque estos datos parecen ser positivos - puesto que un considerable número de estudiantes eligen estudios científico-tecnológicos – es imprescindible mirarlos más de cerca y desagregarlos teniendo en cuenta el número de matriculados de nuevo acceso y en función al género de los y las matriculados y matriculadas.

En este sentido, teniendo en cuenta los últimos datos proporcionados por el ministerio de ciencia e innovación (2020) un 42% del alumnado de nuevo acceso a carreras de ciencias físicas, químicas y geológicas son mujeres y en ciencias de la vida en la que no se incluye ni enfermería ni medicina casi un 60% son mujeres. En contraposición, un 25.6% de los/las nuevos/nuevas matriculados/matriculadas en ingenierías son mujeres y, concretamente en informática de 50.004 matriculados sólo 6452 son mujeres, es decir, un 13.4%. Mientras que en enfermería y medicina un 68.8% y un 81.5% son mujeres, lo que significa que siguen existiendo carreras estereotípicamente femeninas y masculinas. Por lo tanto, como se puede inferir de estos datos y como muestran estudios señalados con anterioridad, la elección de carrera está muy ligado al género, en tanto que campos como la ingeniería y la informática son ámbitos predominantemente masculinos (OECD, 2006; Vázquez y Manassero, 2009a). Debido a la escasa presencia de mujeres en carreras de

ciencias, matemáticas, informática e ingeniería, el consejo de educación europeo propuso como uno de los puntos de referencia para ser alcanzados por los países europeos en 2010 *“aumentar al menos en un 15% el número de licenciados en matemáticas, ciencias y tecnología, reduciendo el desequilibrio en la representación de hombres y mujeres”* (Consejo de Europa, 2003), objetivo que claramente no se ha conseguido. Mientras que el 7º programa marco, Horizonte 2020, busca la promoción activa del papel de las mujeres en la ciencia, estableciendo un objetivo del 40% de participación femenina a todos los niveles (Comisión Europea, 2011).

La problemática en cuanto a la disminución de vocaciones científicas – que sigue claramente un sesgo de género – es de carácter multifactorial, depende tanto de factores individuales, psicológicos, contextuales como sociales. Ya en los años 80 se comenzaron a desarrollar investigaciones sobre las actitudes – diferenciadas - que muestran los hombres y las mujeres hacia las ciencias (Colley, 2003), y posteriormente, se han llevado a cabo proyectos y estudios para detectar las causas de la baja elección de las ciencias como ámbito de estudio, poniendo el foco de atención en las actitudes, rendimiento e interés del alumnado (Jenkins, 2006). Todas estas investigaciones han contribuido y permitido producir una sólida base teórico-empírica sobre esta problemática, fundamentación que se recogerá en este capítulo.

En este sentido, Schreiner y Sjoberg (2004) alegan que no es sorprendente este desequilibrio de acceso a las STEM debido a la evidente disparidad de intereses hacia la ciencia entre hombres y mujeres. Aunque se afirme que las chicas están menos interesadas en la ciencia que los chicos, especialmente en física y química, la realidad es que las chicas sí que están interesadas en la ciencia, pero en diferentes dominios que los chicos, pues ellas muestran mayor interés en los fenómenos naturales, la física presentada dentro de un contexto médico y biológico, y por la óptica y la astronomía. Por lo tanto, las chicas se interesan por la ciencia si ésta se relaciona con su experiencia personal, la historia humana y filosófica de la ciencia (Vázquez y Manassero, 2008). Otras investigaciones sugieren que esta elección diferenciada se puede deber a la pobre autoeficacia de las estudiantes en los dominios no considerados típicamente femeninos, el miedo a ser estereotipada negativamente - por la adecuación a los roles normativos de género - y porque las chicas suelen evitar las carreras asociadas con las matemáticas porque endorsan metas laborales que impedirían tener un balance carrera profesional/familia

(Sinclair, Carlsson y Bjorklund, 2014). Para Davey (2010) esta baja elección se relaciona con la percepción de dificultad y ausencia de afectividad y, otros autores y autoras (Carvallo, Potter y Rozman, 2004; Lloyd, Walsh y Yailagh, 2005; Lyons, 2006; Preckel, Goetz, Pekrun y Kleine, 2008; Simpkins, Davis-Kean y Eccles, 2006), apuntan al menor autoconcepto de habilidad de las chicas en los dominios STEM y a las pocas expectativas de éxito en ciencias y matemáticas como las posibles causas de la baja elección de estudios STEM. En contraposición, Eccles et al. (1999) apunta al valor subjetivo de la tarea como el mayor condicionante de la elección de estudios. En adición, la brecha de género en la ciencia y la tecnología también está causada por la histórica brecha público/privado de hombres y mujeres y el histórico predominio de los hombres y la infrarrepresentación de las mujeres algunos campos, que se perpetúa a través del interés de los chicos por materias científicas como la física y química, y las chicas por la biología y la sanidad – ámbitos de los cuidados que se asocian a la feminidad - (Farenga y Joyce, 2000; Vázquez y Manassero, 2003, 2007^a, 2010).

Por lo tanto, la situación de la ciencia escolar es catastrófica puesto que existe un descenso continuado de interés hacia la ciencia y la tecnología y un aumento de actitudes negativas hacia la ciencia y ciencia escolar que se manifiesta a través del descenso de vocaciones STEM, siendo especialmente preocupante en el caso femenino. En este capítulo se explorarán los factores más influyentes en la elección de estudios, haciendo siempre referencia al género por ser un factor transversal que condiciona e influye en todos los demás elementos predictores de la elección de estudios.

3.2 Factores influyentes en la elección de estudios

Como hemos apuntado, la huida de estudiantes de las carreras de ciencias, tecnología y matemáticas, carreras STEM, a otras carreras, sufriendo más las ciencias que la tecnología (Ulriksen, Madsen y Holmegaard, 2015) es una problemática que empieza a suscitar una creciente preocupación. En tanto que varios han sido los intentos de explorar este terreno, siendo el más reciente el proyecto IRIS – Interests and Recruitment in Science – que tiene como objetivo entender las elecciones de carrera de los jóvenes, concretamente, en el terreno de las STEM.

La psicología diferencial ha demostrado que no existe una disimilitud en las capacidades para estudiar ciencia y tecnología entre hombres y mujeres, por lo que la brecha de género

en las elecciones de carrera parece surgir de los aspectos actitudinales y de socialización (Vázquez y Manassero, 2015). Sin embargo, como apunta Wang (2013) el estudio sobre la elección de estudios es muy complejo debido a su carácter multifactorial – influyen factores individuales, psicológicos, contextuales y sociales -. Muchos de los modelos y propuestas que tratan de identificar y explicar los factores influyentes en la elección de materias y estudios se han fundamentado en modelos de la psicología motivacional, como la teoría de la acción razonada de Fishbein y Ajzen (1975) o la teoría sociocognitiva del desarrollo de carrera de Bandura (1987). No obstante, nosotros haremos exclusivamente referencia al modelo de elección de logro propuesto por Eccles (1983) y su equipo por ser un modelo ya consolidado (Wigfield y Eccles, 2000), por ser comprensivo e integrador - incluye aspectos sociales, psicológicos y culturales que han estudiado otros investigadores, además de hacer referencia y sustentarse en constructos estudiados en otras teorías motivacionales – (Boe, 2012), por incorporar la identidad como un factor esencial en la elección de estudios y por adoptar una perspectiva de género (Boe y Henriksen, 2015), es decir, considera a los roles de género y los estereotipos un factor que influye en la percepción de los/las estudiantes y en la interpretación de sus experiencias, y por incorporar un gran número de variables que intentan esclarecer por qué las chicas, a pesar de tener las mismas las cualidades y rendimiento que los chicos, siguen huyendo de las materias y carreras STEM.

3.2.1 El modelo de Elección de logro de Eccles

Ya en los años 80 Eccles y su equipo de investigación se plantearon por qué las mujeres, a pesar de tener notas similares a las de los hombres en matemáticas, tanto en la educación primaria como en el bachillerato, rechazaban matricularse en asignaturas y carreras relacionadas con las matemáticas (Sainz, 2007) – puesto que las matemáticas, como se verá posteriormente, son un factor determinante en la elección de estudios y carrera (Maltese and Tai, 2010 en Wang, Degol y Ye, 2015) -. A raíz de múltiples investigaciones longitudinales, Eccles y su equipo plantearon el modelo de elección de logro, que se fundamentó en el modelo de expectativa-valor de Atkinson (1964) (en Eccles y Wigfield, 2002), y que acabó por convertirse en uno de los marcos más importantes para la

investigación sobre la elección de estudios con perspectiva de género (Wang y Degol, 2013).

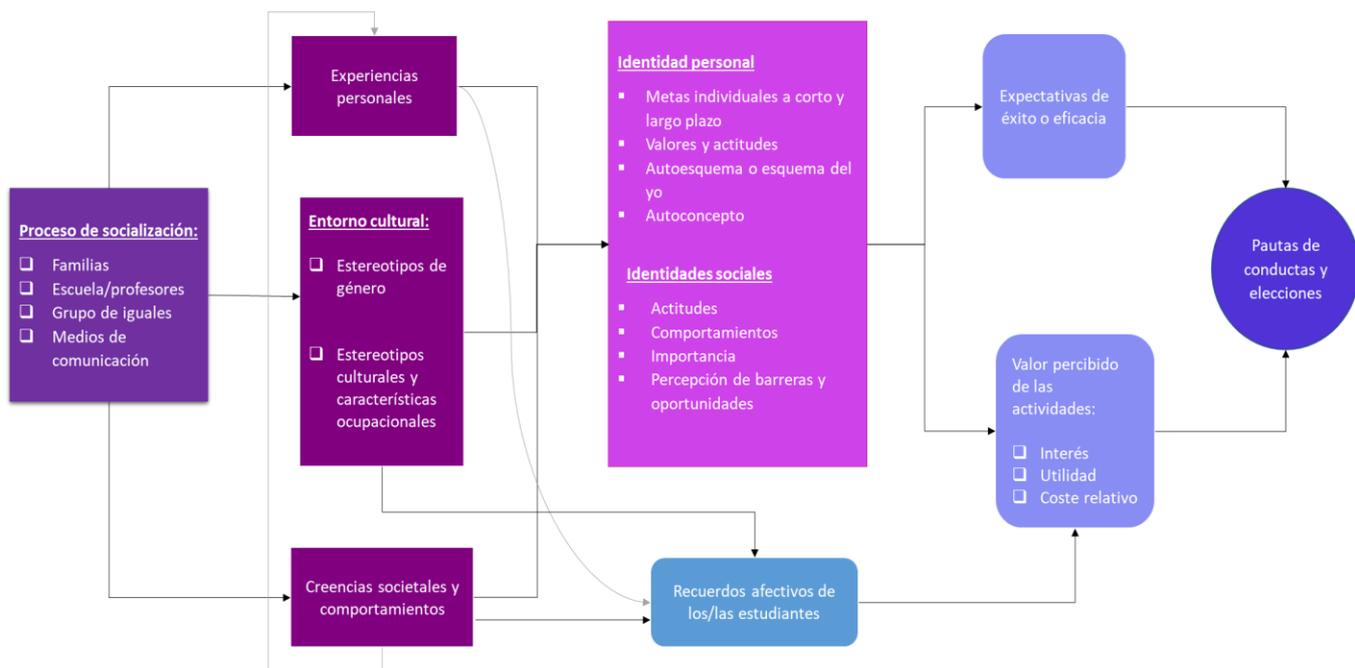


Figura 2. Modelo de elección de logro. Fuente: Adaptación del modelo de Eccles y Wigfield, 2002, p. 119.

Según el EVT¹⁰ las expectativas de éxito y el valor subjetivo o valor percibido de actividades específicas son los dos mayores predictores de los comportamientos de elección, puesto que un/una estudiante es más propenso a elegir una materia o estudio si la/lo valora y piensa que será capaz de hacerlo bien. Este modelo divide al valor percibido de la tarea en componentes: valor de logro – importancia de hacerlo bien -, valor intrínseco – interés -, utilidad – uso percibido para logros futuros – y coste – oposición a otras metas -. Así, las expectativas de éxito y el valor percibido se configuran por la confluencia de múltiples factores, unos relativos a las características del/de la estudiante – habilidades, experiencias previas, autoconcepto, creencias, metas, expectativas e interpretaciones – y factores culturales – creencias subculturales, símbolos y estereotipos, creencias y comportamientos sociales -. Los factores culturales, aunque no son un elemento predictor de primer orden en la elección de estudios, no carecen de importancia, puesto que ejercen un efecto indirecto sobre las elecciones debido a que este proceso está mediado por las interpretaciones personales que las personas hacen de sus experiencias,

¹⁰ Expectancy.value theory traducido como modelo de elección de logro.

por la percepción de las expectativas de los otros y por el proceso de identificación con las metas y valores en torno a los roles del contexto sociocultural en el que se sitúan (Eccles et al. 1983).

Sin embargo, la importancia de este modelo, para nosotros, reside en la influencia que se le otorga al proceso de socialización de género – cúmulo de factores entre los que se incluyen las experiencias pasadas relacionadas con las actitudes y el comportamiento de los principales agentes socializadores y las normas culturales (Sainz, 2007)-, puesto que los roles de género y las presiones sociales y culturales prevalecientes en la sociedad acaban por configurar la identidad personal y social de cada individuo, que condicionan las creencias de competencia hacia un dominio y la valoración de las tareas vinculadas a ese dominio (Eccles y Wigfield, 2002).

En este apartado se hará un recorrido por los dos componentes predictores de la elección de estudios recogidos en el modelo de elección de logro, uno de carácter psicológico, en el que encontramos todo lo referido a las metas del/de la estudiante, el autoesquema, entre otros, y que funciona como puente entre el segundo componente - el proceso de socialización - y la elección de estudios o tareas. Así, este bloque se dividirá en dos apartados, uno correspondiente a las expectativas de éxito y otro correspondiente al valor subjetivo de la tarea.

3.2.1.1 Expectativas de éxito

Las expectativas de éxito se pueden definir como las creencias de los estudiantes sobre su desempeño, es decir, lo bien que lo van a hacer en, por ejemplo, una materia del instituto que hayan elegido (Boe y Henriksen, 2015). Así, las expectativas de éxito son las creencias que tienen los y las estudiantes sobre su capacidad para realizar con éxito una determinada actividad de forma inmediata o a largo plazo (González-Fernández, 2007), y, concretamente sobre sus competencias y desempeño educativo en las materias científicas-tecnológicas.

El constructo “expectativas de éxito” propuesto por Eccles et al. (1983) en su modelo de elección de logro es un constructo muy próximo a la expectativa de eficacia propuesta por Bandura en su teoría de la autoeficacia. Este autor define autoeficacia como la confianza que tiene un individuo en su habilidad para ejecutar acciones que logren

resolver un problema o realizar una tarea (Bandura, 1997 en Eccles y Wigfield, 2002) o las creencias sobre las capacidades para realizar con éxito las tareas o acciones que le conducen a las metas deseadas (Bandura, 1977), siendo, la eficacia personal, un pensamiento que influye enormemente en la motivación humana (Bandura, 1987). Asimismo, apunta que tanto el valor otorgado a una tarea – valor percibido para Eccles et al. (1983) – y las expectativas de eficacia son componentes de la motivación (Bandura 1977b en González y Tourón, 1992). Sin embargo, el autor de esta teoría, al contrario que el modelo de Eccles et al. (1983), distingue dos tipos de expectativas: las expectativas de resultados – creencias acerca de que determinados comportamientos conducirán a ciertos resultados – y las expectativas de eficacia – las creencias sobre si uno mismo puede ejecutar las conductas necesarias para realizar con éxito las tareas o llegar a las metas deseadas – en las que se centrará el modelo de Eccles et al. (1983).

Autores como Wigfield y Eccles (2000) o Bandura (1977) afirman que las expectativas de éxito no influyen exclusivamente en la elección de estudios, sino también la persistencia y la frustración, el esfuerzo que se realiza y, consecuentemente, el rendimiento. Aunque, las expectativas de éxito en sí mismas, es decir, sin tener en cuenta otras variables, no determinan el nivel de desempeño en una actividad, son determinantes en la elección de actividades puesto que influyen el esfuerzo que se empleará para llevar a cabo la tarea y el tiempo que se sostendrá este esfuerzo frente a las situaciones estresantes (Bandura, 1977b, en González y Tourón, 1992, p. 76).

Estas expectativas, para Eccles (1983) están condicionadas principalmente por el autoconcepto de habilidad y la percepción de dificultad de la tarea o, en este caso, materia a elegir. Así, las materias científico-tecnológicas, especialmente matemáticas y física, son percibidas como difíciles y exigentes (Osborne y Collins, 2001), lo que contribuye a que los y las estudiantes deban tener un buen autoconcepto de sus habilidades para creer que pueden tener éxito en estas materias, lo que puede ocasionar que acaben huyendo de estas. Si tenemos en cuenta el género, las chicas son mucho más propensas a tener unas expectativas de éxito más bajas que los chicos en matemáticas y ciencias (Lloyd et al., 2005; Simpkins et al., 2006).

Antes de finalizar estas líneas, queremos hacer hincapié en que tanto Eccles como Bandura no correlacionan las expectativas de éxito con el autoconcepto en general, sino que son los autoconceptos específicos - en áreas determinadas - los que las condicionan.

Además, Eccles, Barber y Jozefowicz (1999) alegan que las expectativas de éxito también están influidas por las metas a corto y largo plazo y las identidades personales, siguiendo ambas patrones y estereotipos tradicionales de género. En este sentido Spence y Helmreich (1983 en Eccles et al., 1999) afirman que el hecho de que exista una elección diferenciada de estudios se debe a las diferencias de género de diversos factores entre los que destacan el autoconcepto, los valores y las metas.

3.2.1.1.1 Autoconcepto de habilidad

Dentro del modelo de elección de logro de Eccles y Wigfield (2002) el autoconcepto de habilidad – creencias de competencia en una determinada actividad - es un factor de vital importancia puesto que éste, junto con el valor que los/las estudiantes asignan a una determinada tarea – interés, disfrute, utilidad e importancia de esa tarea – , influyen directamente sobre las conductas relacionadas con la elección de actividades (Esnaola y Revuelta, 2009); adquiriendo, el autoconcepto de habilidad, un papel fundamental en las teorías de la motivación.

Por lo tanto, el autoconcepto es una realidad dinámica y activa central en la vida del individuo que juega un papel decisivo en las percepciones, conductas, expectativas y niveles de aspiración (Marchargo, 1991). Para este autor, el autoconcepto es el conjunto de percepciones o referencias que un sujeto tiene de sí mismo (Marchargo, 1991). Sin embargo, no es la suma de conceptos aislados, sino que es *“el conjunto de características, atributos, cualidades y deficiencias, capacidades y limitaciones, valores y relaciones que el sujeto reconoce como descriptivos de sí mismo y que percibe como datos de su identidad”* (Marchargo, 1991, p.24) Para Roa (2013) el autoconcepto relaciona los aspectos cognitivos del individuo y la percepción y la imagen que cada uno tiene de sí mismo, siendo el autoconcepto el resultado de experiencias sociales e individuales - los éxitos y los fracasos, las valoraciones de las personas del entorno del individuo, el ambiente humano en el que se desarrolla el individuo, el estilo educativo de su familia y docentes, y los valores y modelos que transmite la sociedad -. Es por todo esto por lo que Eccles y Wigfield (2002) le otorgan al género y al componente socializador un papel esencial en su teoría, puesto que el autoconcepto, al igual que algunos de los otros componentes psicológicos recogidos en el modelo, se conforma por las interpretaciones subjetivas de las respuestas que uno recibe de otras personas (Musitu, Román y Gracia,

1998), siguiendo todos ellos estereotipos y roles de género para encajar congruentemente con el rol que socialmente nos ha sido asignado. Además, el proceso de socialización se convierte de especial importancia durante la adolescencia – donde se producen las elecciones vocacionales y el declive de las actitudes – puesto nos comportaremos según el código normativo social para no ser rechazados por el grupo social al que pertenecemos o deseamos pertenecer (Rosenberg, 1979, en González y Tourón, 1992). Además, durante esta etapa los estereotipos sexuales tradicionales inciden en las autopercepciones del/de la adolescente – estrechamente relacionadas con las conductas y las actitudes - (Cazalla-Luna y Molero, 2013), y sobre la visión sobre qué es lo importante y digno de ser valorado, y, por consiguiente, en la elección de actividades que más se ajusten a sus expectativas y proyectos (Sainz, 2007). Explicando, en cierta medida, por qué las chicas, a pesar de tener niveles de ejecución equiparables o incluso superiores a los chicos en diversas materias, tienen un autoconcepto de sí mismas menor que el de los chicos en dichos dominios y actividades (Pastor, Balaguer y García-Merita, 2003 en Sainz, 2007).

En definitiva, Wigfield y Eccles (2002), no toman en consideración el autoconcepto en general, sino que contemplan solamente el autoconcepto de habilidad - percepción individual de la propia competencia en una determinada actividad -. Además, como se ha visto diferencian entre la expectativa de éxito, de la que hablamos anteriormente, y el autoconcepto de habilidad, radica en el tiempo, enmarcando a la primera en el futuro y a la segunda en el presente (Wigfield y Eccles, 2000). Así, para Eccles et al. (1983) el autoconcepto de habilidad implica una valoración de nuestra competencia para realizar unas tareas y actividades concretas y, que además, sigue patrones de género puesto que los individuos intentan comportarse de forma coherente con el rol que socialmente se nos ha asignado (Eccles et al, 1983; Burns, 1990).

Roa (2013) propone al autoconcepto académico como el resultado de todas las experiencias, éxitos, fracasos y valoraciones académicas que el individuo recibe a lo largo de los años escolares. Y Purkey (1971 en Machargo, 1991) apunta que el autoconcepto es un sistema dinámico de creencias que el individuo considera verdaderas y cuyo valor puede ser positivo o negativo. Consecuentemente, el alumnado acaba estableciendo relaciones positivas o negativas en función de su competencia académica percibida y el nivel de logro escolar que consigue (Harter, 1983 en Broc, 2000). Sin embargo, aunque pueda parecer lógica la relación directa positiva entre autoconcepto de habilidad y expectativas cuando la tarea es fácil, e inversa cuando es difícil, Eccles y Harold (1991,

Esnaola y Revuelta, 2009), proponen una relación curvilínea, planteando que los individuos preferimos tareas moderadamente difíciles frente a tareas demasiado fáciles o extremadamente difíciles. De todos modos, y a pesar de esta relación, cuando un alumno o alumna tiene una percepción elevada de su competencia escolar tiene mayor probabilidad de alcanzar el éxito académico, mientras que aquellos con una baja percepción son más proclives a obtener peores resultados y a ser, por lo tanto, vistos como peores estudiantes (Broc, 2000).

Han sido varios los estudios que han intentado demostrar la relación entre el autoconcepto de habilidad en determinadas áreas y otras variables como el género, el interés de los estudiantes o el rendimiento. Denissen, Zarrett y Eccles (2007) en su estudio determinaron que la relación más significativa, y que aumenta con el paso del tiempo, es entre el interés y el autoconcepto de habilidad, puesto que los/las estudiantes tienden a sentirse más competentes e interesados en las áreas en las que tienen éxito académico. Sin embargo, como establece Fox (1976 en Eccles et al., 1999) en su estudio con alumnado con altas capacidades, las chicas suelen tener un menor autoconcepto que los chicos; y Terman (1926 en Eccles et al., 1999) y Strauss y Subotnik (1991 en Eccles et al., 1999) detectaron que las chicas superdotadas solían infravalorar su capacidad intelectual y su rendimiento escolar en contraposición a los chicos superdotados que tendían a sobrestimar los suyos.

Las habilidades matemáticas están consideradas como un requisito fundamental en los/las estudiantes que quieran elegir materias y estudios STEM (Meece, Eccles-Parsons, Kaczala, Goff y Futterman, 1982 en Sáinz y Eccles, 2011). Por ello, los y las estudiantes que sobresalen en las materias relacionadas con las matemáticas en el instituto se postulan como candidatos ideales para acabar cursando carreras científico-tecnológicas. Sin embargo, las habilidades en matemáticas per-se no parecen ser un gran predictor de la elección de estudios, puesto que las chicas suelen tener niveles de ejecución equiparables e incluso superiores a los de los chicos en diversos dominios (Sainz, 2007), y si hablamos concretamente de las matemáticas, no hay evidencias consistentes que demuestren que los chicos tengan un mayor rendimiento que las chicas en matemáticas (Cvencek, Kapur y Meltzoff, 2015; Sáinz y Eccles, 2011). De esta manera, el autoconcepto de habilidad en matemáticas es uno de los factores que más impacto tienen no solo el propio rendimiento en dicha materia (Reyes, 1984 en Pajares, 2005), sino también es uno de los factores influyentes en las expectativas de éxito y la elección de actividades, en tanto que Wang

(2013) afirma que la elección de las carreras STEM está significativa y positivamente ligada al autoconcepto de habilidad en matemáticas entre otros factores - el rendimiento académico y haber participado en actividades matemáticas y científicas –, puesto que suelen influir en las actitudes hacia las matemáticas. Sin embargo, como ya se ha apuntado, el autoconcepto de habilidad suele tener un marcado sesgo de género, aconteciendo esto también en el terreno de las matemáticas.

El autoconcepto de habilidad en matemáticas suele ser superior en chicos que en chicas a pesar de tener ambos un rendimiento equiparable (Pajares, 2005 en Wang, 2013; Correll, 2001 en Wang y Degol, 2013), pudiéndose deber a los estereotipos de género - siguen existiendo estereotipos sobre la asignación de roles femeninos y masculinos en cuanto al desarrollo profesional, considerándose que los chicos tienen mayor talento en dominios relacionados con la ciencia y la tecnología, mientras que las chicas están capacitadas en el terreno lingüístico (Sáinz, 2011) -. No obstante, como apuntan Sáinz y Eccles (2011) no es seguro que los estereotipos de género apliquen al ámbito de las matemáticas puesto que en España la matriculación de chicas en la carrera de matemáticas ha permanecido constante en los últimos años y es más o menos igualitaria. En este aspecto, para Huston (1983 en Sáinz y Eccles, 2011) las matemáticas son una de las áreas menos estereotipadas, y Ruble, Martin y Berenbaum (2006 en Sainz y Eccles, 2011) apuntan que la mayoría de los y las niños y niñas no consideran que ningún género sobresalga sobre el otro en el terreno de las matemáticas. A pesar de todo esto, sigue siendo un hecho que las chicas tienen un autoconcepto de habilidad inferior en matemáticas (Nagy et al., 2008 en Wang y Degol, 2013, que se puede deber a otros factores como las actitudes hacia las matemáticas y la ciencia, influencias familiares o factores escolares (Ayalon y Livneh, 2013).

Asimismo, las chicas también presentan un menor autoconcepto de habilidad en dominios relacionados con la ciencia y tecnología (Sáinz, 2007). En tanto que Jozefowicz, Barber y Eccles (1993), en su estudio sobre el autoconcepto en las habilidades de los estudiantes en futuros trabajos, obtuvieron resultados estereotipados, puesto que hallaron que los chicos tenían una mayor autopercepción de habilidad y preferencias hacia tareas orientadas a cosas¹¹, mientras que las chicas mostraban una mayor predisposición y autoconcepto hacia tareas orientadas a las personas (Jozefowicz et al., 1993). Además,

¹¹ Traducción propia de thing oriented tasks (Jozefowicz, Barber y Eccles, 1993).

las chicas tenían una menor confianza en su éxito en carreras científicas y en profesiones asociadas al género masculino – como por ejemplo mecánica - que los chicos, mientras que estos a su vez creían que tendrían pocas posibilidades de éxito en profesiones de ciencias de la salud y en profesiones asociadas al género femenino (Jozefowicz et al., 1993). Siguiendo a Wigfield, Eccles, Mac Iver, Reuman y Midgley (1991), los chicos muestran autoconceptos superiores en matemáticas y deportes, mientras que las chicas en inglés y lengua. Estas conclusiones apoyan la tesis de Eccles et al. (1999) sobre la influencia que ejercen los estereotipos de género sobre el autoconcepto de habilidad, concretamente a como el proceso de socialización – que es diferenciado según los géneros - configura el autoconcepto, la formación de la identidad, los logros y los valores, y, consecuentemente, las expectativas de éxito entre diversas actividades.

Sin embargo, antes de finalizar estas líneas parece imprescindible señalar que, actualmente, el bajo autoconcepto de habilidad en matemáticas no afecta solamente a las chicas, sino que este decrece tanto en chicos como en chicas a finales del grado 6 y principios del 7 (Wigfield et al. 1991), al igual que las actitudes hacia la ciencia y la tecnología. Esta situación es bastante preocupante porque como apuntan Eccles et al. (1999) los y las estudiantes elegirán estudios que creen que puedan dominar, cuando las materias STEM tienen una imagen y reputación de exigentes y difíciles, que hace que los y las estudiantes deban tener un alto autoconcepto en sus habilidades para verse capaces de tener éxito (Angell, Guttersrud, Henriksen y Isnes, 2004; Tytler, Osborne, Williams, Tytler y Clark, 2008; Osborne y Collins, 2001), generando que muchos y muchas huyan de ellas (Boe y Henriksen (2015).

3.2.1.1.2 Esquemas del yo e identidad

Como se ha señalado, el autoconcepto es un conjunto de reglas que sirven para procesar la información (Lynch, 1981 en González y Tourón, 1992). Sin embargo, este no es simplemente una estructura estática que contiene la representación del conocimiento que un individuo tiene de sí mismo, sino que es un proceso implicado en la interpretación, almacenamiento y utilización de la información; siendo el autoconcepto para Markus (1977 en González y Tourón, 1992) un esquema del yo.

Para Neisser (1976 en González y Tourón, 1992) la noción de esquema es la unidad de procesamiento cognitivo que actúa como estructura y proceso, siendo, los esquemas

“estructuras cognitivas que organizan la información adquirida de la experiencia pero que a la vez sirven para asimilar y procesar nueva información” (p. 87). Por lo tanto, el autoconcepto como self-esquema es una estructura cognitivo-afectiva que contiene información personal - creencias, emociones, evaluaciones – de tal modo que actúa como memoria, pero también un medio que procesa la información - atención, codificación, interpretación y utilización de la información – que determina la importancia de la información, la interpreta y establece su uso. Así, los esquemas del yo son generalizaciones cognitivas acerca del yo derivadas de la experiencia, que además, para Markus (1977 en González y Tourón, 1992) son bastante estables y actúan como filtro desde el que se procesa la nueva información, que acaban siendo la base de los futuros juicios, decisiones, inferencias y predicciones.

Eccles, en su modelo de elección de logro, considera la identidad de género un aspecto central de los esquemas del yo (Sainz, 2007). Coincidiendo con el modelo multifactorial de identidad de género de Spence (1993 en Sainz, 2007), que trata de mejorar el modelo de Bem (1981 en Rocha, 2009) que propone que la identidad de género se desarrolla en función del esquema del género del individuo, concretamente, a partir del esquema de roles asociados para hombres y mujeres. Es decir, la identidad de género se desarrolla a partir de que los individuos interioricemos y aceptemos las normas típicas de la sociedad – masculinas o femeninas – que hacen que actuemos en consecuencia a los comportamientos que definen el estándar del rol asumido. Según Fernández-Sánchez (2005 en Sainz, 2007) la identidad de género se conforma en tres etapas, la primera – de los 3 a los 7 años – en donde los niños y las niñas se empiezan a percibir a clasificar sí mismos y a los demás como niños o niñas o como sujetos ambiguos. Junto a la identidad sexual se conforma la identidad de género en tanto que se empiezan a identificar con los roles que socialmente se asignan a los hombres y a las mujeres. La segunda etapa – durante la pubertad – es en la que se aceptan o rechazan los roles de género socialmente asignados, la última – que no nos atañe - en la senectud.

Moya (2003 en Sainz, 2007) concibe la identidad de género de acuerdo con tres aspectos: identidad social derivada de la pertenencia grupal, autopercepción en términos masculinos y femeninos, y esquemas del yo. Con respecto a la identidad social derivada de la pertinencia social es imprescindible hacer referencia a la teoría de la identidad social de Tajfel y Turner (1986) al ser uno de los marcos teóricos más influyentes en la psicología social (Hogg, Abrams, Otten y Hinkle, 2004). Para Tajfel (1978 en García-

Leiva, 2005) la identidad es “*aquellos aspectos de la propia imagen del individuo que se derivan de las categorías sociales a las que percibe pertenecer*” (p.76), siendo nuestra identidad social de género construida a partir de un proceso de autoestereotipaje en el que incorporamos las actitudes, normas y conductas comunes del grupo de pertenencia a nuestra identidad personal. En cuanto a la percepción en términos masculinos y femeninos es necesario hacer referencia a la teoría de esquema de género propuesta por Bem (1993 en Sainz, 2007) que apunta que desde pequeños empleamos esquemas sobre lo que es masculino y femenino para poder interpretar el mundo que nos rodea y comportamos consistentemente con la construcción que nos hemos hecho de él. Sin embargo, para Spence (1993 en García-Leiva, 2005), con el objetivo de superar las carencias del modelo de Bem, propuso su modelo multifactorial de la identidad de género que señala que cada persona desarrolla su propio sentido de la masculinidad y la femineidad; siendo algunos de los factores que contribuyen a la formación de la identidad de género los rasgos de personalidad, atributos físicos, habilidades, intereses o preferencias ocupacionales (Spence, 1993 en Sainz, 2007). En consecuencia, para Deaux y LaFrance (1998, en Sainz 2007) las personas elegirán de forma selectiva los atributos que consideran compatibles con su forma de ser y desecharán las características que puedan ser típicamente femeninas o masculinas, puesto que el origen de la identidad se encuentra en la estructura social y esta potencia las interacciones dentro de sus límites, propiciando el status quo de los roles (García-Leiva, 2005). Esto conlleva que la construcción del yo y su comportamiento esté definido por las características consideradas femeninas, puesto que serán valoradas positivamente cuando las asuman y adopten en su conducta para salvaguardar su autoestima (Sainz, 2007). Así, y aunque muchas chicas no consideren el género una barrera o condicionante en la elección de tareas, en este caso materias o carreras, la realidad es que la elección sigue un marcado patrón de género (Ofsted, 2011 en Regan y DeWitt, 2015). Esto se puede deber a la disparidad entre la imagen “masculina” de la ciencia – física – y la tecnología, y la identificación de las chicas con el rol femenino durante la adolescencia (Archer et al., 2013), pues Archer et al. (2013) encontraron que la naturaleza sesgada en las aspiraciones se debía a las construcciones masculinas subyacentes de las carreras científicas y a la incompatibilidad entre el imaginario de esos estudios y la ejecución de los roles tradicionales femeninos. Así, muchos estudiantes siguen considerando que las materias STEM son para chicos, o al menos, considerando que el trabajo científico está desempeñado, mayormente, por hombres, contribuyendo a la imagen de una ciencia

masculina y que las chicas no se vean a sí mismas como “science people” (Regan y DeWitt, 2015). Además, Archer y DeWitt (2015) establecen que las chicas para acomodar esta visión masculina de la ciencia a su identidad emplean dos estrategias, la primera dibujar un discurso identitario en torno a la “feminine scientist” – que intenta equilibrar la masculinidad de querer aspirar a una carrera científica con el desarrollo de los roles femeninos populares – y, la otra, la “bluestocking scientist” – que se acogen a su identidad de chica inteligente y se consideran explícitamente chicas “not girly” -.

Sin embargo, la identidad – más allá de la identidad de género - parece influir en el proceso de elección de tareas, pues autores como Cleaves (2005), Homelgaard, Madsen y Ulriksen (2014) han tratado de dilucidar cómo la identidad influye y configura el proceso de elección de tareas y estudios. Para Ehle (1989 en Regan y DeWitt, 2015) la identidad está conformada por cuatro constructos: cómo uno se ve a sí mismo – autoconcepto -, cómo uno se evalúa a sí mismo – autoestima-, cómo uno desea ser – self-ideal – y autoconfianza. Markus y Wurf (1983, en González y Tourón, 1992) muestran que las personas con autoesquemas negativos procesarán eficazmente información negativa, por lo tanto, la información que se recoge y acepta es la coherente con el autoesquema y se rechaza, distorsiona o ignora la información contraria. En este sentido, Schreiner y Sjoberg (2007 en Boe y Henriksen, 2015) afirman que la identidad juega un papel muy importante en las sociedades occidentales en las relaciones entre los jóvenes y la ciencia, destacando que la identidad de los estudiantes y la ciencia se acerca más a la pregunta de quién quieres ser en vez de qué quieres ser. En este sentido, Jenkins y Nelson (2005 en Regan y Dewitt, 2015) apuntan que, aunque los niños y niñas afirmen disfrutar con las materias de ciencias pueden seguir no eligiéndolas por seguir viéndolas “not for me”. Esto se puede deber a, entre otros factores como la relación con las familias, profesores, compañeros y compañeras - que exploraremos posteriormente (Regan y DeWitt, 2015), la popular asociación entre la inteligencia y la ciencia; construyéndose una imagen elitista de la ciencia, dejando entrever que las aspiraciones científicas no son apropiadas para todos los estudiantes. Así, si un alumno o alumna no se identifica a sí mismo como “inteligente” o académicamente exitoso, es difícil que considere aspirar a carreras de ciencias (Archer y DeWitt, 2015), pudiéndose agudizar en el caso de las chicas porque, como se ha visto, tienden a tener un autoconcepto inferior.

En conclusión, tener en cuenta la identidad del alumnado nos ayudará a elegir estrategias concretas de enseñanza-aprendizaje adaptadas a sus necesidades que nos ayudarán a

implicar al alumnado en y valorar las STEM (Marginson, Tytler, Freeman y Roberts, 2013). Si se toma una perspectiva de la identidad en las STEM esto supone: visibilizar y enfatizar modelos o figuras en las STEM con las que el alumnado se pueda identificar, disponer de un currículo diverso que satisfaga las necesidades de todos los/las estudiantes, explicitar la inclusión de valores en el currículo para evitar el objetivismo y determinismo como trazos definitorios de las STEM y apoyar una visión social de las STEM, emplear “scaffolding” para que los estudiantes se familiarice, valore y considere las ideas científicas un elemento esencial en el aprendizaje de las ciencias (Marginson et al., 2013).

3.2.1.1.3 Valores y actitudes hacia determinadas actividades

Las personas poseemos valores sobre determinados aspectos de nuestro entorno, que se plasman y acaban moldeando las actitudes (Sainz, 2007). Como ya hemos señalado en el capítulo anterior, una de las mayores preocupaciones en torno a la ciencia y tecnología es el continuo declive actitudinal que presenta el alumnado, sobre todo en la educación secundaria obligatoria.

Sin embargo, el término actitud no tiene una única definición, pues difiere según los autores o incluso sobre los propios propósitos de la investigación. Así, actitud puede entenderse como los sentimientos hacia un objeto o un juicio evaluativo (Ajzen, 2001 en Regan y DeWitt, 2015), como un constructo que predice el comportamiento y guía nuestras decisiones y elecciones sutilmente (Regan y DeWitt, 2015), o para Vallerand (1994, en Ubillos, Mayordomo y Páez, 2004) poseer las siguientes características: a) un constructo o variable no observable directamente, b) implican una organización, es decir, una relación entre aspectos cognitivos, afectivos y conativos, c) tienen un papel motivacional de impulsión y orientación a la acción - aunque no se debe confundir con ella - además de influenciar la percepción y el pensamiento, d) son aprendidas, e) son perdurables, y f) tienen un componente de evaluación o afectividad simple - agrado-desagrado -. Desde nuestra perspectiva, el constructo de actitud más apropiado para esta investigación es del de MacGuire (1985 en Sáinz y López-Sáez, 2010) o el de Lemon (1973 en Regan y DeWitt, 2015) que segmentan este constructo en tres componentes: cognitivo – opiniones, ideas, creencias que las personas tienen sobre el objeto de actitud, en este caso la ciencia y la tecnología -, afectivo – sentimientos y emociones que el objeto de actitud moviliza en la persona - y conductual – información sobre el comportamiento

pasado o deseado – (MacGuire, 1985 en Sáinz y López-Sáez, 2010). Estos componentes están conectados e influidos entre si, pues la forma en la que una persona percibe un objeto va a influir en la intensidad de sus sentimientos y finalmente en su comportamiento (Lemon, 1973 en Regan y DeWitt, 2015). Gardner (1975) propuso dos categorías principales para las actitudes relacionadas con la ciencia, distinguiendo entre actitudes hacia la ciencia – hacia la ciencia en general o la ciencia escolar – relacionadas con el aspecto afectivo de la actitud, y las actitudes científicas – rasgos emanados de las características del pensamiento científico – que están más relacionadas con el aspecto cognitivo de las actitudes (Vázquez y Manassero, 1995). Así, como hemos señalado en el capítulo anterior, nuestra investigación está relacionada con las primeras, las actitudes hacia la ciencia.

La teoría más arraigada, con más apoyo empírico en el ámbito de las actitudes y la más empleada en los modelos de expectativa-valor es la teoría de la acción razonada de Azjen y Fishbein (1980 en Sáinz, 2007). Esta teoría distingue entre dos tipos de consecuencias percibidas de la conducta: la percepción instrumental de las consecuencias o actitud hacia la conducta - percepción del conjunto de recompensas y castigos que se obtienen tras actuar de una manera determinada - y la norma subjetiva – percepciones de aprobación o desaprobación que otras personas hacen de nuestra conducta – (Fishbein y Azjen, 1980 en Reyes, 2007). La norma social subjetiva manifiesta o la influencia que ejerce el contexto sobre el sujeto - la percepción que tiene el individuo sobre las creencias de aprobación o desaprobación que personas de su entorno tienen sobre la conducta que va a realizar - es, desde nuestra óptica, un componente especialmente relevante en lo tocante a las actitudes y el género, puesto que los individuos tienden a comportarse de forma congruente con los roles, estereotipos y patrones de género en base a los cuales han sido aculturados, además de otorgarle un papel fundamental a los agentes socializadores sobre la conformación de las actitudes y, en última instancia, sobre la elección de tarea – como expondremos posteriormente -.

Estos dos componentes conforman la intención de un individuo de ejecutar una determinada conducta, pues los individuos intentan realizar una conducta cuando la evalúan como positiva y creen que otros – las personas y los grupos socialmente relevantes para el individuo – consideran que este debe realizarla (Fishbein y Azjen, 1980 en Reyes, 2007). Asimismo, estos componentes son, en cierta medida, predictores de la conducta finalmente ejecutada, pues la intención es un poderoso antecedente de la

conducta que los individuos finalmente acaban poniendo en práctica (Morales, 2001 en Sáinz, 2007).

En definitiva, las actitudes pueden ser definidas por su contenido – actitudes científicas o actitudes hacia la ciencia (que son las exploradas en el modelo de elección de logro) -, por su direccionalidad – positivas, negativas o neutras – y por su intensidad – de agrado a desagrado – (Gardner, 1975) y se definen por nuestro entorno social y cultural. Es por ello que las actitudes han sido y siguen siendo objeto de investigación en el ámbito de la educación y, concretamente, en las STEM, debido a la relación entre las actitudes y las intenciones - en este caso de proseguir estudios en ciencia y tecnología - (Ainley y Ainley, 2012 en Cole, 2013), a la correlación entre las actitudes hacia la ciencia y tecnología y el rendimiento en las STEM (Welch, 2010 en Cole, 2013) y a que las actitudes positivas hacia la ciencia son un precursor esencial para el desarrollo de interés hacia la ciencia y tecnología (Desey et al., 2011 en Cole, 2013). Sin embargo, algunas investigaciones recientes están destacando la importancia de tener en cuenta la identidad, que ya hemos tratado anteriormente, en vez de las actitudes como uno de los factores principales en la elección de materias y estudios STEM, puesto que éstas se construyen a través de la interacción con múltiples factores sociales y culturales, sentimientos de competencia e intereses (Marginson et al., 2013).

3.2.1.2 Valor subjetivo de la tarea

El valor subjetivo de la tarea, el segundo componente del modelo de elección de logro propuesto por Eccles y su equipo, hace referencia a las cualidades propias de la tarea que contribuye a incrementar o disminuir las probabilidades de que un o una estudiante la seleccione (Eccles, 1985 en Macías y Moya, 2002), es decir, las razones individuales que un o una estudiante tiene para participar en una tarea (Johnson y Sinatra, 2013). Este componente parece ser el mediador más fuerte en las diferencias de la elección de estudios según el sexo (Eccles, 1984; Guo, Wang, Ketonen, Eccles y Salmela-Aro, 2018; González, 2005).

El valor subjetivo de la tarea es el incentivo para implicarse en ella, es decir, la elección tanto de materias, carreras o carreras profesionales está influenciada por los valores individuales que los individuos tienen sobre las opciones disponibles (Eccles et al. 1999). Los valores individuales a los que nos estamos refiriendo son: el interés y el disfrute o la

motivación intrínseca - *el interés y gusto* que tienen los estudiantes, en este caso, por la materia en cuestión -, *el valor de logro* – relevancia percibida de la tarea en relación con las necesidades y valores personales -, *la utilidad percibida* o motivación extrínseca - la consecución de metas a corto y largo plazo -, y *el coste* - coste que supone la realización de una determinada actividad y el esfuerzo que se tendrá que invertir en ella -.

Todos valores son subjetivos, pues cada individuo asigna un valor diferente a la misma actividad (Wigfield y Cambria, 2010). Además de seguir diferencias de género en tanto al valor que se le otorga a cada opción, siendo estas diferencias causadas por el entorno cultural de los y las estudiantes, es decir, estereotipos de género, estereotipos culturales de las materias o carreras en cuestión y características ocupacionales, creencias y comportamientos sociales (Eccles y Wigfield, 2002).

Se ha determinado que el STV ¹² asociado con los dominios de las materias influye más en la elección de itinerarios educativos y carreras que calificaciones (Eccles, 2009 en Guo et al., 2018), puesto que el proceso de elección es inherentemente comparativo – todas las opciones se valoran en función a costes, siendo una opción eliminatoria de otra -. Por ejemplo, si un o una estudiante está tomando la decisión de elegir un itinerario de física será más probable que decida cursarlo si otorga mayor valor a la física que a otras materias, teniendo, consecuentemente, el valor subjetivo de la tarea un gran peso en la elección de estudios.

Algunos estudios (Wigfield y Eccles, 1992; Fredricks y Eccles, 2002; Petersen & Hyde, 2017 en Guo et al., 2018) muestran que STV de las materias parece disminuir al final de la escuela y se mantiene estable a finales de la adolescencia, aunque esto difiere de unas materias a otras en tanto que los dominios lingüísticos permanecen invariables y los dominios relacionados con las matemáticas y la ciencia disminuyen. Además, aunque el proceso de elección o rechazo de opciones educativas parece tener el mismo funcionamiento en chicos y en chicas (Jozefowicz, et al., 1993), éste sigue estando mediado por factores relacionados con el género. Un estudio longitudinal sobre la matriculación en asignaturas de matemáticas realizado por Eccles (1984), concluyó que el factor que más influía en la decisión de matricularse en cursos de matemáticas avanzadas eran las diferencias de género en el valor subjetivo de la tarea, pues, era menos probable que las chicas se matricularan en matemáticas avanzadas porque las

¹² Subjective task value – Valor subjetivo de la tarea

consideraban menos importantes, útiles y entretenidas que los chicos. Asimismo, en otro estudio realizado en una escuela primaria por Eccles y Harold (1991) se concluyó que había diferencias de género en el valor asignado a diferentes asignaturas, considerando, las niñas, las matemáticas menos útiles y gustándoles menos que a los niños. No obstante, no se encontraron diferencias en género en torno a las expectativas de éxito en estas materias. Aun así, la elección de estudios STEM sigue un patrón de género, eligiendo las chicas carreras en el ámbito de la salud y biología, y los chicos ingenierías e informática (Sikora y Pokropeck, 2012 en Regan y DeWitt, 2015). Una de las posibles razones de estas discrepancias no reside en las expectativas de éxito en estas materias puesto que si un chico o chica cree que tendrá éxito ciencias es probable que considere cursar estudios científico-tecnológicos, sino con la asociación de las carreras científicas con la masculinidad y con el tipo de valores que los estudiantes buscan satisfacer con la elección de estudios (Regan y DeWitt, 2015). En este sentido, Jozefowicz et al. (1993) apuntan que las chicas suelen valorar más el trabajo relacionado con la sociedad y las personas, por lo que si no tiene una imagen de la ciencia y la tecnología en la que conste su relación con la sociedad acabará eligiendo carreras de ciencias, pero de la salud y huirá de estudios científico-tecnológicos. Además, estas investigadoras alegan que las chicas que eligen trabajos científicos no valoran tanto como otras chicas los trabajos orientados al ámbito social, alineándose con las visiones distorsionadas transmitidas de la ciencia y la tecnología. No obstante, esto es un gran problema puesto que la mayoría de las chicas prefieren trabajos relacionados con la sociedad y mantener esta imagen distorsionada de la ciencia implicaría por un lado reproducir una imagen que dista mucho de la realidad y seguir perdiendo talento femenino en las STEM. Por lo tanto, como apuntan Jozefowicz et al., (1993) parece imprescindible que desde la educación se visibilice el aspecto social de la ciencia, no solo para alentar a las chicas a considerar cursar carreras científico-tecnológicas sino también para transmitir una imagen más ajustada y fiel a la realidad.

3.2.1.2.1 Valor intrínseco: Interés o disfrute

El interés, que es un factor decisivo en la elección de las ciencias, pues autores lo han identificado como uno de los mayores predictores de elección de materias, estudios y carrera (Olsen, Prenzel y Martin, 2011), además de tener una estrecha relación entre valor personal de la ciencia, el gusto por la ciencia y el interés por aprender ciencia (Ainley y Ainley, 2011a). El interés se describe generalmente como la necesidad de prestar atención

selectiva a algo que es significativo para la persona, como una actividad, meta o materia (Regan y DeWitt, 2015). En relación con la ciencia, Olsen et al. (2011) describen el interés como la predisposición para participar en actividades – en el colegio o fuera de él - relacionadas con la ciencia. Para Ainley y Ainley (2011b) el interés en relación con la motivación de los estudiantes hacia la ciencia se puede especificar en dos niveles en función a la duración temporal del interés, uno más efímero – interés entendido como un estado psicológico momentáneo – y otro situacional – una concentración temporal de atención y sentimientos en respuesta a una situación específica -. No obstante, estos autores también distinguen un tercer tipo de interés, el interés individual, que probablemente sea el más común y el que más nos interesa a nosotros para nuestra investigación: la orientación personal, predisposición o una tendencia relativamente estable para participar o comprometerse con un dominio particular – ej: ciencia y/o tecnología – (p. 53).

El interés es un factor decisivo y que influencia directa e indirectamente el comportamiento en la elección de estudios (Regan y DeWitt, 2015). En este sentido, Vázquez y Manassero (2015) señalan al interés hacia la ciencia, seguido por la obtención de una respuesta clara del profesor y clases que muestran aplicaciones prácticas de la ciencia, los buenos profesores de ciencias como los factores más importantes para elegir carreras STEM. Ainley y Ainley (2011b) proponen que el conocimiento – conocimiento científico y comprensión de la ciencia -, el afecto o disfrute y el valor otorgado a la ciencia son componentes esenciales del interés individual hacia la ciencia y de aprender ciencia, los cuales, a su vez, son predictores de la de la participación en actividades científicas – en el presente y futuro -. Así, Ainley y Ainley (2011 a) en su estudio reafirman esta última conjetura además de manifestar que la percepción hacia la educación científica y el rendimiento influyen en el interés por aprender ciencias.

En definitiva, el interés es un elemento muy importante para la elección de materias o estudios científicos; sin embargo, el interés por la ciencia a menudo se forma en una edad temprana, la mayoría de los científicos afirmaron que su interés por la ciencia empezó antes de la escuela secundaria (Maltese y Tai, 2010 en Regan y DeWitt, 2015). En este sentido, como se ha venido diciendo, el declive actitudinal y, consecuentemente, el interés hacia las ciencias empieza a decaer con el paso de la escuela primaria a secundaria, por lo que parece imprescindible mirar al currículum y a las clases de ciencias como uno de los potenciales elementos del problema. Ainley y Ainley (2011b) sugieren que el

currículo que reconoce la importancia del gusto y el goce de los estudiantes por las ciencias y que reconozca la importancia personal de ciencia en la vida de los y las estudiantes podrá incrementar la participación del alumnado en actividades científicas de su entorno.

3.2.1.2.2 Valor de logro o importancia

Wigfield y Eccles (1992) definen el valor de logro como la importancia de hacerlo bien en una actividad o tarea y la importancia que un o una estudiante le otorga a una tarea para confirmar o refutar los rasgos más destacados de su autoesquema e identidades sociales. En este sentido, el valor de logro incorpora cuestiones identitarias, puesto que una tarea es importante cuando el individuo la percibe como central para su identidad (Wigfield y Cambria, 2010) o le permite expresar o confirmar aspectos esenciales de su esquema del yo actual o ideal como masculinidad, feminidad y/o competencia en uno o varios dominios (Wigfield y Eccles, 1992). A medida que vamos creciendo vamos desarrollando una imagen de quienes somos y de quienes queremos ser. Esta imagen incluye los siguientes componentes: las concepciones de nuestra personalidad y capacidades o aptitudes, metas y planes a largo plazo, esquemas de los roles de hombres y mujeres, valores instrumentales y terminales, motivaciones, imagen ideal de cómo queremos ser y normas sociales sobre el comportamiento apropiado en diversas situaciones (Eccles, 2009). Como hemos señalado anteriormente, en el apartado de identidades, todas estas partes del autoesquema del individuo – centrales para la autodefinición como persona – influyen los valores que los individuos otorgan a las diferentes opciones. En este sentido, para Boe y Henriksen (2015) el valor de logro se refiere lo bien que encaja una materia o carrera – que se está eligiendo - en la identidad del estudiante. Por ejemplo, si ayudar a otros es una parte central de la identidad individual o colectiva de una persona.

Wigfield y Cambria (2010) alegan que el valor de logro está vinculado al constructo de regulación integrada de la teoría de la auto-determinación en tanto que un individuo integra acciones cuando son coherentes con el esquema del yo y sus metas. Puesto que, tomando como referencia el ejemplo anterior, esos y esas alumnos y alumnas estarán motivados a realizar dichas tareas y alcanzar las metas propuestas porque las asocian con su identidad, es decir, con la percepción que ellos y ellas tienen sobre quiénes son. Para Eccles (2009) las personas le atribuirán un mayor valor a las opciones que son fácilmente

incorporables a su identidad y rechazarán aquellas que entren en conflicto con la dirección que su desarrollo identitario está tomando. Aquí, es cuando entran en juego los estereotipos, no solo en torno al propio género, sino también a la imagen que se tiene de las diversas materias. Por ejemplo, Boe y Henriksen (2015) señalan que una persona que considera ser inteligente una parte fundamental de su identidad le otorgará un mayor valor de logro a las matemáticas que al inglés puesto que las matemáticas son consideradas más difíciles que el resto de las asignaturas. Mientras que, si se tiene la percepción de que la física es una materia para “genios” y “frikis” y el estudiante no considera estas características como parte de identidad, esta materia tendrá un valor de logro muy bajo para estos y estas estudiantes.

Asimismo, el rendimiento previo en ciencias se puede convertir en un predictor del enrolamiento en cursos o materias científicas puesto que es más probable que los y las estudiantes con mayor rendimiento previo continúen eligiendo materias STEM que aquellos con menor rendimiento previo (Smith y Gorard, 2011 en Regan y DeWitt, 2015). Sin embargo, el estudio llevado a cabo por Maltese y Tai (2011 en Regan y DeWitt, 2015) indica que el interés es un mayor predictor de elección que el rendimiento en sí mismo. Putwain, Nicholson, Pekrun, Becker y Symes (2019) afirman que las expectativas de éxito y el posterior rendimiento están moderadas por el valor de logro, de hecho, al contrario de lo que indica la teoría clásica de EVT – que tanto las expectativas de éxito y el valor subjetivo son necesarias para motivar un comportamiento – estos autores afirman que un valor de logro alto puede compensar las bajas expectativas.

En definitiva, los individuos buscan confirmar las características centrales de su identidad – individual y colectiva -, las tareas son vistas como oportunidades para confirmarlas o no por lo que los individuos le otorgan más valor a las tareas que son más consistentes con su identidad o que le proporcionan oportunidades de cumplir las metas a largo plazo. Consecuentemente el o la estudiante elegirá tareas con un valor de logro mayor. Sin embargo, cada persona tiene diferentes autoesquemas e identidades, teniendo las tareas diferentes valores para cada persona (Eccles, 2009), por ello, el profesorado debe mejorar el valor de logro de los estudiantes a través de algunas medidas como la personalización de las actividades y convirtiéndolas en significativas para el y la estudiante para lograr que éstas conviertan en parte de su identidad (NRCGT, s.f) o encajen en la identidad que están desarrollando – corrigiendo las imágenes distorsionadas que la educación y la

sociedad perpetúan de la ciencia y la tecnología que originan estereotipos que pueden condicionar la elección de estas materias -.

3.2.1.2.3 Coste asignado

De acuerdo con el modelo de elección de logro, el valor subjetivo de la tarea depende del coste que conlleva participar en dicha actividad. Es decir, supone la valoración del esfuerzo que se debe invertir en una tarea y el coste emocional que esto conlleva (Wigfield y Eccles, 2000). El coste, por lo tanto, es un proceso valorativo y comparativo, es decir, se valoran los aspectos negativos que acarrea elegir una actividad u opción educativa en comparación con otra (Boe y Henriksen, 2015). Eccles (2009) señala que los elementos que conforman y modelan el coste son la ansiedad provocada por la tarea o actividad, el miedo al fracaso, el miedo a las consecuencias sociales del éxito, la inversión en términos de tiempo y energía.

Las materias de física y matemáticas - de todos los niveles educativos – son las que los y las estudiantes parecen perciben con un coste mayor coste - en términos de dificultad y carga de trabajo – en comparación con otras asignaturas (Tytler et al., 2008; Osborne y Collins, 2001). Además, esto se agrava si tenemos en cuenta el género, puesto que las chicas suelen conferir un coste más elevado a las carreras STEM que los chicos (Angell et al., 2004).

La dificultad percibida de una tarea es un elemento central del coste que, además, está relacionada con las expectativas de éxito, pues tiene como antecedente los éxitos y fracasos de las experiencias previas (González, 2005). Si el éxito se obtiene en tareas percibidas como difíciles, el valor obtenido es mayor que en tareas fáciles, sin embargo, si la tarea representa un reto muy alto los individuos acaban rechazando la tarea (Crandall, 1969 en Wigfield y Eccles, 1992) debido al coste asociado.

En definitiva, las carreras STEM tienen asociado un gran coste y no son percibidas como un camino sencillo para alcanzar la seguridad económica u otros beneficios laborales en la sociedad actual (Boe and Henriksen, 2015).

3.2.1.2.4 Utilidad

La utilidad es el componente extrínseco de las motivaciones a realizar una tarea o cursar una determinada carrera (Eccles et al., 1983), pues siguiendo a Eccles y Wigfield (1992), la utilidad se vincula a la relación entre la tarea y la consecución de las metas a corto y largo plazo; es decir, lo útil que resulta una cierta opción educativa para alcanzar una meta externa – como por ejemplo ser admitido en una carrera universitaria – (Boe y Henrisken, 2015). En este sentido, las tareas o materias – en nuestro caso - pueden tener valor positivo y resultar útiles, a pesar de que no sean del interés del o de la estudiante, porque son importantes o contribuyen a la consecución de las metas futuras del o de la estudiante (Eccles y Wigfield, 1992), como por ejemplo cursar matemáticas en la ESO y el bachillerato es requisito fundamental para poder cursar posteriormente una carrera de ciencias (Wigfield y Cambria, 2010). Así, si un o una estudiante quiere realizar medicina le otorgará a la materia de física o matemáticas un mayor valor de utilidad, a pesar de no tener interés – per se - por dichas materias, porque son necesarias para realizar el bachillerato de ciencias que le dará acceso a la carrera de medicina. Petersen y Shibley (2014) apuntan que el interés, la utilidad y el autoconcepto de habilidad tienden a correlacionarse, ya que si una persona tiene un buen autoconcepto de habilidad en matemáticas también tiende a estar interesado en las matemáticas y las considera útiles. Petersen y Hyde (2017 en Guo et al., 2018) determinaron que el declive del valor subjetivo de las matemáticas y ciencias se puede deber al contenido de estas materias en la escuela secundaria, puesto que se vuelven más abstractas y requieren otras formas de razonamiento que pueden hacer difícil verles la utilidad. Para estos autores esto puede ocasionar que, para proteger su autoconcepto de habilidad en matemáticas y ciencias, los y las estudiantes justifiquen no seguir eligiendo dichas materias por percibir las poco útiles e interesantes. Asimismo, los y las estudiantes que no perciban la utilidad de una materia – que suele ser el caso de las chicas con las matemáticas - o tarea tenderán a tener un rendimiento más bajo y mostrar poco interés por ella (Petersen y Shibley, 2014), disminuyendo las posibilidades a seguir cursándola. Para Petersen y Shibley (2014), además de estar interesados y tener expectativas de éxito, el o la estudiante necesita creer que la tarea o materia que cursan es valiosa para ellos o para otros para poder seguir prosiguiendo estudios en dicho ámbito, pues, en ocasiones los y las estudiantes eligen cursar una materia no porque les guste o disfruten en ella, sino porque o bien, como ya se

ha señalado, la necesitan para cumplir sus intereses reales, o para complacer a sus padres o para estar con sus amigos (Eccles y Wigfield, 1992).

Así, la utilidad no solo hace referencia a la contribución que tiene una materia en el desarrollo de una carrera – puesto que la elección de materias de la educación secundaria y postobligatoria suele ser una puerta de entrada a la elección de carrera - sino que también es importante concebir la utilidad de las materias en relación con la vida diaria de los y las estudiantes y con la consecución de metas a corto plazo, es decir, relacionadas con la propia escuela (Guo et al., 2018).

En este sentido, Vazquez y Manassero (2009) señalan que para que se desarrollen más vocaciones científicas y tecnológicas, la educación científica, además de generar deleite por la ciencia, debería ampliar y orientar las expectativas de carrera en ciencia y tecnología, y fomentar actividades con equipos, máquinas y herramientas. Mientras que Cole et al. (2008 en Putwain et al., 2019) apuntan para ello es necesario subrayar la utilidad que tienen las materias estudiadas durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, y Petersen y Shibley (2014) que el o la docente debe conceder tiempo y alentar a los y las estudiantes a reflexionar sobre la utilidad personal que tiene la materia que están cursando; puesto que, el potencial de utilidad de las STEM es vagamente percibido por los estudiantes (Boe y Henriksen, 2015) y el conocimiento que a menudo presenta la gente joven de lo que pueden implicar y conllevar las profesiones STEM es limitado (Cleaves, 2005).

3.2.2 El proceso de socialización y otros factores influyentes en la elección de estudios.

El modelo de elección de logro de Eccles, como se ha expuesto anteriormente, le otorga al proceso de socialización de género – cúmulo de factores entre los que se incluyen las experiencias pasadas relacionadas con las actitudes y el comportamiento de los principales agentes socializadores y las normas culturales (Sainz, 2007) - un papel central, pero velado, en la elección de tareas puesto que los roles de género y las presiones sociales y culturales prevalecientes en la sociedad otorgan a los hombres y las mujeres diferentes jerarquías de los valores personales básicos (Eccles y Harold, 1991) y acaban por configurar la identidad personal y social de cada individuo que está estrechamente ligada

a las expectativas de éxito y valor subjetivo de la tarea – los dos mayores predictores de la elección de estudios – (Sainz, 2007). En este sentido, Regan y DeWitt (2015) apunta que existen factores individuales que influyen en la elección de carreras o asignaturas como la edad, la habilidad y el género, y factores sociales referidos a la experiencia de los alumnos con la ciencia escolar y la influencia de las familias y el profesorado.

La socialización del ser humano puede ser contemplada desde dos ópticas, una subjetiva que mira la respuesta o reacción del sujeto a las influencias percibidas, y otra objetiva que hace referencia a las influencias externas recibidas (Lebrero y Quicios, 2011). Durkheim (1922 en Lebrero y Quicios, 2011) o Parsons (1951 en Simkin y Becerra, 2013) priman la acción de la sociedad sobre la respuesta del individuo, consideran al individuo una derivación de la sociedad, es decir, la socialización es la función principal de la sociedad cuyo objetivo principal es el mantenimiento de un consenso valorativo y normativo común, sin el cual, el sistema social se desintegraría. Esta visión clásica ha asentado los cimientos de la teoría sociológica actual que entiende que el ser humano tiene pensamiento simbólico, facultades superiores y capacidad de decisión que impide que esté supeditado completamente al medio y a la influencia que este ejerce, otorgándole la cualidad de actor y constructor de la sociedad. Si aunamos las perspectivas anteriores - subjetiva y objetiva – encontramos que la socialización se puede entender como integrar en la sociedad a un individuo o como adaptarle a las normas de comportamiento social (Lebrero y Quicios, 2013). Así, la socialización es un proceso de culturación por el cual los individuos aprenden las normas y pautas de comportamiento de la sociedad, y conforman su personalidad a través de la interiorización de roles, valores, actitudes y creencias (Simkin y Becerra, 2013). La socialización es posible gracias a dos elementos esenciales, el contexto en el que se encuentra el individuo y los diversos agentes de socialización, puesto que el individuo aprende los valores, actitudes y creencias de una sociedad específica a partir de la relación con los agentes sociales de su entorno.

La socialización es un proceso que se extiende a lo largo de toda la vida, sin embargo, se establece una distinción entre dos etapas de socialización, la socialización primaria y la socialización secundaria. La primera se produce durante la infancia y corresponde a la introducción del individuo en la sociedad, es decir, a la internalización por parte del sujeto de un “mundo objetivo” social construido por “otros significativos” encargados de su socialización - la familia y, en menor medida, el grupo de iguales y la escuela-. (Berger y Luckmann, 1968 en Simkin y Becerra, 2013). La socialización primaria es el periodo

de enculturación en donde se transmiten los rasgos culturales de la sociedad – lenguaje, y sus valores básicos – y se afianza la identidad personal y social del niño (Lebrero y Quicios, 2013). Mientras que la socialización secundaria se construye en los procesos que introducen al individuo en nuevos roles y contextos de su sociedad, incluyendo particularmente a los “submundos institucionales” – en los que circulan roles - dependientes de la estructura social y la división del trabajo (Berger y Luckmann, 1968 en Simkin y Becerra, 2013). En esta etapa los agentes socializadores que van cobrando más importancia son la escuela, el grupo de amigos y la comunidad. En este sentido, Arnett (1995 en Simkin y Becerra, 2013) apunta a que el objetivo de la socialización es la preparación para el desempeño de roles sociales. Consecuentemente, este proceso no se limita simplemente al aprendizaje de unos valores, actitudes y creencias, sino también a la asimilación de prejuicios, nociones, símbolos, motivaciones, objetivos, intereses y categorías sociales como género y raza (Simkin y Becerra, 2013). Algunos de ellos acabarán influyendo en el desarrollo de nuestra identidad individual y social – que influye indirectamente en la elección de estudios – y otros influirán directamente en las elecciones de tarea que acabamos haciendo.

Llegados a este punto es imprescindible hacer alusión al proceso de socialización de género, puesto que es el mecanismo para el desarrollo de la identidad (Mieles y García, 2010), y como se ha venido señalando es uno de los elementos a tener en cuenta en el estudio de las elecciones de tarea, ya que los y las adolescentes intentan realizar actividades que les ayuden a identificarse con su género y que sean congruentes con los roles de género asignados socialmente, sin que haya discrepancias entre lo que hacen y lo que socialmente se espera que hagan para ser aceptados dentro del grupo de pares y del entorno social más amplio (Sainz, 2007). Así, Rodríguez (2011) nos apunta que la elección de carrera está marcada por la concepción tradicional de los roles de género y la aceptación de los valores culturales asociados a los campos de estudio, influyendo, la construcción social de lo que significa ser mujer y ser hombre, en la elección académica y profesional.

Para poder comprender el proceso de socialización de género es imprescindible hablar de los estereotipos de género, puesto que las representaciones culturales de género se expresan y manifiestan a través de estereotipos (Del Valle et al., 2002 en Colás y Villaciervos, 2007). Los estereotipos son “*generalizaciones preconcebidas sobre los atributos o características de la gente en los diferentes grupos sociales*” (Laird y

Thompson, 1992 en Colás y Villaciervos, 2007, p. 38) que se reproducen y se transmiten desde que nacemos mediante el proceso de socialización. Tienen un valor adaptativo, en tanto que ayudan a comprender el mundo de manera simplificada, ordenada y coherente (González, 1999), y a pesar de no ser imágenes exactas de la realidad reflejan los roles que los grupos desempeñan en la sociedad con respecto al que los percibe (González, 1999). En el caso de género, los estereotipos son los atributos o características asignados a hombres y mujeres en función de su sexo, entre los que se incluyen rasgos de personalidad, rasgos físicos, habilidades, roles, ocupaciones y orientaciones (Deaux, 1985) que constituyen la base sobre la que los individuos construyen su identidad. Por lo tanto, los estereotipos de género orientan y guían la representación de la realidad, las acciones, pensamientos y comportamientos de los individuos (Jiménez, 2005 en Colás y Villaciervos, 2007). Como los estereotipos tienen una gran influencia en el individuo, en su percepción del mundo, de sí mismo y su conducta - al llevar asociados unos rasgos de personalidad, roles, características físicas y ocupaciones diferenciadas en función del género - (Rodríguez, 2011) determinan y condicionan las expectativas de éxito de los y las estudiantes y el valor que le conceden a diferentes tareas y actividades. Siguiendo la teoría del capital humano las mujeres y hombres asignan valores diferentes a las mismas tareas, teniendo las primeras a mostrar mayor interés por estudios y ocupaciones que permitan conciliar vida personal, familiar y profesional y los segundos a priorizar su desarrollo profesional (Sagebiel y Vázquez-Cupeiro, 2010 en Vázquez-Cupeiro, 2015). En esta misma línea Vázquez y Cupeiro (2015) afirma que dichos estereotipos adscriben características y roles, definen los esquemas de referencia, influyen en las expectativas y comportamientos de chicos y chicas y, en última instancia, refuerzan la segregación formativa y ocupacional (Vázquez-Cupeiro, 2015). Otorgar características y roles dicotómicos a hombres y mujeres acaba dando lugar a categorizaciones binarias, esencialistas y reduccionistas que recrean estereotipos de género tradicionales entre familias, estudiantes y medios de comunicación – agentes de socialización – que contribuyen a mantener y/o incrementar la brecha de género en la ciencia y la tecnología (Vázquez-Cupeiro, 2015).

Como se ha venido exponiendo, la elección de estudios está marcada por intereses, la identidad, la personalidad y las habilidades. Eccles et al. (1983) en su modelo de elección de logro afirma que los y las estudiantes optarán por disciplinas que creen que puedan dominar y a las que atribuyan un alto valor subjetivo, sin embargo, ambas se construyen

en función de los roles de género y presiones socioculturales. Los estereotipos de género tienen también un carácter prescriptivo, pues no solo asignan características, sino que definen los esquemas de referencia e influyen en las expectativas y comportamientos (Valenduc et al., 2004 en Vázquez-Cupero, 2015). Steele y Aronson (1995, Colás y Villaciervos, 2007) apuntan que los estereotipos afectan al autoconcepto del sujeto, los procesos cognitivos, las aptitudes intelectuales y el desempeño en la ejecución de tareas. Eccles (1991) afirma que, los y las estudiantes debido a esta socialización estereotipada, valorarán diferenciadamente las metas a largo plazo, sus habilidades y las carreras profesionales, siendo los campos definidos como femeninos los del ámbito de los cuidados, la educación y la salud, y la ciencia y la tecnología dominios masculinos. Uno de los estereotipos negativos que puede devenir en amenaza para las vocaciones científicas es sobre el potencial intelectual y las habilidades diferenciadas para las ciencias y disciplinas afines entre niños y niñas (Hill, Corbett y Rose, 2010). A los niños se le suelen atribuir mayores habilidades en dominios matemáticos y mientras que a las niñas en lectura y escritura, esto puede acarrear que las chicas acaben actuando de manera congruente con dichos estereotipos de forma que se confirman en términos de resultados y aspiraciones (Hill et al., 2010). Otra idea propuesta por Eagly y Steffen (1984 en Vázquez-Cupero, 2015) sobre los estereotipos de género es que apuntalan la creencia de que los chicos están orientados a hacia la racionalidad y la objetividad por lo que se interesan más por cuestiones técnicas y analíticas, mientras que las mujeres se caracterizan por su afectividad, empatía, intuitividad y pasividad. Jozefowicz et al. (1993) señalan que los chicos presentan mayores expectativas de éxito en profesiones especializadas en los servicios de protección y las relacionadas con la ciencia, mientras que las chicas en trabajos relacionados con la salud y en las profesiones especializadas relacionadas con los servicios a la sociedad. Además, las chicas son más proclives a hacer sacrificios laborales por la familia y a tener un trabajo que les permita ayudar a otras personas o hacer algo útil por la sociedad (Jozefowicz et al. 1993). En contraposición, los chicos apuestan por trabajos que les permitan hacerse famosos, ganar dinero, buscar grandes retos, y que impliquen el uso de las matemáticas y los ordenadores (Jozefowicz et al. 1993), siendo, las carreras STEM las que cuentan con estas características.

Las sociedades modernas imprimen la idea de la libre elección, en donde el género y la clase social, además de otros constructos sociales, no condicionan o forman parte de la elección de un futuro académico o profesional. Sin embargo, estos elementos siguen

condicionando la vida de los y las jóvenes y sus oportunidades de forma encubierta (Furlong y Cartmel, 1997 en Boe y Henriksen, 2015). Bien es cierto que los y las jóvenes tienen igualdad formal en cuanto al acceso a una carrera o a un puesto de trabajo, ya que existen políticas de igualdad y no discriminación, no obstante, las expectativas culturales y los estereotipos siguen restringiendo el acceso a ciertas áreas (Boe y Henriksen, 2015), áreas como las STEM.

3.2.2.1 La influencia indirecta de la socialización diferencial

Históricamente, cada sociedad y cultura establece lo que implica ser hombre o mujer instaurando dos categorías contrapuestas que ordenarán las funciones y comportamientos que desempeñará cada uno o una y los espacios – los ámbitos donde se elaboraba la ciencia y la cultura erudita se han caracterizado por la falta de paridad - que ocuparán según la sociedad en la que se encuentren (Flecha, 2005). El género es una identidad que se construye a través del proceso de socialización diferencial de género en base al sexo de las personas, pues como apunta Rocha (2009, p. 253) la socialización de género implica *“la inscripción del individuo en el mundo social a través de la asunción de ciertos roles, características y comportamientos, ligados a las funciones tradicionales valoradas como inherentes a su naturaleza sexual”* Es decir, los agentes de socialización – familia, escuela, medios de comunicación y grupo de iguales - inscriben al individuo en la cultura en la que se encuentran a partir de la transmisión de valores, comportamientos y creencias – diferentes en función del sexo -que se configuran en forma de roles de género o roles sociales. Estos estereotipos – creencias socialmente compartidas sobre la forma en la que deben comportarse los hombres y las mujeres - definen sus conductas, actividades y comportamiento. Sin embargo, la problemática de los estereotipos no subyace simplemente en la socialización diferencial en función del género, sino en la desigualdad que producen pues, por ejemplo, los roles y rasgos masculinos son, normalmente, más valorados socialmente que los femeninos (Lameiras et al., 2013 en Díaz y Carrera, 2018).

El papel de estos agentes en la socialización de género es tan fuerte, recordemos que acaban por definir lo que cada uno debe hacer en su vida para ser considerado competente en dichos roles - centrales para la identidad de las personas - (Eccles, 1991) que algunas autoras los han denominado *“tecnologías del género”* (De Lauretis, 1987). Siguiendo la idea del interaccionismo simbólico de Cooley y Mead, un individuo se llega a conocer a sí mismo observando cómo encaja en el entramado de relaciones sociales y como los otros

reaccionan ante él (Swann Jr. y Bosson, 2010 en Sjaastad, 2012), es decir, desarrolla su identidad a través de la interacción diferentes agentes sociales – padres, profesores, grupo de iguales, y otros agentes como pueden ser los medios de comunicación -.

Como se puede inferir del modelo de elección de logro de Eccles (1983), el modelo de socialización de Eccles, Adler y Kaczala (1982) y como apuntan diversas investigaciones (Roger y Diffield, 2000; Sainz, 2011) la influencia de los agentes de socialización son factores que influyen – indirectamente - en la elección de estudios, no solo porque son los que participan en el desarrollo de la identidad del individuo sino porque algunos – familia, docentes u otras personas de influencia que tengan una identidad profesional STEM – actúan como modelos de conducta que acaban por configurar o influir en las elecciones de estudio (Sjaastad, 2012).

3.2.2.1.1 La socialización primaria y la internalización sobre la comprensión del mundo

Los agentes de socialización se encargan de transmitir modelos y pautas de comportamiento al individuo – que aprende e interioriza elementos socioculturales de su entorno, los integra a la estructura de su personalidad y se adapta al entorno social en cuyo seno debe vivir – (Rocher, 1980 en Vera, 2005). Dentro de los agentes de socialización la familia es más importante y el agente socializador por excelencia, no solo ser el primero que interviene en la vida del individuo o ser su contexto de desarrollo sino porque es el puente entre el niño o niña y la sociedad en la que viven (Pallarés, 2014), siendo, consecuentemente, la institución social y unidad básica de la sociedad que se encarga de la socialización. La familia no es simplemente un colectivo de personas con vinculación familiar, sino que es grupo en el cual las relaciones interpersonales están caracterizadas por la emocionalidad, a diferencia de otra clase de grupos (Crespo, 2011 en Pallarés, 2014). Así, todas las reacciones emocionales que se dan en el seno familiar se convierten en mecanismos de retroalimentación de las conductas entre los miembros de una familia (Martínez, 2003 en Pallarés, 2014). Como se ha apuntado, no se nace con la capacidad de “ser sociales” pero sí que disponemos de la facultad que nos permite llegar a serlo, la posibilidad de llevar a cabo un aprendizaje social a través del proceso de socialización (Cánovas y Sahuquillo, 2008). Estos autores distinguen, en función de la edad, el grupo cultural en el que se internalizan los modelos conductuales y la función

adaptativa del proceso, tres tipos de socialización: primaria, secundaria y terciaria. En este momento nos compete la socialización primaria, puesto que es la que tiene lugar en el seno del grupo familiar y mediante la cual el individuo – sobre todo por imitación – asimila valores, costumbres, pautas etc. Consiste en la introducción del individuo en la sociedad, es decir, la internalización por parte del niño o niña de un “mundo objetivo” social construido por “otros significativos” encargados de su socialización (Berger y Luckmann, 1968 en Simkin y Becerra, 2013). Como se ha apuntado la única institución encargada de esta socialización es la familia porque es el primer ámbito de socialización del individuo que refleja y transmite los valores, creencias, normas y actitudes culturales, sociales, religiosas, de género de la sociedad a la que pertenecen (Simkin y Becerra, 2013; Musitu y Cava, 2001) y que permiten la integración del niño o niña en la sociedad (Rodrigo y Palacios, en Martínez, 2012). Además, la familia es la primera institución social en donde se enseñan las diferencias sexuales y desde donde se propicia la interiorización de roles y funciones asignadas a cada sexo (Martínez, 1996).

Por lo tanto, la influencia de la familia, cuyo papel es esencial en los primeros años de vida, ya que se encarga de socializar al niño o niña y fomentar el desarrollo de su identidad proporcionándole un ambiente que le permita desarrollar habilidades individuales, estimulándole para alcanzar objetivos socialmente valorados y proporcionándole un modelo válido de conducta social (Amato, 1987 en Ruiz, 1999), dicha importancia va decreciendo a medida que el niño o la niña crece, es decir, a medida que se acercan a la adolescencia, puesto que cuando el niño o niña comienza la escolarización, la familia y la escuela – otro agente socializador primario - compartirán la responsabilidad educativa (Palacios y Moreno, 1994 en Ruiz, 1999). No obstante, aunque la socialización en los primeros años de vida es clave y tiene un arraigo muy sólido en la conducta, la familia sigue jugando un papel importante en el desarrollo del individuo a lo largo de toda la vida, en tanto que la socialización familiar puede amortiguar efectos de experiencias negativas entre iguales en la adolescencia (Bugental y Grusec, 1998 en Simkin y Becerra, 2013) e incluso, influirá – tácitamente – en la elección de estudios y carrera.

La familia, a pesar de su propia idiosincrasia y de que la cultura le otorga a las familias una mayor o menor libertad en cuanto a los patrones de conducta, valores y actitudes que transmiten (Arnett, 1995 en Simkin y Becerra, 2013), sigue estando inserta en la sociedad y sometida a las leyes y patrones sociales, y por ello, socializa a partir de los valores –

diferentes para hombres y mujeres – presentes en la sociedad (Ramos, 1990). Por lo tanto, la familia – al igual que el estado y la sociedad – sigue manteniendo un orden sociopolítico – patriarcado - en el que prima la superioridad del varón sobre la mujer, haciendo que se tenga un proceso de socialización diferenciado en función del sexo que hace que aprendamos comportamientos y rasgos diferenciados asociados con la feminidad y la masculinidad - construcción de la identidad de género -, existiendo rasgos femeninos como la sensibilidad o la dependencia, y rasgos masculinos como la agresividad, competitividad y la fuerza, rasgos que no son exclusivamente transmitidos por las familias. Además, para Acker (1994) *“las chicas y los chicos son socializadas - por la familia, escuela y medios de comunicación – en las actitudes y orientaciones tradicionales que limitan su futuro innecesariamente hacia ocupaciones y roles familiares sexualmente estereotipados”* (p. 66).

Siguiendo el modelo de socialización de Eccles et al. (1982) las creencias de las familias moldean el autoesquema de sus hijos e hijas, que a su vez está relacionado con los valores que sus descendientes otorgan a determinadas tareas y con sus expectativas de éxito, y por lo tanto, con las aspiraciones ocupacionales que tendrán. La influencia de las familias sobre las elecciones no recae solamente en la transmisión de los estereotipos sociales de dichas profesiones - que pueden condicionar sus elecciones - sino que también repercute en las expectativas de éxito que puedan tener sus hijos e hijas (Jacobs y Eccles, 1992; Bleeker y Jacobs, 2004), en el valor que sus descendientes acabarán otorgando a las diferentes opciones (Viljaranta, Lazarides, Aunola, Raikkonen y Nurmi, 2015) o la influencia que las familias pueden ejercer sobre el autoconcepto de habilidad o la visión de sus hijos o hijas sobre sus competencias (Eccles, Jacobs y Harold, 1990; Jacobs, 1991; Jacobs y Eccles, 1992) siempre siguiendo patrones de género. Woelfel y Haller (1972 en Sjaastad, 2012) consideran a las actitudes una concepción individual desarrollada a través de la relación entre la identidad y el objeto de actitud, esto aplicado al ámbito de las elecciones significaría que la elección – o no – de las materias o carreras STEM está supeditada o condicionada por la percepción individual sobre uno mismo y la concepción que se tiene sobre las STEM. Por lo tanto, para estos autores, cualquier persona que afecte tanto a la visión individual de uno mismo como a la visión de las STEM puede condicionar, en cierta medida, las actitudes de un individuo hacia éstas. Así, las personas pueden ejercer una influencia directa – “definers” - o indirecta – modelos - en el individuo. Los “definers” son aquellas personas que interactúan directamente con la

persona y la ayudan a marcarse metas, definir valores e identificar sus puntos fuertes durante todo el proceso de elección, mientras que los modelos son aquellas personas que actúan de ejemplo o modelo sin haber llegado a interactuar con el individuo. No obstante, todas estas personas de influencia – definers y modelos – proporcionan información que repercute en la concepción individual de uno mismo o sobre la concepción que se tiene sobre un objeto – en este caso las materias STEM -. Woelfel y Haller (1972 en Sjaastad, 2012) considera que las familias actúan tanto de “definers” como de modelos, puesto que las familias transmiten las actitudes y valores las STEM a través de sus palabras y acciones (Jacobs y Bleeker, 2004). En este sentido, el modelo de Eccles et al. (1982) señala que las familias son una importante fuente de información sobre los valores y las habilidades, puesto que transmiten ideas y valores sobre diferentes actividades – en nuestro caso la ciencia y tecnología -. Estas ideas, a corto plazo se vincularán a las motivaciones de sus hijos e hijas a realizar diferentes actividades, pero, a largo plazo, los niños y las niñas desarrollarán sus propios intereses y percepciones basándose en los mensajes y comportamientos de sus familias, además de a través de sus propias experiencias, que acaban incidiendo en el valor que le otorgan a las diferentes tareas – uno de los predictores, como se ha visto, más fuertes de la elección de estudios – (Jacobs y Bleeker, 2004). Para Eccles et al. (1983) las familias comunican a sus descendientes sus creencias y valores sobre un dominio determinado: *cuando actúan como intérpretes de la realidad* – las atribuciones que las familias hacen sobre el rendimiento de su hijo o hija y las reacciones emocionales sobre el rendimiento de su hijo o hija en diferentes dominios (Eccles et al. 1990). Es decir, las familias comunican a sus hijos e hijas constantemente sus percepciones sobre su mundo y experiencias, puesto que cuando los niños y las niñas son pequeños y pequeñas no tienen herramientas suficientes para evaluar su propia competencia, por lo que la interpretación que hacen sus progenitores sobre su rendimiento es su fuente principal de información. Estas percepciones e interpretaciones no son baladí puesto que acaban influyendo en el valor que sus hijos e hijas acaban otorgando a las tareas que son un factor condicionante de las elecciones de estudios. Asimismo, las creencias de las familias sobre el mundo también condicionan su visión sobre las habilidades de sus hijos e hijas, en este sentido, Jacobs (1991) determinó que las familias con roles de género tradicionales, que otorgan una mayor competencia matemática a los chicos, presentaban una menor confianza en las habilidades matemáticas de sus hijas a pesar del rendimiento actual de ellas -. *Suministrándoles determinadas oportunidades* – es decir, la importancia que le otorgan las familias a la adquisición de determinadas

destrezas que se hace efectiva a través de la participación de diversas experiencias educativas, juegos y/o juguetes. Crowley, Callanan, Tenenbaum, y Allen (2001 en Jacobs y Bleeker, 2004) afirman que las familias que involucran a sus hijos e hijas en actividades científicas les ayudan no solo a aprender ciencia sino que también contribuyen a desarrollar valores e intereses científicos. Sin embargo, Jacobs y Bleeker (2004) en su estudio, determinaron que las familias siguen estereotipos de género a la hora de proporcionar experiencias educativas a sus descendientes pues que tienden a comprar más juguetes relacionados con las matemáticas y la ciencia a sus hijos que a sus hijas -. *Mediante la participación con sus hijos e hijas en determinadas actividades* – la implicación de las familias en el aprendizaje de sus hijos influye positivamente en el rendimiento escolar, así, Dierking y Falk (1994 en Jacobs y Bleeker, 2004) señalan que los niños y las niñas aprenden ciencia más rápidamente y con mayor seguridad cuando realizan actividades científicas con sus familias en casa; mientras que Ferry, Fouad y Smith (2002 en Jacobs y Bleeker, 2004) encontraron que las familias que apoyan a sus hijos e hijas a participar en experiencias relacionadas con las ciencias y las matemáticas acaban por influir en las experiencias educativas de sus hijos e hijas y, consecuentemente, en su autoeficacia y expectativas -. Y *actuando como referentes* – como se ha señalado con anterioridad, muchas chicas ven como dicotómico tener una carrera profesional científica con tener familia, visión o preocupación que no expresan los estudiantes universitarios varones. Consecuentemente, las chicas que consideran muy importante tener una familia en un futuro y que tengan esa percepción dual tendrán muchas menos posibilidades de elegir una carrera científica (Lips, 1992 en Stake y Nickens, 2005). Estudios muestran que, para que las chicas puedan verse como científicas es importante que tengan modelos a los que acogerse, dichos modelos, para Baker y Leary (1995 en Stake y Nickens, 2005) son más efectivos si se sitúan dentro de su círculo personal - amigas o familia - ya que causarán un efecto más positivo en las estudiantes y les proporcionarán una visión de la ciencia y las carreras científicas menos estereotipada.

En definitiva, Maltese y Tai (2010 en Regan y DeWitt, 2015) han identificado al apoyo de las familias como uno de los mayores predictores para la continuación de estudios, pues como apuntan Jacobs y Bleeker (2004) la percepción que tienen las familias sobre las habilidades de descendientes en el ámbito de las ciencias y las matemáticas, así como sus valores o concepciones sobre estas disciplinas guarda relación con la percepción y los valores que tienen los propios niños y niñas acerca de su desempeño en dichos dominios.

Schone, Simson y Strom (2016) apuntan que las chicas y los chicos que han crecido en familias con roles de género tradicionales suelen elegir asignaturas en el colegio asociadas a su género. En este sentido, el informe PISA 2012 (Heredero, 2019) alegaba que las familias esperan con mayor probabilidad que sus hijos varones acaben cursando una carrera de ciencias, ingeniería o matemáticas a igual rendimiento académico entre chicos y chicas. Para finalizar debemos señalar que, otros factores como la clase social de las familias y su estatus socioeconómico – que además influye en la percepción de las capacidades de los y las estudiantes – también influyen en las elecciones de estudios (Regan y DeWitt, 2015).

3.2.2.1.2 La influencia de la interacción del grupo de iguales

Las relaciones entre iguales desempeñan un papel primordial en desarrollo social infantil, puesto que, además del propio valor intrínseco de la relación con los compañeros y compañeras – necesidad de pertenencia a un grupo – la interactividad que representa a las relaciones sociales entre pares es esencial para el desarrollo social, emocional e intelectual del individuo (Pérez y Garaigordobil, 2004). Aunque el principal agente de socialización durante los primeros años de vida del individuo es la familia, a medida que este crece el grupo de iguales va cobrando una mayor importancia y ejerciendo una mayor influencia en las actitudes y comportamientos (Goodenow y Grady, 1993 en Stake y Nickens, 2005). De hecho, (Durham, 1999 en Pindado, 2005) afirma que, durante la adolescencia el grupo de iguales es un recurso informativo esencial que llega a sustituir a la familia y a la escuela, puesto que los y las adolescentes pasan más tiempo con sus amigos/amigas y compañeros/compañeras que con sus familias, y por lo tanto, los identifican como una fuente de apoyo – compañía, afección, ayuda instrumental, intimidad, entre otras - más relevante que a sus propias familias (Stake y Nickens, 2005), pareciendo asequible que, consecuentemente, el grupo de iguales tenga una gran influencia en las actitudes, expectativas y preferencias de los y las estudiantes. Ladd (1999) señala el grupo de iguales ejerce un papel primordial en el desarrollo de competencias y habilidades intrapersonales del individuo, en tanto que, estudios sugieren que las relaciones entre iguales llegar a influir en las actitudes científicas – los compañeros y compañeras parecen ejercer una influencia significativa en un amplio espectro de variables de rendimiento como rendimiento académico, motivación, expectativas de éxito y gusto por la escuela - y en la

elección de estudios (Stake y Nickens, 2005). Asimismo, estos autores apuntan que tener amigos y amigas que también tengan intereses científicos podrá conducir a que el o la estudiante tenga una imagen más positiva de su posible vida – personal y social – como científico o científica. No obstante, las chicas suelen percibir tener menos apoyo de sus compañeros y compañeras en el desarrollo de actividades científicas, puesto que los chicos suelen tener reservas sobre la idoneidad de las chicas para la ciencia ya que ven a la ciencia como un dominio masculino (Stake y Nickens, 2005), pudiéndose deber esto al imaginario colectivo social de la ciencia como masculina.

Por lo tanto, el grupo de iguales es un importante agente de socialización que moldea las expectativas de futuro de los individuos (Ladd, 1999) e influye en la imagen de los y las estudiantes de sus posibles yos, en primer lugar, porque el grupo de iguales es principal proveedor de apoyo social en la adolescencia, y, en segundo lugar, porque es el grupo en el cual los y las estudiantes tienen y tendrán sus amigos y amigas, parejas románticas, compañeros y compañeras etc. Así, el grupo de iguales podrá potenciar una visión del o de la estudiante como científico o científica cuando actúa como modelo o cuando actúa como una red social que muestra apoyo en la consecución de una carrera científica – desmitificando el estereotipo del científico o científica como persona asocial que trabaja aislada – que será más significativo en las chicas que consideran incompatible un futuro con vida familiar y tener una carrera profesional científica (Stake y Nickens, 2005). Aunque también podrán condicionar las elecciones de una forma no tan positiva, puesto que, en ocasiones y sobre todo las chicas, podrán reajustar sus elecciones para estar cerca de sus amigas – normalmente los y las adolescentes suelen tener amigos y amigas del mismo género que del género contrario -. (Sinclair, Carlsson y Bjorklund, 2014).

3.2.2.1.3 La aportación simbólica de los medios de comunicación

En la actual sociedad de la información, caracterizada por la digitalización, debemos aceptar que los medios de comunicación afectan a la forma en la que nos vemos a nosotros y nosotras mismos y mismas y al resto del mundo, ya que nos proporcionan historias e imágenes que influyen en el desarrollo de nuestras creencias básicas sobre el mundo en el que vivimos (Bhatt, Blakley, Mohanty y Payne, s.f.). Así, se han convertido también en una fuente sustancial de recursos simbólicos, sobre todo para los y las jóvenes (Pallarés, 2014) y han conseguido el estatus de agente de socialización de los individuos.

En este sentido, algunos autores (Cánovas y Sahuquillo, 2008; Pulido, 2007) ponen en tela de juicio la idea tradicional que apunta que los principales agentes de socialización son la escuela y la familia, indicando que los medios de comunicación de masas han comenzado a ser los agentes más importantes de socialización. Pulido (2007) alega que los medios de comunicación de masas actúan como una sistemática y desigual competencia – con las familias y escuelas - en cuanto a difusores de conocimiento, valores y proveedores de modelos, y se han convertido en una fuente de recursos simbólicos para los y las jóvenes (Pallarés, 2014). Para Vera (2005) la socialización que llevan a cabo los medios de comunicación es indirecta, puesto que sugieren, proponen y transcriben modelos, valores e ideales susceptibles de imponerse con fuerza y persuasión porque se presentan en un contexto emotivo que contribuye a inhibir el juicio crítico (Rocher, 1989 en Vera 2005). Así Margarita Riviere (2003 en Vera, 2005) apunta que los medios ya no informan, sino que – aunque no lo quieran reconocer – educan. Su misión es la educación permanente de las personas mediante la creación de preferencias, valores, hábitos culturales, mitos y antimitos y costumbres. Por lo tanto, en la actualidad, los medios de comunicación de masas son un agente socializador que tienen el poder de contrarrestar, complementar, potenciar o anular la influencia de otros agentes socializadores como la familia y que ayudan a los individuos a construir y desarrollar su identidad, es decir, la definición que puede dar a sí mismo o misma y a los demás de lo que él o ella es en cuanto a persona individual y social (Vera, 2005).

Para Jacquinet (2003 en Pallarés, 2014) el y la docente ya no es el agente principal de socialización puesto que el alumnado aprende contenidos y significados fuera de la propia escuela y del seno familiar a través de los medios de comunicación. Además, para Pindado (2010 en Pallarés, 2014), el imaginario tanto de los y las niños y niñas como de los y las adolescentes está repleto de símbolos y representaciones que nacen en los medios de comunicación y que inciden en la forma que construyen el mundo y su lugar en él. El método que emplean los medios de comunicación para configurar la percepción de las personas sobre el mundo es la construcción o rotura de estereotipos (Bhatt et al., s.f.), y, en nuestro caso, los estereotipos sobre la ciencia y la tecnología. Las concepciones que tiene el alumnado sobre la ciencia y los y las científicos y científicas son un elemento que incide – indirectamente - sobre la elección de estudios (Regan y DeWitt, 2015). Aunque no existe una correlación directa entre imagen y elección, las imágenes que alberga el alumnado sobre la ciencia y los científicos influyen su habilidad para imaginarse a sí

mismos en una profesión científica, que a la larga condicionará la elección de estudios. En este sentido, se perciben a las profesiones científicas desvinculadas a las personas es decir a la ayuda o interrelación con personas, difíciles y socialmente aisladas (Masnick et al. 2010 en Regan y DeWitt, 2015). Con respecto a la ciencia, esta se ve como una materia difícil que requiere un interés natural que suele ser asociada a una habilidad natural (Archer et al., 2010 en Regan y DeWitt, 2015). Todas estas imágenes – que son una construcción popular sobre la ciencia - se alinean con las visiones distorsionadas sobre la ciencia y la tecnología que hemos expuesto en el capítulo anterior, siendo muchas de ellas transmitidas y reproducidas – como se ha señalado – por el profesorado. No obstante, muchos de los estereotipos que configuran las imágenes que sostiene el alumnado sobre la ciencia, la tecnología y los trabajos científicos se encuentran en los medios de comunicación, medios que ayudan a configurar el imaginario del alumnado sobre la ciencia y las profesiones científicas. En este sentido, Steinke (1997 Mitchell y McKinnon, 2019) apunta que los estereotipos de género son una de las barreras que desalientan a las chicas y las mujeres a elegir estudios científicos. Un claro ejemplo que nos muestra como la televisión crea y recrea estereotipos en torno a los y las científicos y científicas es la conocida sitcom *The Big Bang Theory* que nos presenta a tres físicos – uno de ellos superdotado - y un ingeniero que trabajan en la misma universidad que se caracterizan por ser bastante asociales y frikis – le gustan los juegos de rol, volar cometas, los videojuegos, las series de ciencia ficción y los comics – y una chica aspirante a actriz que trabaja de camarera – rubia, guapa, sin estudios que se caracteriza por dar la solución obvia a los problemas -. Estos personajes van evolucionando a lo largo de toda la serie, no obstante, dichos estereotipos se siguen reproduciendo a lo largo de la misma. Además, se añaden dos nuevos personajes, dos científicas, una de ellas con nulas habilidades sociales – nunca tuvo amigos o amigas -, que viste de forma anticuada y que representa una inteligencia tradicional – convirtiéndose en un espejo del físico teórico superdotado -, la otra científica que también se presenta como inteligente – al contrario que la camarera – tiene más cualidades femeninas que la anterior – viste bien, es guapa y atractiva – sin embargo, esta no hubiera atraído a su marido – el ingeniero – sin estas características femeninas. En contraposición a la visión estereotipada que ofrece sobre las profesiones científicas y las personas que las ejercen, esta serie proporciona una imagen bastante exacta de la naturaleza de ciencia y la tecnología en cuanto a las financiaciones, al trabajo científico, el reconocimiento social, teorías y leyes, entre otras.

En resumen, los estereotipos más reproducidos por los medios de comunicación en lo tocante a la ciencia y la tecnología son: la habilidad natural de los hombres para las matemáticas y la ciencia (Bhatt et al., s.f), la masculinidad de la propia ciencia, es decir, la ciencia se ha considerado tradicionalmente una actividad para genios – hombres - solitarios cuyo éxito proviene de la combinación de inspiración y dedicación hacia su trabajo (Nelkin, 1995 en Mitchell y McKinnon, 2019), el científico como persona distraída, asocial y poco interesado en la vida cotidiana – rasgos que son contrapuestos a la feminidad –. Además de reproducir estereotipos, los medios de comunicación también pueden proporcionar “contraestereotipos” es decir, modelos positivos de mujeres científicas que reduzcan los estereotipos de género en la ciencia y que consigan alentar a las chicas a participar en ésta (Steinke, 1998 en Shachar, 2000) a través de la visibilización de mujeres científicas. En este sentido, el último estudio del New York Times muestra que existe un cambio positivo en el acceso a los medios de comunicación de mujeres científicas – pues los medios de comunicación solían reforzar la visión de la ciencia como masculina a través del uso de especialistas que eran mayoritariamente varones – y en la imagen que se presenta de los científicos y científicas - muestra una parte más personal de su vida que puede ayudar a deconstruir el estereotipo de personas asociales, además de hacer constantemente referencia al trabajo en equipo y comunicación (Mitchell y McKinnon, 2019) que proporcionan una imagen de la naturaleza de la ciencia más realista -.

3.2.2.1.4 El papel de la escuela como mediador entre el individuo y su mundo

Una de las funciones básicas de la escuela es la transmisión de la cultura a las nuevas generaciones y posibilitar la formación de su identidad (Fernández, 2003). Aunque la familia ha tenido históricamente la función socializadora del individuo, la importancia de esta ha ido decreciendo progresivamente (Álvarez, 1999 en Pallarés, 2014), ya que a medida que las sociedades se vuelven más complejas, el papel que adquiere la escuela como agente de socialización se vuelve más decisivo (Fernández, 2003). Debido a las características de las familias occidentales y de la sociedad occidental, los sistemas educativos se han ido apoderando de esta función y las instituciones escolares se han convertido en las encargadas de responder a los problemas sociofamiliares, cívicos y ciudadanos de las nuevas generaciones (Lebrero y Quicios, 2011). Por lo tanto, las instituciones educativas se han convertido en sistemas abiertos que no se reducen ya

únicamente al manejo, circulación y procesamiento de un tipo especial de información que produce conocimiento (Novo, Marpegan y Mandón, 2002 en Pallarés, 2014) sino que son una *“institución sociopolítica que socializa al niño y al joven desde la convivencia e instrucción en los niveles no universitarios”* (Lebrero y Quicios, 2011, p.68).

Kant ya afirmaba que lo más importante que se aprende en la escuela es a estar sentado (Fernández, 2003), con esto quería enfatizar a la escuela como institución socializadora cuya función principal es la formación de la identidad del individuo y el aprendizaje de las normas sociales. Para Durkheim (Simkin y Becerra, 2013) el objetivo principal de la escuela es la integración socioeconómica, la participación social y la integración cultural y normativa. Consecuentemente, para que la escuela cumpla con su objetivo, la socialización escolar consiste en la adquisición – por parte de los y las estudiantes – de los valores básicos de la sociedad y la aceptación de una ubicación particular en la división del trabajo – función clasificadora-seleccionadora de la institución educativa – (Fernández, 2003). Por ello, Subirats (1999) apuntó que la tarea asignada a la escuela no es solamente transmitir conocimiento sino también trasladar a las nuevas generaciones los comportamientos considerados legítimos, incluyendo identidades, jerarquías y desigualdades – estereotipos – que limitan el desarrollo de la personalidad humana.

Dentro de las identidades, jerarquías y desigualdades de las que nos habla Subirats (1999) se encuentra la identidad de género que, como hemos visto anteriormente, se forma en el plano de la cultura social y está influenciada por los factores del contexto y las características de cada entorno de socialización – familia, escuela, iguales...- en el cual se desarrolla la persona (García, Quiñones y Espigares, 2013). La brecha en la construcción de la identidad de género en los niños y las niñas, aunque ya comienza con la familia, se potencia con la escolarización, pues, los educandos experimentan el género como un sistema de valores, de ideas y de prácticas, de una forma más amplia y compleja que en sus casas, ya que la escuela es el lugar de encuentro del niño o niña con su grupo de iguales y otros modelos sociales – profesores y profesoras – (Lloyd y Duveen (1992 en Sainz, 2007). Las instituciones educativas van cobrando una mayor importancia a medida que el alumnado crece porque se convierte en el principal espacio de socialización y el lugar de encuentro con el grupo de iguales – que gana importancia a medida que el individuo se acerca a la adolescencia -. En este sentido, la escuela durante la etapa de la adolescencia se convierte en el lugar en donde se desarrollan las relaciones afectivas, la habilidad para participar en situaciones sociales, la adquisición de destrezas

comunicativas, el rol sexual, conductas prosociales y la identidad personal (Montero, 2000 en Musitu, Moreno y Martínez, 2005). En adición a las relaciones sociales que se desarrollan dentro de la propia escuela y que contribuyen a la adquisición de la identidad, la escuela como espacio no es una institución caracterizada por la neutralidad, para Santos Guerra (2000), el género tiñe todos los elementos que configuran la escuela – espacios, prácticas, materiales, lenguaje, estructuración del poder, organización, actuaciones educativas, metodológicas, currículum - e influye en el funcionamiento de la escuela como institución. Por ello, la escuela como espacio también influye en la formación de las identidades de género del alumnado y educa al alumnado en los papeles tradicionales asignados a hombres y a las mujeres, papeles que, valoran socialmente más positivamente a lo masculino que a lo femenino (Moreno, 2000). Bien es cierto que este trato diferencial no incide en los niveles de éxito escolar, pero sí que repercute en la configuración – como se ha visto – de la identidad llegando, incluso las alumnas más brillantes, a desarrollar inseguridad e interiorizando su papel secundario en el ámbito público a medida que crecen (Subirats, 1991 en Moreno, 2000). Sin embargo, la escuela aunque pueda ser partícipe de la reproducción de aspectos negativos de la cultura patriarcal - adquisición de jerarquías y desigualdades (Subirats, 1999) – también puede convertirse en un agente de cambio social capaz de compensar las desigualdades de origen y reconstruir los conocimientos, actitudes y pautas de conducta que el alumnado aprende en las interacciones sociales fuera de la escuela (Sánchez, 2006) es decir, formar a una ciudadanía comprometida con los valores de igualdad, libertad y justicia social capaz de impulsar el cambio social y la disminución de las desigualdades sociales, de raza y género.

endefinitiva, la escuela como institución puede influir de manera relevante en el alumnado, en tanto que Ulriksen, Madsen y Holmegaard (2015), con relación a las STEM, apuntan que la experiencia educativa - entendida como actitudes y prácticas - produce un efecto mucho mayor en la fuga de las carreras STEM que las propias capacidades de los estudiantes. Por ello, a continuación, hablaremos sobre dos elementos principales – pues como se ha visto todos los elementos escolares tienen influencia en el alumnado y su desarrollo – y los más influyentes, para lo que estamos investigando, el currículum y el profesorado.

3.2.2.1.4.1 *El papel del currículo en la culturación y la transmisión de los estereotipos de género*

La escuela como agente socializador y transmisora de valores debe asumir su papel en la transmisión de estereotipos (Moreno, 2000), papel que no corresponde únicamente al profesorado, sino también al currículum. La educación escolar no se construye exclusivamente sobre saberes objetivos y acabados, sino que estos están cargados de ciertos valores sociales (Torres, 2003). Para Bourdieu y Passeron (1970 en Ávila, 2005) la educación reproduce la cultura, la estructura social y económica, es decir, reproduce la cultura dominante, establece jerarquías y enmascara la realidad de las relaciones sociales a través del currículum. El currículum, se ha presentado tradicionalmente como una *“invención reguladora del contenido y las prácticas implicadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje”* (Gimeno, 2010), es decir, un instrumento que estructura la escolarización, la vida en los centros y las prácticas pedagógicas a través de la disposición, transmisión e imposición de reglas, normas y un orden determinante (Gimeno, 2010). Por lo tanto, el currículum es mucho más que un programa escolar – currículum explícito – sino que se convierte en uno de los elementos clave para la reproducción social y transmisión de ideologías – currículum oculto -. A pesar de que a menudo se destaca la importancia del currículum oculto como medio para la transmisión de valores, estereotipos, ideologías... - como se verá posteriormente -, esto no exime de carga ideológica al currículum explícito, puesto que, al determinar los contenidos, objetivos y aspectos formales de la educación, éste tampoco es neutral, ni está libre de ideologías e intereses ya que es definido por los grupos dominantes de la sociedad e inculca y transmite la cultura hegemónica y reproduce la estructura social y sus relaciones (Ávila, 2005). El currículum oculto, que Subirats (1994 en Heredero, 2019, p. 74) define como *“las pautas de carácter no formal y sobre todo ideológico que se transmiten en la práctica escolar”* (p. 62), es decir, el que hace referencia a valores, actitudes, normas, comportamientos, rituales, costumbres, creencias, símbolos, lenguajes que se manifiestan encubiertamente en el quehacer educativo – desde la organización de la clase hasta los métodos de enseñanza-aprendizaje – influye y condiciona impensablemente la socialización del alumnado, beneficiando normalmente, a los grupos dominantes y excluyendo a los subordinados (McLaren, 2005). El currículo oculto tiene una dimensión sociopolítica innegable relacionada con las funciones de socialización que tiene la escuela dentro de la sociedad (Gimeno, 2015), produciéndose dicha socialización no solo por la

transmisión de la cultura explícitamente establecida en los currículums de las asignaturas, sino por “ósmosis” (Gimeno, 2015), a través de un proceso socavado y velado que juega un papel imprescindible en la perpetuación de las desigualdades y la transmisión de estereotipos de género que acaban por reproducir una cultura patriarcal que concede tareas, funciones y consideraciones diferentes según el sexo.

Consecuentemente, la escuela, tanto a través de los currículos oficiales como los libros de texto, las prácticas educativas, la interacción entre el alumnado y el profesorado...no favorece la igualdad de los sexos, sino que reproduce y perpetúa el orden jerárquico del sistema productivo (Heredero, 2019). Así, el currículum educativo contribuye a la reproducción de la cultura, refiriéndonos con cultura a aquellos logros más relevantes que se han ido produciendo a lo largo de la historia en cualquier campo científico (Sánchez, 2006). Esta cultura se organiza y se compendia en diferentes disciplinas del saber y se transmite a través de los currículos oficiales. Sin embargo, todos los conocimientos o saberes recogidos en el currículum parten de una visión androcéntrica de la ciencia, es decir, los contenidos escolares son los que han sido construidos desde el punto de vista de los hombres (Heredero, 2019). Esto, aunque pueda parecer caricaturesco, contribuye a la perpetuación de una sociedad basada en la supremacía masculina, con roles sociales diferenciados en función de los sexos con una clara jerarquía entre ellos; puesto que se le está enseñando al alumnado que este conocimiento es el único existente, o el digno de ser transmitido o el necesario para el desarrollo social o personal (Heredero, 2019). El androcentrismo de los currículos escolares oculta a las mujeres y explica la vida desde la óptica masculina, obviándose no solo los conocimientos aportados por las mujeres, sino que también invisibiliza la actividad socialmente adjudicada a las mujeres, dejando entrever que esta no tiene valor como objeto de aprendizaje (Heredero, 2019). Esta reproducción cultural se realiza principalmente a través de los recursos didácticos, puesto que son los que funcionan como filtro de selección de los conocimientos y verdades – que suelen alinearse con los intereses de las clases y grupos sociales dominantes – (Torres, 2003) que legitiman ciertos arquetipos sociales (Sánchez, 2006a).

En este sentido, los libros de texto no solo perpetúan roles y estereotipos de género – a través de imágenes y contenidos de un modo explícito o tácito, por omisión o distorsión -, sino que también reproducen y transfieren una imagen de la ciencia objetiva, individualista, infalible y aproblemática e ahistórica, es decir, visión reduccionista y deformada de la ciencia y tecnología en la que se ignora su funcionamiento interno,

desarrollo, construcción del conocimiento, relación con la sociedad, valores de la ciencia y la propia epistemología de la ciencia (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005). Estas visiones perpetúan una imagen de la ciencia que aleja sistemáticamente al alumnado, y sobre todo a las chicas, puesto que se transmite una visión descontextualizada de la ciencia con escasa vinculación a la sociedad – cuando las chicas sienten una mayor predilección por ámbitos de trabajo orientado a la sociedad y el trabajo con personas -, una concepción individualista y elitista de la ciencia – esencialmente masculina - que presenta a los científicos como una élite intelectual con una habilidad natural que, imposibilita por un lado a las chicas tener modelos a los que atenerse, y por otro la necesidad de tener unas capacidades innatas cuando la mayoría de las niñas tienen un autoconcepto de habilidad menor que el de los chicos en dominios científicos.

Además, Eurydice (2011) apunta al currículo de las materias científicas como una de las dimensiones de la problemática de la educación científica – la falta de interés y las actitudes negativas de los estudiantes hacia la ciencia y la ciencia escolar - indicando que el conocimiento se presenta como una serie de contenidos descontextualizados y desconectados de las experiencias de los estudiantes. Murphy y Whitelegg (2006 en Ametller y Ryder, 2015) señalan como problema a la poca relevancia que tienen los contenidos científicos tratados en la escuela para la vida de los y las estudiantes. En este sentido, Millar (2010 en Ametller y Ryder, 2015) en su estudio resolvió que las clases de ciencias que incluían el tratamiento problemas sociocientíficos y la naturaleza de la ciencia producían un crecimiento del número de matrículas en materias de ciencias en la enseñanza postobligatoria. Así, Ametller y Ryder (2015) en su estudio toparon que la mayoría de los estudiantes alegaban disfrutar con los debates de problemas sociocientíficos en las clases de ciencias, aunque menos de la mitad de los y las estudiantes afirmaron que estos tuvieron influencia en la elección de materias científicas en la educación postobligatoria. Por lo tanto, aunque el tratamiento de problemas sociocientíficos y la naturaleza de la ciencia en los currículos educativos no se traduzca en un aumento del enrolamiento en materias científicas, ambos parecen aumentar el interés por la ciencia y hacer la ciencia más atractiva para los estudiantes, además de contextualizar el currículum y acercar la ciencia a la vida y contexto del alumnado. En definitiva, la orientación de la educación científica y los currículos escolares pueden influir significativamente en las vocaciones en ciencia y tecnología y en las actitudes personales y sociales hacia la ciencia y la tecnología (Vázquez y Manassero, 2009c).

3.2.2.1.4.2 *El papel del profesorado en la configuración de la identidad de género y la socialización diferencial.*

La teoría sociológica y antropológica afirma que la identidad – que es la que confiere sentido vital al sujeto – es construida a partir de la interacción con el contexto (Sánchez, 2006b). Uno de los ámbitos de adquisición de identidad es la institución educativa, pues es el espacio en donde los niños y las niñas pasan un número significativo de horas durante su infancia y adolescencias y, en donde, además, están obligados a interactuar con otros individuos. Para Castells (en Sánchez 2006b) existen tres formas de construcción de la identidad: identidad legitimadora, identidad de resistencia e identidad de proyecto, siendo la primera a la cual nos atenderemos por ser la que perpetúa los estereotipos y roles de género en el sistema educativo. La identidad legitimadora produce en el alumnado la interiorización de la cultura de las instituciones dominantes en la sociedad con el objetivo de reproducirse socialmente, siendo el patriarcado una identidad que se legitima, desde hace siglos, a través del sistema educativo (Sánchez, 2006b). Actualmente, no existe una desigualdad de acceso de las mujeres a la educación, pero las escuelas siguen legitimando la identidad de lo femenino y lo masculino a través de, como se ha apuntado, el currículum oculto, concretamente, a través de los libros de texto y la relación entre alumnado y profesorado – que sigue cargada de estereotipos sexistas - (Sánchez, 2006b). En este sentido, Altable (1993 en Santos Guerra, 1997) considera al currículum oculto "*el conjunto de normas y valores inconscientes de conducto, aprendidas en la primera infancia y perpetuadas después en la escuela a través de los contenidos y sobre todo a través de los comportamientos, actitudes, gestos y expectativas diferentes del profesorado respecto a los alumnos y a las alumnas*" (p.18), siendo el profesorado un elemento a tener en cuenta no solo en cuanto la formación de la identidad de género del alumnado, sino también en cuanto conformación de las expectativas de los y las estudiantes, su autoconcepto, el valor que le otorgan a la tarea, y en definitiva, en la elección de estudios.

Las interacciones entre el profesorado y el alumnado no son solo inevitables, sino que son imprescindibles para que se lleve a cabo el aprendizaje. Sin embargo, para la mayoría de los casos, el resultado de estas interacciones no es igual para todos los alumnos y alumnas (Torres, 2003). Para el autor existen alumnos y alumnas más visibles o invisibles en función de sus conductas, conductas que el profesorado valorará positiva o negativamente. Entre las conductas positivas encontramos el interés y aplicación hacia

las demandas educativas del profesorado, es decir, a alumnos y alumnas que responden e interaccionan positivamente con profesores y profesoras (Torres, 2003). Sin embargo, en ocasiones este alumnado tiende a demandar y captar exponencialmente la atención de sus docentes – pidiendo ayuda constante, ofreciéndose voluntarios y voluntarias ...-. Para el autor, la mayoría de los comportamientos visibles se llevan a cabo por un mayor número de alumnos que alumnas, que tiene repercusiones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que estos alumnos concentran una mayor preocupación y atención del profesorado, y, consecuentemente gozan de una mayor estimulación.

Además, los y las docentes, al ser referentes sociales importantes, sobre todo en la adolescencia (Palomero y Fernández, 2002), son capaces de influir en la motivación, rendimiento y ajuste escolar del alumnado a través de sus comportamientos (Musitu, Moreno y Martínez, 2005). Estos autores recogen una serie acciones educativas - calificadas como motivadoras o desmotivadoras - en la educación secundaria extraídas de diversas investigaciones. Los comportamientos motivadores son aquellos que estimulan de forma directa o indirecta al alumnado a iniciar relativamente rápido las tareas, perseverar hasta que las finalicen, a estar atentos en clases y a participar con sugerencias, preguntas, aportando experiencias, anécdotas o información; mientras que los comportamientos desmotivadores son los que no estimulan al alumnado en ninguno de los aspectos señalados anteriormente.

OBJETIVO	COMPORTAMIENTOS MOTIVADORES	COMPORTAMIENTOS DESMOTIVADORES
1. Dirigidos a la activación o iniciación de la tarea	<ul style="list-style-type: none"> a) Organizadores previos. b) Sentido del humor. c) Entusiasmo por el trabajo. d) Activadores de la atención. e) Oferta de “optatividad”. f) Comportamiento democrático. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Desorganización en las clases. b) Recargar conceptualmente las explicaciones. c) No utilizar claves (humor, anécdotas...).

2. Dirigidos a la persistencia o mantenimiento de la tarea	<ul style="list-style-type: none"> a) Claridad expositiva. b) Flexibilidad con los niveles de abstracción. c) Preguntas de naturaleza metacognitiva, sobre lo que los alumnos están mentalmente elaborando. d) Organizadores gráficos. e) Funcionalidad. Aplicación de los conocimientos a la vida cotidiana. f) Pensamiento crítico. g) Aprendizaje cooperativo versus aprendizaje autónomo. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Explicar demasiado rápido b) Abusar de la evaluación sumativa, frente al mayor poder motivador de la evaluación formativa. c) Carencia de la habilidad de escuchar activamente críticas, quejas. d) Realizar comentarios pesimistas con frecuencia. e) Etiquetar negativamente a los/las alumnos/ alumnas.
--	--	---

Tabla 1. Principales comportamientos motivadores del profesorado de secundaria (Musitu et al., 2015, p.7).

En adición a los comportamientos motivadores, otros elementos con incidencia en la motivación y rendimiento del alumnado son las expectativas del profesor – que se hacen efectivas a través del trato diferencial a los alumnos y a las alumnas tanto por vía verbal como gestual - y el estilo docente (Musitu et al., 2005).

Como hemos visto anteriormente, las expectativas son creencias, en este caso estamos hablando sobre las creencias generalizadas sobre las personas o grupos con las que interactuamos habitualmente en nuestro entorno. En este sentido, el profesorado tiene expectativas concretas sobre el rendimiento y la conducta de su alumnado (Musitu y Cava, 2001) expectativas generadas, según Ros (1989) a partir de estereotipos, entre los que se encuentran estereotipos de género. Estas expectativas inciden en la visión que el alumnado tiene sobre la realidad escolar y sobre sí mismos (Musitu y Cava, 2001), por lo que las expectativas del profesorado influirán en las expectativas de éxito del alumnado, es decir, en las creencias que tienen los y las estudiantes sobre su capacidad para realizar con éxito una determinada actividad de forma inmediata o a largo plazo (González-Fernández, 2007) y sobre su autoconcepto. El conocido experimento Pígalión llevado

a cabo por Rosenthal y Jacobson (1968 en Musitu et al., 2005) que desveló cómo las expectativas del profesorado inciden en el rendimiento del alumnado, determinó que cuando las expectativas del profesorado son positivas el alumnado es tratado de un modo más amistoso y agradable, se les permite realizar más preguntas e intervenciones, se les otorgan más elogios ante respuestas correctas y menos críticas cuando estas no lo son; mientras que, en contraposición, cuando las expectativas son negativas, el profesorado espera de los educandos un menor rendimiento y retroalimenta esta situación proporcionando menos oportunidades de participación y criticando las respuestas incorrectas y proporcionando menos elogios. Así, el profesorado que: crea un clima de aula humano, busca la comprensión y empatía, es espontáneo, imparcial, mantiene la alternancia simétrica y complementaria, intenta adaptarse al mundo del receptor, mantiene una comunicación informal, proporciona al alumnado feedback sobre las actividades – utiliza diferentes vías para explicar y cuantas veces sea necesario - y sobre sus expectativas a través del diálogo, realiza una escucha activa del alumnado, le proporciona información y consejo y es comprensivo con las dificultades y problemas del alumnado, podrá llegar a crear un efecto Pigmalión positivo el alumnado, mientras que el profesorado que se aleje de estas prácticas logrará el efecto contrario (Musitu et al., 2005).

Por lo tanto, podemos afirmar que los profesores y las profesoras influyen en las actitudes que cada alumno y alumna desarrolla hacia sí mismo, actitudes positivas si reconoce la valía del estudiante y sus posibilidades, o en contraposición, actitudes negativas cuando le recuerda constantemente su poca valía para determinadas actividades (Machargo, 1991). Ros (1989 en Musitu et al., 2005) apunta que para que las expectativas del profesorado surtan efecto es necesario que el alumnado valore la opinión de este o esta docente. Consecuentemente, la influencia del profesorado sobre las actitudes es más significativa en el caso de las chicas puesto que ellas le confieren una mayor importancia a la figura del profesor que los chicos (Vázquez y Manassero, 2015).

Si tenemos en cuenta la ciencia y la tecnología, investigaciones como la de Cleaves (2005), Vázquez y Manassero (2015), Tytler y Osborne (2012), Homelgaard et. al (2015), Sjaastad (2010 en Boe, 2012) señalan al profesorado como uno de los factores que influyen en la elección de estudios. El profesorado, como hemos visto puede influir positiva o negativamente en las expectativas del alumnado, motivación y rendimiento. Concretamente, Ethington (1991 en González, 2005) y Leder (1996 en González, 2005) señalan al profesorado como un factor determinante en la motivación en matemáticas en

la adolescencia y como condicionante del autoconcepto, la dificultad y el valor que los estudiantes le otorgan a la asignatura. Lloyd et al. (2005) en su estudio toparon que, aunque los y las estudiantes atribuían mayormente su éxito en la materia de matemáticas a su habilidad, el segundo factor al que otorgaban mayor importancia era a la ayuda del/de la docente; mientras que el fracaso en dicha materia lo atribuían a la falta de esfuerzo, dificultad de la tarea y la falta de ayuda por parte del profesor, siendo la figura del docente el factor confluyente. Wigfield et al. (1991) apuntan que, el autoconcepto de habilidad de los y las estudiantes en dominios científicos se ve mermado por el profesorado de matemáticas de la educación secundaria obligatoria debido a las interacciones - que son menos positivas que durante la educación primaria - y al tipo de evaluación que se lleva cabo en la materia en dicha materia. Vázquez y Manassero (2015) y Tyler y Osborne (2012) señalan a la enseñanza de la ciencia en la educación secundaria como uno de los factores determinantes de elección de estudios, siendo los y las docentes pre-universitarios los que pueden estimular la participación de los estudiantes en carreras STEM. Holmegaard et al. (2015), en este aspecto, apunta que las experiencias STEM de los y las estudiantes en la etapa secundaria ayudan a construir sus identidades - que como se ha visto tienen una gran influencia en la elección de tareas y siguen una marcada pauta de género -, influyen en los intereses - intereses que pueden incluir o no la ciencia y la tecnología -, en las perspectivas futuras y en la reconstrucción de las experiencias pasadas. De hecho, en un estudio realizado a científicos y científicas, se encontró que la mayoría apuntaba al logro en ciencias, las clases de ciencias, los profesores de ciencias, y al interés por la ciencia como factores decisivos a la hora de elegir estudios científicos (Venville et al. 2013 en Regan y DeWitt, 2015).

Parece, por lo tanto, que el principal aspecto para el fomento de las vocaciones STEM es la figura del profesor o la profesora y el modelo de enseñanza de las ciencias - lecciones que muestren aplicaciones prácticas - (Vázquez y Manassero, 2015; Lyons, 2006; DeWitt y Archer, 2015). Ulriksen et al. (2015) y Tytler y Osborne (2012) señalan que los programas STEM no atraen a estudiantes que poseen habilidades e interés en esta área de conocimiento debido a que los enfoques pedagógicos y el ambiente de trabajo no son atractivos - conocimientos descontextualizados y con poca vinculación a las experiencias del alumnado -. En este sentido, para Maltese y Tai (2010 en Regan y DeWitt, 2015) la experiencia educativa que incluya la participación en ferias y competiciones científicas, buenas explicaciones del profesorado y trabajos y proyectos científicos tendrá una

influencia más positiva en el fomento del interés hacia la ciencia en chicas que en chicos. Mientras que, sorprendentemente, el trabajo de campo o las excursiones o salidas, en comparación con otras actividades, no parecen tener una gran influencia en la elección de cursos STEM (Boe, 2012).

En definitiva, como se ha apuntado en el capítulo anterior, la enseñanza científica está en crisis puesto que ha olvidado una condición imprescindible que requiere una buena enseñanza, fomentar el interés de los y las estudiantes, en este caso, por la ciencia y la tecnología. Según Vázquez y Manassero (2015) ofrecer a los y las estudiantes experiencias de aula que resulten interesantes mejorará la motivación intrínseca del alumnado y sus creencias de autoeficacia, que, en general, fortalecerá su interés hacia la ciencia. Para Lyons et al. (2012 en Vázquez y Manassero, 2015) la enseñanza de las ciencias para fomentar el interés de los y las estudiantes necesita incorporar los siguientes rasgos: la constante retroalimentación al alumnado sobre la corrección de sus respuestas, las aplicaciones prácticas de la ciencia y la tecnología, el aumento de la atención del profesor sobre el aprendizaje del estudiante y el uso de series, revistas y libros de ciencias populares como recursos para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

ESTUDIO EMPÍRICO

MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

4.1 Investigación cualitativa: características

La investigación educativa en general, y la de género específicamente, puede ser abordable desde diferentes perspectivas metodológicas – cuantitativas, cualitativas o mixtas – (Jiménez, 2019). Tradicionalmente, la investigación ha puesto un gran énfasis en la cuantificación. Su marcado enfoque positivista, con la verificación de hipótesis, preferiblemente planteadas a través de una proposición matemática establecidas a priori (Guba y Lincoln, 2005), hacían que su objetivo primordial sea el descubrimiento de verdades absolutas plenamente objetivas y generalizables. El slogan de esta metodología de investigación era la objetividad, y, por lo tanto, las creencias o las ideas del investigador como las de los participantes no tenían cabida. La investigación en ciencias sociales heredó durante muchos años este modelo, pues empleaba los métodos cuantitativos y estandarizados propios de las ciencias naturales y buscaba esta anhelada exactitud (Flick, 2004). Sin embargo, a mediados del S. XIX surgieron contracorrientes u otras formas de investigación opuestas a la cuantificación (Guba y Lincoln, 2005; Rodríguez, Gil y García, 1996), que ponían en entredicho la aceptación de este método como única forma de obtención de conocimiento. No fue hasta el S.XX que nació la investigación cualitativa tal y como la conocemos actualmente, siendo desarrollada en las escuelas de sociología y antropología de Chicago, Harvard, Columbia y Berkeley (Denzin y Lincoln, 1998^a en Sandín, 2003). El motivo por el cual la investigación cuantitativa no se ajustaba a las demandas de las ciencias sociales era la pluralización de los mundos vitales (nueva diversidad de medios, subculturas, estilos de vida y maneras de vivir), pues estos requerían narraciones limitadas local, temporal y situacionalmente que la investigación cuantitativa no podía proporcionar (Flick, 2004). Bonb y Hartmann (1985 en Flick, 2004) alegaban la imposibilidad establecer como punto de partida de las investigaciones hipótesis objetivamente verdaderas propias de los ideales objetivistas, y proclamaban la necesidad de expresiones relacionadas con los sujetos y las situaciones. La investigación cualitativa, al contrario de la cuantitativa, sí que puede atender a estas demandas, ya que la comprensión de las personas dentro de su propio marco de referencia es una de sus características (Taylor y Bogdan, 1987 en Sandín, 2003), al no ser solo una metodología que produce datos descriptivos, sino también un modo de encarar el mundo empírico (Taylor y Bogdan, 1992). Así, la investigación cualitativa es un proceso de

indagación orientado a comprender e interpretar situaciones desde los ojos de las personas que las viven (Jiménez, 2019). En ella convergen múltiples perspectivas y enfoques (Rodríguez, Gil y García, 1996) que dificulta que los investigadores lleguen a un acuerdo en torno a su definición (Denzin y Lincoln, 1994). De hecho, es más frecuente encontrar una lista de características de la investigación cualitativa que su definición, ya que ésta, en muchas ocasiones depende del énfasis que cada autor les otorgue a los diferentes elementos de la investigación. Así, Strauss y Corbin (1997 en Sandín, 2003) al definir investigación cualitativa hacen hincapié en el tipo de información recogida y su análisis, mientras que Serrano (1994 en Sandín, 2003) enfatiza la relación entre el proceso diseño de la investigación y el proceso. No obstante, Denzin y Lincoln (1994) apoyándose en el intento de Nelson et al. (1992) de definir estudios culturales, proponen la siguiente definición de investigación cualitativa, y desde nuestro punto de vista una de las más completas:

La investigación cualitativa es un campo interdisciplinar, transdisciplinar y en ocasiones contradisciplinar. Atraviesa las humanidades, las ciencias sociales y las físicas. La investigación cualitativa es muchas cosas al mismo tiempo. Es multiparadigmática en su enfoque. Las personas que la practican son sensibles al valor de un enfoque multimétodo. Están comprometidas con una perspectiva naturalista y a una comprensión interpretativa de la experiencia humana. A su vez, el campo de investigación es inherentemente político y modelado por múltiples posiciones éticas y políticas. La investigación cualitativa abarca dos tensiones. Por un lado, suscita una amplia sensibilidad interpretativa, posmoderna, feminista y crítica. Por otro, implica una estrecha definición de las concepciones positivista, pospositivista, humanística y naturalística de la experiencia humana y su análisis (p. 3-4).

En esta definición convergen los tres rasgos fundamentales de la investigación cualitativa, su carácter interpretativo, naturalista y constructivista (Sandín, 2003). Su carácter interpretativo se deriva de la búsqueda de la comprensión de los fenómenos sociales, es decir, como señala Wright (1980 en Sandín, 2003) la finalidad de la construcción teórica es la comprensión teleológica antes que la explicación causal. Así, Van Maanen (1983 en Sandín, 2003) afirma que el fin de la investigación es la acción humana, y las causas de esas acciones se encuentran en el significado interpretado para las personas que las realizan. Se dice que es naturalista porque defiende que las acciones humanas están, en

cierta medida, determinadas por el contexto y ambiente en el que suceden (Sandín, 2003). Los fenómenos solamente se pueden estudiar en el contexto en el que ocurren, ya que solo el contacto con la realidad, en nuestro caso educativa, nos podrá garantizar el conocimiento del rol que el contexto social y cultural desempeñan en la construcción de significados y la comprensión que las personas tienen de ellos (Sandín, 2003). Finalmente, la investigación cualitativa bebe de la epistemología constructivista, pues el investigador no descubre el conocimiento; en contraposición a la imagen que se tiene de la ciencia en la cual existe una verdad objetiva que espera a ser descubierta, sino que lo construye (Sandín, 2003). Tal y como señala Sandín (2003) *“elaboramos conceptos, modelos y esquemas para dar sentido a la experiencia, y constantemente comprobamos y modificamos estas construcciones a la luz de nuevas experiencias”* (p. 123).

Flick (2004) distingue cuatro rasgos fundamentales: la conveniencia de los métodos y las teorías, las perspectivas de los participantes y su diversidad, la capacidad de reflexión del investigador y la investigación, y la variedad de los enfoques y los métodos de la investigación cualitativa. Para el autor, el objeto de estudio es el que determina la elección del método de investigación, y no al revés, ya que la validez del estudio viene determinada por la fundamentación de los hallazgos en el material empírico y la selección del método aplicada al objeto de estudio. Además, la investigación cualitativa debe estudiar el objeto en su complejidad y totalidad, siendo imprescindible abordarlo desde múltiples perspectivas (Flick, 2004), cabe recordar que los/las investigadores/investigadoras deben recoger *“descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones y comportamientos que son observables, incorporando la voz de los participantes, sus experiencias, actitudes, creencias, pensamientos y reflexiones tal y como son expresadas por ellos mismos”* (Sandín, 2003, p.121). Otra de las características inherentes a la investigación cualitativa es la subjetividad, pues, el investigador durante todo el proceso de desarrollo de la investigación lleva a cabo una serie de prácticas vinculadas, no solo a decisiones precedentes, si no también encaminadas a resolver qué investigar y con qué método investigar, cómo acceder a los datos y cómo interpretarlos y cómo representar los resultados (Vasilachis de Gialdino en Denzin y Lincoln, 2015). Finalmente, como ya se ha señalado, en la investigación cualitativa convergen diversas perspectivas epistemológicas y teóricas, además de múltiples métodos y estrategias de investigación (Sandín, 2003). Así, las características de la investigación cualitativa se van perfilando a medida que nos adentramos en métodos

de investigación concretos, empero, vamos a precisar los aspectos esenciales, siguiendo a Taylor y Bogdan (1992), que delimitan la investigación cualitativa, y evidenciar la pertinencia de este enfoque para nuestra investigación.

- Es inductiva, los investigadores son flexibles, no recogen los datos para validar modelos, hipótesis o teorías preconcebidas, sino que desarrollan conceptos, intelecciones y comprensiones partiendo de pautas de los datos.
- Perspectiva holística: El investigador ve al escenario y a las personas como un todo, estos no son reducidos a variables, sino considerados en su totalidad y complejidad.
- Los investigadores son sensibles a los efectos que ellos mismos causan sobre el objeto de estudio.
- Se trata de comprender a las personas dentro de su marco de referencia, es decir, el investigador trata de identificarse con las personas que estudia para poder entender cómo percibe/ve las cosas.
- Suspensión del propio juicio: el investigador deja a un lado sus creencias, perspectivas y predisposiciones, no sobreentiende nada.
- Valorar todas las perspectivas: el investigador no busca “la verdad” sino entender detalladamente las perspectivas de las personas que estudia.
- Los métodos cualitativos son humanistas, tratan de entender el punto de vista de las personas que estudia, aunque bien es cierto que los métodos mediante los cuales estudiamos el objeto de estudio influyen sobre el modo en el que percibimos a las personas.
- Los investigadores dan énfasis a la validez en su investigación. Los métodos que emplean están destinados a asegurar un estrecho ajuste entre los datos y lo que la gente realmente dice y hace.
- Todas las personas y escenarios son dignos de estudio.
- La investigación cualitativa es un arte, los investigadores son artífices de su propio método, nunca son esclavos de unos procedimientos o técnicas.

En conclusión, la investigación cualitativa es un proceso activo, sistemático y riguroso de investigación, en la cual el proceso de investigación y el diseño de esta están

estrechamente interrelacionados, es decir, dentro del campo de estudio se van a tomar decisiones sobre lo que ya se está investigando (Sandín, 2003). Esto se debe a que los objetos de estudio no son situaciones artificiales o creadas, sino interacciones y prácticas de los sujetos en la vida cotidiana (Flick, 2004). Así, la finalidad de la investigación cualitativa es sumirse en el mundo subjetivo de los/las participantes y ponerlo de manifiesto, porque solamente convirtiendo a los sujetos de estudio en “*en actores y actrices de sus propias vidas se podrá comprender y atribuir significado a los acontecimientos y situaciones vividas en el contexto de estudio*” (Bisquerra, 2009, p. 278). Para ello, el investigador debe recrear el mundo de los/las participantes empleando la descripción y la narración para dibujar la realidad del objeto de estudio (Ruiz, 1999 en Bisquerra, 2009). Además, al ser esta investigación con perspectiva de género, es imprescindible subrayar que, aunque el diseño de la investigación de género está supeditado a la postura epistemológica que adoptemos, ésta siempre implica una reflexión sobre las consecuencias sociales de la investigación educativa sensible al género, la fundamentación teórica del problema recogiendo teorías afines, el diseño metodológico sensible al género, las cuestiones éticas y la interpretación y difusión de resultados con contribuciones a la equidad y justicia social (Jiménez, 2019).

4.2 Enfoque de la investigación: Estudio de casos

Como ya se ha venido diciendo, en la investigación cualitativa confluyen diversos enfoques y métodos de investigación. En nuestro caso, siguiendo a Simons (2011), el enfoque de investigación que se ha empleado es el estudio de casos, no solo porque es una metodología apropiada para analizar problemas de práctica educativa (Simons, 2011), sino porque permite comprender los fenómenos educativos sin perder la riqueza de su complejidad (Bartolomé, 1992). Aunque el fin último de esta pesquisa es determinar cómo o en qué medida la metodología del proceso de E-A de las materias científicas influye en la imagen, interés y actitudes hacia la ciencia, y esto se podría hacer desde otros enfoques, consideramos que el aula es un microorganismo vivo, complejo y activo, que cambia y evoluciona, que no se puede subdividir en pequeñas parcelas para su estudio, en el que todo está interconectado y es interdependiente, siendo imposible desvincular al alumnado de su contexto, del docente y de su realidad de aula. Estando, nuestro objetivo principal, en línea con la finalidad del estudio de caso “*investigar la particularidad, la unicidad, del caso en singular para poder comprender su actividad en*

circunstancias importantes” (Stake, 2010, p.11), siendo imprescindible analizar el fenómeno dentro de su contexto tanto para poder comprobar, construir o ilustrar una teoría (o parte de ella) como por su valor intrínseco (Coller, 2000). Además, como señala Yin (1994) en Simons (2011) el estudio de caso es “*la estrategia preferida cuando se planteen las preguntas de cómo y por qué, cuando el investigador tenga poco control sobre los sucesos, y cuando la atención se centre en un fenómeno actual en un contexto real*” (p.50).

Otro de los puntos fundamentales de esta investigación es dar voz al colectivo más importante en la educación y eje del proceso de E-A, tratando de entender cómo el alumnado construye su mundo, sus discursos y sus elecciones. Simons (2011) afirma que para comprender el caso el “*análisis e interpretación de cómo piensan, sienten y actúan las personas*” (p. 21) es condición sine qua non. Aunque cada aula tiene su propia idiosincrasia, Weber (1964) en Vázquez-Recio (2011) afirma que “*la persona es un animal inserto en las redes de significados que ella misma ha construido*” (p. 23), siendo importante captar los componentes simbólicos y las prácticas que constituyen la cultura del grupo (Vázquez-Recio, 2011); en esta investigación se ha decidido tomar a cada docente como un caso, ya que las materias comparten algunos rasgos en común y uno de ellos es el/la docente, y consideramos que este rasgo influye, en cierta medida, en la construcción de la cultura de cada grupo. Además, consideramos importante subrayar que, en este tipo de estudio, quienes investigan no generan las claves para interpretar el fenómeno, sino que las claves son obtenidas de las interpretaciones que ofrecen los/las participantes (Vázquez-Recio, 2011). Por estos motivos, a lo largo de estas líneas se ha subrayado la importancia vital del contexto, porque no se trata de escuchar los relatos de las personas participantes en el caso, sino comprender los significados e interpretaciones de lo que dicen que hacen, y estas interpretaciones-siempre cargadas de subjetividad-si son separadas del contexto de donde emanan, pierden la fuente que justifica su existencia, pudiendo llegar a un conocimiento superficial, erróneo o sesgado (Vázquez-Recio, 2011).

Para Stake (2010) no todo se puede considerar un caso, un caso es algo “*específico, algo complejo*” (p.16). Esta idea es reafirmada por Vázquez y Angulo (2003) que apunta que un caso debe tratarse de una especificidad y no de una función, y por Louis Smith en Stake (2010) que considera a un caso como “*sistema acotado*”, haciendo ambos hincapié en su condición de objeto más que de proceso. Así, Stake (2006) afirma que un caso es un nombre, una cosa, una entidad, pero casi nunca un verbo, un participio o algo en

funcionamiento. Incluso pueden ser amorfos y abstractos, pero nunca algo operante. Nos pone un ejemplo muy esclarecedor: un/una niño/niña puede ser un caso, un/una docente puede ser un caso, pero su “enseñanza/instrucción” carece de la especificidad y los límites para ser denominado caso. Merriam (1990 en Sandín, 2003) le otorga al estudio de casos cuatro características esenciales: particularista-se centra en un fenómeno o situación en particular, descriptivo-el producto del estudio de casos es una descripción rica y densa del fenómeno objeto de estudio, heurístico-generan la comprensión del lector o lectora del fenómeno objeto de estudio, e inductivo- los conceptos e hipótesis surgen del examen de los datos fundamentados en el contexto.

En definitiva, el estudio de caso es el producto final y no el método (Wolcott, 1992 en Sandín, 2003), Stake (1994) señalaba que el estudio de un caso no es la elección de un método sino de un objeto de estudio, ya que un estudio de caso es definido por el interés en casos individuales antes que por los métodos de investigación utilizados (Stake, 1994). Por lo tanto, la selección del caso dependerá de lo que Stake (1994) *denomina oportunidad* de aprender-seleccionar el diseño que nos permita aprender lo máximo posible sobre nuestro objeto de estudio, el fenómeno investigado y el caso. En este sentido Vázquez y Angulo (2003) apunta que para la definición del caso lo más importante es su carácter, único y específico, y lo que podamos aprender sobre él, pues no se debe buscar el caso representativo, sino que lo relevante es lo que podemos aprender del estudio de caso concreto o del grupo de casos. Stake (2005) propone unas premisas para elegir el caso del que podamos aprender más:

- La facilidad de acceso o el que permita una mayor dedicación- que el/la investigador/investigadora desarrolle su papel durante todo el tiempo que considere necesario
- Exista una alta probabilidad de que se den los procesos, programas, personas e interacciones relacionadas con las preguntas de investigación
- La posibilidad de establecer una buena relación con los/las participantes
- Asegure la calidad y credibilidad del estudio

En esta línea, Rodríguez, Gil y García (1996) señalan dos criterios complementarios, la variedad y el equilibrio. Yin (1994) y Stake (1995, 2010) diferencian tres tipos de estudios de caso: el estudio intrínseco de caso, cuyo objetivo es el estudio de un caso en particular,

preseleccionado por el propio interés que genera, no por la comprensión sobre otros casos o fenómenos; el estudio instrumental de caso, que al contrario que en el anterior, el interés recae sobre el conocimiento que genera para entender otros casos o fenómenos; y, por último, el estudio de caso colectivo o múltiple que se trata de la selección de varios casos, con una cierta relación entre sí, para poder interpretar un fenómeno.

4.3 Estudio de casos: un estudio multi-caso

Como ya se ha señalado, la presente investigación es un estudio de caso, sin embargo, presenta una particularidad: el interés por examinar y estudiar dos casos - dos docentes de la educación secundaria obligatoria de la materia de tecnología - en profundidad con el objetivo de entender el fenómeno en general. Por lo tanto, al examinarse varios casos únicos para explorar, describir, explicar, evaluar o modificar la realidad estudiada (Rodríguez, Gil y García, 1996), esta investigación es considerada un estudio multi-caso, que según Yin (1994) una de las razones para emplear este tipo de caso es el estudio de las innovaciones educativas. Así, la elección de este enfoque viene dada por el interés de profundizar cómo innovaciones docentes con metodologías activas de E-A configuran, modifican y moldean la imagen, interés y actitud hacia la ciencia escolar de los estudiantes y, concretamente, de las estudiantes, ya que diversos estudios She Figures (European Commission, 2009, 2016, 2019), Cracking the code (UNESCO, 2017), Women in Science, Technology, Engineering and Mathematics (WISE, 2015) muestran una gran brecha de género en la elección de estudios post-obligatorios, teniendo presumiblemente relación con las actitudes, percepción e imagen de la ciencia y ciencia escolar. Para Stake (2006) el estudio multi-caso es *“un método de investigación para examinar de cerca varios casos vinculados o para estudiar un problema o fenómeno en los casos que no tienen ningún vínculo programático”* (p. V), esta última es en donde se sitúa nuestra investigación, pues nuestro objetivo es comprender un fenómeno empleando diversos casos únicos. Precisamente, Stake (2006) señala que, en el estudio de casos múltiple, el caso único es de interés porque pertenece a un conjunto de casos, los cuales comparten alguna característica o condición común por la cual se vinculan, siendo este concepto o idea el eje central del estudio multi-caso. A esta categoría, grupo o fenómeno Stake (2006) lo denomina *quintain* (p.6). Para el autor, el *quintain* es el objeto o fenómeno de estudio, el fin último de la investigación y lo que deseamos entender. De hecho, si la pregunta principal en el estudio de caso era ¿qué nos ayuda a entender el caso?, en este

estudio será ¿qué nos ayuda a entender el “quintain”? (Stake, 2006). Para ello, en palabras textuales de Stake (2006) para poder comprender el *quintain* se necesita estudiar lo que es “*similar y diferente de los casos*” (p.6). Además, para el autor, los casos no tienen por qué tener la misma relación con el *quintain*, algunos serán casos modelo y otros tendrán simplemente una relación incidental (Stake, 2006, p.23), la importancia de los casos reside en examinar cómo el fenómeno opera en diferentes contextos o ambientes. Por lo tanto, el interés de cada uno de los casos examinados en este estudio es instrumental (Stake, 2006) ya que el interés no reside exclusivamente en cada caso, sino en su relación con el *quintain*. El *quintain* en nuestra investigación sería: determinar la influencia de las metodologías activas de E-A en la percepción, imagen y actitudes hacia la ciencia y la tecnología y la ciencia escolar y determinar las preferencias, valores y experiencias que conforman la base de la elección de estudios teniendo en cuenta la variable género.

De este modo, nuestro estudio multi-caso instrumental estará conformado por dos estudios de caso, que, aunque serán estudiados singular y profundamente como si fueran un caso típico, su relevancia radica en pertenecer a un conjunto de casos que tienen como objetivo comprender los factores influyentes en la percepción, imagen y actitudes hacia la ciencia y la tecnología del alumnado -concretamente las chicas- en la ESO. Así, Yin (1984 en Rodríguez, Gil y García, 1996) sugiere que el estudio multi-caso se trata de una tipología de estudio de caso más robusta, pues permite contestar y contrastar las repuestas que se obtienen en cada caso.

4.3.1 Secuencia de investigación

En muchas ocasiones se tiene la impresión de que el trabajo de campo en investigación cualitativa consiste en mantener los ojos abiertos y una actitud receptiva en el campo (Stake, 2010), incluso Miles y Hubermann (1994 en Flick, 2015) afirman “*contrariamente a lo que usted pueda haber oído, los diseños de investigación cualitativa existen*” (p. 61). Como señala Stake (2010), el estudio de casos requiere disciplina, y como toda investigación, necesita un diseño -organización conceptual, ideas que expresen la comprensión que se necesita, puentes conceptuales, estructuras cognitivas que guíen la recogida de datos y esquemas para presentar las interpretaciones. En este sentido, para Denzin y Lincoln (1994 en Rodríguez, Gil y García, 1996) el proceso de investigación cualitativa tiene tres etapas genéricas e interconectadas: *teoría, método y análisis, y ontología, epistemología y metodología*. Sin embargo, como ya se ha expuesto

anteriormente, la investigación cualitativa no es una actividad neutral, pues para Denzin y Lincoln (1994 en Rodríguez, Gil y García, 1996) cada investigador/ investigadora se enfrenta al mundo desde un marco determinado – teoría - que va a determinar una serie de cuestiones – epistemología - que serán examinadas de una cierta forma - metodología, análisis -. Por ello, para garantizar la transparencia, para Flick (2015) “*el grado en que se posibilita que un lector de un estudio de investigación comprenda cómo se produjo en términos concretos la investigación*” (p.158), consideramos imprescindible presentar el proceso seguido en esta investigación. En este trabajo se han seguido los estadios de investigación propuestos por Rodríguez, Gil y García (1996): fase preparatoria, fase de trabajo de campo, fase analítica y fase informativa. Sin embargo, esto no significa que existan otros esquemas de acción o incluso que tener uno sea condición sine qua non para realizar una investigación cualitativa (Rodríguez, Gil y García, 1996). Además, cabe señalar que, aunque las fases anteriormente propuestas se presentan como una sucesión, el proceso de investigación no es una secuencia lineal; sino que es interactiva, pues, cada fase se superpone con la siguiente y anterior, y se retroalimentan.

Como ya se ha señalado, bajo el paraguas de la investigación cualitativa convergen múltiples enfoques de investigación, siendo el estudio de casos uno de ellos. Consecuentemente, aunque presenta una secuencia de investigación basada en la investigación cualitativa, nuestra investigación posee ciertas particularidades en su estructura por ser una investigación sensible al género y por la propia idiosincrasia del estudio de casos. Para Jiménez (2019) en la investigación de género en educación es fundamental pensar deliberadamente en la relevancia que tiene la investigación de género que nos vamos a plantear y en quién o quiénes se van a beneficiar, es decir, tiene que ser una investigación útil que ayude a “*aportar luz sobre situaciones que nos ayuden a plantear la educación en términos más igualitarios o que redunde de forma significativa en la mejora de las condiciones y oportunidades de vida de niñas y mujeres*” (p. 126). Y Simons (2011) apunta que antes de elegir un caso es necesario un alto grado de planificación y delimitación del estudio, para poder elegir el caso – en esta investigación los casos- que mejor permitan estudiar el problema. Por ello, debido a la necesidad de una buena preparación y selección de los casos, en esta investigación la fase preparatoria fue más duradera que algunas de las otras fases.

4.3.1.1 Fase preparatoria

Esta fase, punto de partida de la investigación cualitativa, se subdivide en dos etapas: la etapa reflexiva – en la que se establece el marco teórico conceptual del cual parte la investigación, y la etapa de diseño – en dónde se planifican las actuaciones necesarias para llevar a cabo la investigación. Como se ha visto, para Jiménez (2019) esta etapa es especialmente relevante porque, aunque en todos los proyectos de investigación se justifica su relevancia, las aplicaciones prácticas y los beneficios percibidos, en la investigación de género es especialmente importante evitar sesgos de género en el planteamiento de la investigación. Para esto es imprescindible la revisión de literatura científica especializada y acotar bien el problema de investigación, ya que tiene un impacto directo en el diseño metodológico de ésta al delimitar qué se investiga y qué no, y cómo se investiga, debiendo ser formulado sensible al género. Así, Jiménez (2019) apunta al sistema C.A.S.T.E.L como sistema de formulación de problemas de investigación técnicamente correctos y sensibles al género, sistema que hemos seguido en esta investigación para delimitar el problema de investigación y sus objetivos.

4.3.1.1.1 Etapas reflexiva

El conocimiento teórico es uno de los elementos imprescindibles para poder desarrollar cualquier tipo de investigación, así en esta etapa estará caracterizada por una revisión bibliográfica sobre el objeto de estudio, delimitando la perspectiva de investigación y la posición teórica que la sustenta. Para Flick (2015) la delimitación de las preguntas de investigación y los métodos serán fundamentales para poder diseñar la investigación, consecuentemente, en la fase exploratoria y de reflexión se deben plantear las cuestiones de investigación y la identificación del problema (Bisquerra, 2009). Sierra (2002 en Pérez-Varela, 2017) apunta a que el tema de una tesis doctoral tiene un triple interés para el doctorando/doctoranda: psicológico, profesional y social. El primero se refiere a la pasión que se debe tener por el tema de estudio, el segundo al vínculo que debe tener el tema con la profesión del doctorando/doctoranda -actual o futura-, y el último hace referencia a la utilidad inmediata o futura para la sociedad. Se concluyó que la imagen y las actitudes hacia la ciencia en la educación secundaria desde una perspectiva de género era el tema en torno al cual iba a desarrollarse esta tesis doctoral. Múltiples factores influyeron en esta elección, sin embargo, me gustaría hacer referencia al más notable, el

trabajo de fin de máster cuyo objetivo era desarrollar un plan TIC para un centro educativo con perspectiva de género. Aunque aparentemente pueda parecer que las temáticas no tienen demasiada relación, al asumir el reto de crear un plan TIC con perspectiva de género, empecé a introducirme en el maravilloso mundo del género, pero en ocasiones descorazonador debido a sus diversas brechas existentes, siendo dos de ellas la elección de estudios y las actitudes hacia la ciencia y la tecnología. Durante la realización del TFM tuve la oportunidad de leer diversos artículos e informes sobre la creciente preocupación de la escasa presencia de mujeres en las STEM, pero lo que más me llamó la atención fue la imagen diferenciada que tenían sobre la informática los chicos y las chicas, y algunos de los resultados obtenidos que mostraban como las niñas y los niños tenían actitudes diferenciadas hacia las TIC. Tras haber delimitado la temática en torno a la cual mi vida iba a girar en los próximos años era necesario determinar si la investigación era de relevancia científica y social. Pese a que actualmente la promoción de las actitudes científicas y las STEM está en auge, encabeza muchos titulares e incluso suscita interés político, la Xunta de Galicia está dedicando múltiples recursos para su promoción, como cursos para el profesorado, ferias científicas, dotaciones presupuestarias para la compra de material educativo y formación de club de ciencias; en 2015, cuando empecé la tesis doctoral, no era un tema muy recurrente. Así, se procedió a la revisión de diferentes artículos y proyectos circunscritos en dicha temática tanto a nivel nacional como internacional, siendo el que hizo decantarnos definitivamente por el tema objeto de estudio, el proyecto ROSE (Relevance of Science Education), que confirmaba la relevancia tanto científica como social de nuestro proyecto de tesis. El proyecto ROSE es un estudio comparativo internacional que pretendía arrojar luz sobre los factores más importantes, según los y las estudiantes, en el aprendizaje de la ciencia y la tecnología. La investigación más relevante de este proyecto – el ROSE - fue un estudio doctoral sobre las percepciones sobre la ciencia y la educación científica entre el alumnado noruego de 15 años realizado en 2006 por Camila Schreiner en la Universidad de Oslo. Este estudio ya señalaba la problemática de la baja tasa de matriculación de las chicas en carreras STEM y ponía el foco de atención en la enseñanza de la ciencia y tecnología. Ya en 2006 se destacaba la necesidad de abordar este tema, sin embargo, este no era muy recurrente en la literatura; aunque podían encontrarse algunos artículos y pequeños estudios que señalaban la problemática, pero no los factores desencadenantes, y tampoco existía una sistematización del tema de investigación. Estos factores suponían un reto, pero también una oportunidad para contrastar los datos de los pocos estudios existentes - todos eran de

índole cuantitativa, empleando un método cualitativo, el estudio de caso. Además, casi todos estos estudios son realizados por investigadores/investigadoras con background “científico”- entendido como estudiantes de carreras científico-técnicas- sin embargo, como maestra de educación primaria con una fuerte formación en didáctica considero que podría aportar una perspectiva diferente dicha problemática. Así, se determinó que la investigación se desarrollaría en centros educativos que trabajaran la ciencia y la tecnología a través de metodologías activas de enseñanza-aprendizaje, pues, ya que la enseñanza “tradicional” era la que estaban retroalimentando la problemática se optó por determinar si la metodología de E-A influía, en cierta medida, en la imagen, percepción y actitudes hacia las ciencias del alumnado.

Para Flick (2015), esta etapa de investigación no está influenciada solamente por la conceptualización teórica, sino que los recursos disponibles y necesarios para realizar la investigación tienen una influencia fundamental en cómo se planifica y lleva a cabo la investigación finalmente. Los recursos disponibles -nosotras lo entendemos como recursos humanos, docentes- suponían un gran reto, ya que, antes de comenzar a diseñar el trabajo de investigación se tenía que determinar si en Galicia existían centros de educación secundaria obligatoria en los que los/las docentes de alguna de las materias STEM emplearan metodologías activas de enseñanza-aprendizaje en sus aulas, no a través de actividades externas para el alumnado que se apuntara o a través de la realización de un experimento o proyecto puntual, sino que formaran parte del quehacer educativo. Aunque aparentemente pueda parecer una tarea sencilla, esto se convirtió en un largo e intenso viaje que comenzó con una búsqueda en internet de premios a centros educativos gallegos por innovación docente, que, no tuvo demasiado éxito. Tras mi fracaso decidí hablar con un par de docentes de la facultad para preguntar si conocían centros con tales características, sin embargo, solo conocían centros que realizaban experiencias puntuales. Así, decidí contactar con la agencia GAIN de la Xunta de Galicia para explicarles mi proyecto y pedirles si tenían una lista de premios de divulgación científica, al que me respondieron mandándome un enlace con información sobre el tema. Sin embargo, el único premio que se ajustaba a lo que estaba buscando era “Ciencia en Acción”, un concurso internacional en el que pueden participar estudiantes, profesores, investigadores y divulgadores cuyo objetivo es presentar la ciencia de una manera atractiva y motivadora. Tengo que señalar que actualmente muchas de las webs están actualizadas, pero a principios del 2016 estas carecían de repercusión y eran bastante rudimentarias, de

hecho, era bastante complicado encontrar información sobre el Premio Luis Freire de Investigación Científica en la Escuela - que se lleva organizando por el ayuntamiento de A Coruña desde 1999 - si no se hacía una búsqueda poniendo el nombre del premio, es decir, había que conocerlo de antemano. Entonces, decidí enviar un correo electrónico a una escuela de la ciudad de A Coruña y a un centro educativo de Santiago de Compostela que constaban en la base de datos del premio “Ciencia en Acción”. Tanto la directora de la escuela, que resultó ser una escuela infantil, como el docente de tecnología del centro de Santiago respondieron rápidamente al email. La respuesta del segundo fue clara, no podía ayudarme: *“Sinto non poder complacerte no que buscas. Estamos nun sistema educativo no que non se ensina a ciencia mediante proxectos. No meu centro, IES (se omite el nombre por confidencialidad), temos bacharelato internacional, no que tódolos alumnos teñen que facer un proxecto de investigación para poder acadar ó título de bacharelato. Isto é o que máis se parece o ensino das ciencias mediante proxectos. En moitos centro educativos os alumnos de Tecnoloxía da ESO soen facer proxectos nos que se empregan os coñecementos da propia materia. No meu centro, como profesor de Tecnoloxía, os alumnos fan un proxecto en 2º de ESO, pero nas súas casas, posto que no centro non temos nin espazo nin materiais para poder levalo a cabo”*. La directora de la escuela infantil – que será nuestra portera¹³ - me ofreció su ayuda y me invitó a la reunión organizativa de la actividad Día da Ciencia na Rúa¹⁴ para presentarme a docentes que trabajaran en el aula con métodos activos, que tenía lugar al día siguiente. Además, me mandó el enlace del premio Luis Freire y el nombre de cinco centros educativos, un IES, un CPI, un CEIP y dos colegios concertados de A Coruña. Le agradecí su ayuda y quedamos media hora antes del comienzo de la reunión en la puerta de la DOMUS, lugar de celebración de la reunión. Ese día recuerdo estar bastante nerviosa, tenía que explicarles a docentes de ciencias de la ESO mi proyecto, y ver si era factible realizarlo, o no, y si era el caso, convencerles para participar. La directora era muy sonriente y amable, fue una situación muy distendida y, para mi sorpresa, afirmaba conocerme, aunque no podía recordar de qué y a mí no me sonaba absolutamente de nada. Tras un

¹³ Aunque normalmente en las instituciones educativas se define al portero como la persona que puede facilitar o impedir el acceso al campo (director, jefe de estudios o el/la docente), sin embargo, cuando el problema no es la entrada física al campo, sino a la información, cualquier persona puede ser el/la portero/portera (Rodríguez, Gil y García, 1996).

¹⁴ Feria que se lleva realizando desde 1996 un sábado del mes de mayo en horario de 11 a 7 en donde el alumnado de centros escolares, públicos y privados de toda Galicia, acercan los conocimientos y procedimientos científicos a los ciudadanos, proponiendo y presentando al público su propio programa de actividades y experimentos.

rato conversando se dio cuenta de que yo era hija de una amiga suya que no veía desde hacía unos años, siendo esta la anécdota que le contaba a los/las docentes cuando me presentaba para facilitar la conversación. Allí conocí a uno de los docentes que me sirvió de gran ayuda para esta andadura, un profesor de la ESO de biología que empleaba metodologías activas de E-A. Se tuvieron diversas reuniones con él para determinar si la realización de esta investigación era viable, o no. Este docente empleaba dichas metodologías activas desde la flipped classroom hasta la ciencia ciudadana- en función de los contenidos y objetivos de la materia, confirmándose la viabilidad del proyecto. Además, por recomendación del docente -que era uno de los ponentes- se asistió a la *Xornada para o fomento das vocacións STEM en Galicia* realizada el 26 de febrero de 2016 y organizada por el Centro Autonómico de Formación e Innovación (CAFI), Telefónica y la Xunta de Galicia. A pesar del elevado número de plazas vacantes, cuando contacté con el CAFI para inscribirme, me comunicaron que, al no ser profesorado en activo, no podía asistir; sin embargo, decidí ir hasta dicha jornada para ver si en el último momento me permitían la asistencia. El docente que había conocido, que al ver que no tenía acceso habló con la organización para que me permitieran la entrada, se convirtió en otro de los porteros de la investigación, ya que en esa reunión conocí a muchos/muchas docentes con las características que estaba buscando y me presentaría a una de las docentes que conformaría uno de los casos objeto de estudio, Rosa.

Allí, conocí a múltiples docentes que trabajan con métodos activos de E-A, corroborando que, pese a su invisibilidad y escaso reconocimiento, existen docentes dispuestos a innovar y mejorar la educación. Así es Rosa, una profesora de tecnología del CPI Ada Lovelace, que junto con otras compañeras pusieron en marcha un club de ciencias y otro de robótica con el objetivo de fomentar las vocaciones STEM. Aunque mi proyecto se encontraba en la fase inicial y esta docente tenía proyectos en el ámbito no formal se decidió considerarla como una de las potenciales candidatas a la investigación con muchos otros docentes cuyos datos personales -centro educativo y email- e información de sus proyectos se guardaron en una agenda para cuando llegara el momento de la selección de los participantes.

Tras haber confirmado la existencia de docentes con dichas características, procedí a la revisión bibliográfica y la elaboración de un robusto marco teórico antes de comenzar el diseño de la investigación y la entrada al campo.

Años más tarde, para poder seleccionar los casos objeto de estudio, asistí, el 20 de abril de 2018, con el objetivo de actualizar la lista de centros y docentes que estaban trabajando las STEM a través de metodologías activas a la STEMLab Galicia¹⁵. Allí, volví a hablar con la profesora del CPI Ada Lovelace, que me invitó a su centro educativo para explicarme con más calma los proyectos que estaba realizando, y conocí a un docente de tecnología de Ortigueira, a uno de biología de Malpica y a Carlos, profesor y director del IES Margaret Hamilton, un centro educativo que había creado una empresa “MakerSchool” con el objetivo de diseñar, imprimir -con una impresora 3D- y vender diversos productos cuyos beneficios se destinaban a la financiación de la empresa y donación a una ONG.

Esta etapa finaliza con las reuniones con los diversos docentes y la visita a sus centros educativos para proceder a la selección de los casos.

4.3.1.1.1 Declaraciones temáticas y preguntas informativas

Las declaraciones temáticas tienen como objetivo facilitar el trabajo de investigación, pues delimitan los temas sobre los que tratará el estudio (Stake, 2010). Siguiendo a Stake (2010) las preguntas informativas – que son la mayor contribución del investigador a la investigación - se infieren de las declaraciones temáticas, y tienen como objetivo guiar la investigación. Asimismo, este autor afirma que en investigación cualitativa los temas aparecen, crecen y mueren.

DECLARACIONES TEMÁTICAS	PREGUNTAS INFORMATIVAS
1º El proceso educativo de las materias científico-tecnológicas seleccionadas	<p>Metodologías de E-A que conforman las clases de tecnología, TIC y programación.</p> <p>Rol del profesorado en el proceso de E-A</p> <p>Influencia del profesorado sobre las actitudes hacia la CyT y materias científico-tecnológicas.</p> <p>Características de las clases de ciencias.</p> <p>Contextualización a la vida del alumnado.</p> <p>Currículum: relación teoría/práctica.</p>

¹⁵ nace con el fin de mostrar el trabajo innovador que están realizando los centros en el ámbito STEM (Xunta de Galicia, 2018).

	Actividades extracurriculares: Club de ciencia y programación.
2º Imagen del trabajo científico.	Epistemología de la ciencia y la tecnología. Visiones distorsionadas de la ciencia y la tecnología. Trinomio CTS. Características de los científicos y científicas. Falta de roles femeninos. Características diferenciadas científicos vs científicas. Binomio vida profesional/vida familiar. Perspectivas laborales del trabajo científico.
3º La elección de materias y estudios científico-tecnológicos.	Utilidad de la CyT a corto y largo plazo. Coste otorgado a cursar materias/estudios superiores científico-tecnológicos. El valor de logro de las alumnas. El valor intrínseco otorgado a las materias científico-tecnológicas: gusto e interés. La influencia de los estereotipos de género sobre las expectativas de éxito. Las expectativas familiares. Las actitudes hacia la ciencia y la tecnología. La identidad personal y social. El autoconcepto de habilidad.

Figura 3. Tabla que recoge las declaraciones temáticas y preguntas informativas de esta investigación. Fuente: Elaboración propia.

Stake (2006) en la investigación con casos individuales denomina a las preguntas de investigación más profundas “issues”, que no son lo mismo que las preguntas informativas recogidas anteriormente. Para esta investigación se formularon los siguientes ISSUES:

ISSUE 1: ¿Cuál es la imagen que tiene el alumnado y, especialmente las alumnas, sobre el trabajo científico del IES Margaret Hamilton y CPI Ada Lovelace?

ISSUE 2: ¿Cuál es la percepción que tienen las alumnas sobre la ciencia, la tecnología y la ciencia escolar de los dos casos seleccionados y su percepción del proceso educativo?

ISSUE 3: ¿Qué actitudes presentan los alumnos y, especialmente las alumnas, hacia la ciencia escolar y materias científico-técnicas en el CPI Ada Lovelace y el IES Margaret Hamilton?

El quintain de la investigación sería determinar la influencia de las metodologías activas de E-A en la percepción, imagen y actitudes hacia la ciencia y la tecnología y la ciencia escolar y determinar las preferencias, valores y experiencias que conforman la base de la elección de estudios teniendo en cuenta la variable género.

4.3.1.1.2 Etapa de diseño

Tras el proceso de reflexión teórica surge el momento de planificar la investigación. Rodríguez, Gil y García (1996) proponen unas orientaciones para el diseño de la investigación: la selección de los/las participantes y el escenario, el establecimiento de las técnicas de recogida de datos y las estrategias y métodos para el análisis de los datos. Flick (2015) señala que el diseño de investigación también debe englobar los criterios y estrategias para la calidad, triangulación. En este sentido, para el diseño de nuestra investigación se han aunado ambas perspectivas.

4.3.1.1.2.1 Criterios de selección

Goetz y Lecompte (1988) plantean dos preguntas que todo/toda investigador/investigadora debe plantearse en el diseño de su investigación: ¿Qué individuos, y cuántos, pueden ser estudiados? ¿Cuándo, dónde y en qué circunstancias se efectuará el estudio?

La segunda pregunta, está relacionada con la elección de una estrategia que designe a quién estudiar, como señalan Goetz y Leompte (1988), es un proceso interactivo que se suele realizar en las fases iniciales de la investigación cualitativa o de campo. En esta investigación, la elección de la estrategia – el estudio de caso múltiple- se realizó en la etapa reflexiva de investigación, mientras que la selección de los casos se ha establecido en esta etapa, coetáneamente a la selección de algunos/algunas participantes, ya que los

casos son dos docentes de la educación secundaria obligatoria. Asimismo, la selección de los/las otros/otras participantes (alumnado) se tuvo que realizar con posterioridad, pues depende de la selección de los casos objeto de estudio.

Las respuestas a las dos preguntas planteadas anteriormente dependen de las estrategias de selección y muestro que considere el/la investigador/investigadora, y determinará el tipo de investigación a realizar. Cabe señalar que a lo largo de toda la investigación se irá reexaminando las consecuencias de la selección y el muestreo, para poder tomar decisiones, y si es necesario, redirigir el proceso de investigación.

Selección de los casos

El estudio de casos no es una investigación de muestras, puesto que su objetivo principal no es la comprensión de otros casos (Stake, 2010), por lo que la selección del caso no procura la representatividad con respecto a los casos posibles, sino que anhela la comprensión del propio caso (Vázquez y Angulo, 2003). Consecuentemente, al ser la finalidad del estudio de caso atender a la particularidad del caso y su potencialidad, su selección dependerá de la oportunidad de aprender que este nos otorgue (Stake, 1994), o sea, debemos elegir el caso que ofrezca las mejores y mayores oportunidades de aprendizaje o el que nos permita aprender en profundidad sobre el/los “issues” – descritos anteriormente - (Vázquez y Angulo, 2003). Stake (2005) establece unos criterios a tener en cuenta a la hora de seleccionar un caso: la facilidad de acceso y/o que permita una mayor dedicación; que exista una alta probabilidad de que se den los procesos, programas, personas e interacciones relacionadas con las preguntas de investigación; poder establecer una buena relación con los/las participantes y que asegure la calidad y credibilidad del estudio. Sin embargo, al ser un estudio multi-caso, la finalidad del estudio de caso deja de ser la comprensión del caso en su peculiaridad, y la importancia pasa a residir en cómo el caso contribuye a comprender el *quintain*. Por lo tanto, a la hora de seleccionar el caso no podemos centrarnos exclusivamente en los criterios propuestos anteriormente, sino que debemos tener en cuenta los propuestos por Stake (2006, p. 23) específicos para los estudios multi-caso:

- ¿Es el caso relevante para el *quintain*?
- ¿Proporcionan los casos diversidad en los contextos?

- ¿Proporcionan los casos buenas oportunidades para aprender sobre la complejidad y los contextos (del fenómeno)?

En conclusión, la selección del caso se puede deber a razones intrínsecas – el interés específico de ese caso- o instrumental (Stake, 2010). Como ya se ha señalado anteriormente, nuestro caso es un estudio multi-caso instrumental ya que el objetivo último es la comprensión del *quintain*. En este sentido, Stake (2010) afirma que en un caso instrumental algunos casos “*servirán mejor que otros*” (p. 17). En este sentido, como se ha señalado en la fase reflexiva, para este estudio multi-caso no nos servía cualquier centro educativo, sino que tenían que tener unas características tan particulares que era necesario determinar, antes de diseñar la investigación, si esos casos existían y si los/las participantes estaban dispuestos/as a colaborar. Así, en esta investigación se han establecido dos criterios de selección, iniciales:

- Docentes de la comunidad autónoma de Galicia de cualquier materia STEM que trabaje con metodologías activas de enseñanza-aprendizaje.
- Las metodologías activas no pueden ser aplicadas en momentos puntuales del proceso de E-A como algún proyecto o experimento, sino que deben formar parte de toda la práctica educativa.

Posteriormente, al determinar que existían docentes con dichas características¹⁶ y dispuestos a participar en la investigación, se procedió a concretar la selección del caso mediante los siguientes requisitos:

- Docentes de la comunidad autónoma de Galicia de la materia de tecnología que trabaje con metodologías activas de enseñanza-aprendizaje; las cuales no pueden ser aplicadas en momentos puntuales del proceso de E-A como algún proyecto o experimento, sino que deben formar parte de toda la práctica educativa.

Se decidió limitar el estudio a la materia de tecnología, por los siguientes motivos: en primer lugar, y aunque, la mayoría de las innovaciones docentes se encontraban en la materia de biología, esta no parece ser el problema en la desafección y la no elección de estudios científicos entre el colectivo femenino, ya que como muestran los datos proporcionados por el MEFP (2018, 2019) las chicas se siguen concentrando en el área de las ciencias de la salud y en carreras como biología. En segundo lugar, por la

¹⁶ El proceso se explica en la fase de reflexión

imposibilidad de encontrar innovaciones en las materias de matemáticas o física y química, aunque ambas presentan problemas de desinterés y desafección del alumnado no se pudo encontrar ningún/ninguna docente que empleara metodologías activas de E-A en sus aulas. Así, se concluyó que tecnología era la materia STEM idónea porque era una materia en la que sí que se encontraron docentes que emplearan dichas metodologías, que según la literatura presentaba problemas afectivos, que incluso, a raíz de las visiones distorsionadas de la ciencia y la tecnología estaba considerada un subproducto de la ciencia y un campo mucho menos prestigioso que la “propia” ciencia, y finalmente, por ser la materia de la ESO con la “más clara” vinculación a los estudios de ingeniería - carreras cuya tasa de matriculación sigue decreciendo (presentando así un gran problema de desafección) y que siguen manteniendo un claro sesgo de género.

Como se ha descrito en la fase reflexiva y tras la visita a los centros educativos que estaban dispuestos a colaborar, se seleccionaron los dos casos objeto de estudio: el caso Carlos y el caso Rosa. Sin embargo, tras realizar algunas visitas al centro – a cuyos equipos directivos se remitió una carta informativa sobre el proyecto de investigación (anexo II documento 1) -, mantener una serie de conversaciones con el/la docente y el proceso de revisión bibliográfica, se procedió a limitar el caso. Así, decidimos que los casos de ambos docentes solo se conformarían por materias de la rama de tecnología de carácter optativo, porque, al ser uno de los objetivos del estudio determinar los factores influyentes en la elección de estudios científico-técnicos era necesario analizar los discursos de alumnos y alumnas que hubieran llevado a cabo dicha elección.

Así, esta investigación se conforma por el caso Carlos, docente y director de un IES de la provincia de Pontevedra que imparte dos materias optativas de 4º de la ESO, TIC y Tecnología; y el Caso Rosa, una docente de un CPI de la provincia de A Coruña que imparte la materia obligatoria de tecnología y dos optativas: programación de 1º de la ESO, la cual conformará uno de nuestros casos, y tecnología de 4º de la ESO.

Selección de los/las informantes

Seleccionar a los/las informantes del estudio no resulta una tarea sencilla (Rodríguez, Gil y García, 1996). De hecho, para Goetz y LeCompte (1988) el éxito o el fracaso de una investigación depende, en gran medida, de la selección de los/las informantes, y esta es una tarea continuada que en la que se ponen en juego diversas estrategias para determinar qué personas, en cada momento del trabajo de campo, aportan la información más

relevante para el estudio (Rodríguez, Gil y García, 1996). Como se ha señalado, existen diversas estrategias para la selección de la muestra, Goetz y LeCompte (1988) diferencian dos grandes grupos: la basada en criterios frente al muestreo aleatorio.

En esta investigación se ha seguido una selección basada en criterios, para Goetz y LeCompte (1988) existen diferentes variantes: la simple y la progresiva. La primera, incluye estrategias que permiten al/la investigador/investigadora localizar a un grupo o escenario inicial (Rodríguez, Gil y García, 1996) y que consiste en establecer un listado con los atributos que la unidad seleccionada debe poseer (Goetz y LeCompte, 1988). Dentro de la selección basada en criterios simple, los autores contemplan las siguientes estrategias: selección exhaustiva, selección por cuotas, selección por redes, selección de casos extremos, casos únicos, casos reputadas, casos ideal-típicos o casos guía y casos comparables. La selección basada en criterios progresiva es una estrategia que está pensada para emplearse en fases posteriores de la investigación como el análisis, generación y elaboración de interpretaciones. En ella, los autores contemplan: la selección de casos negativos, selección de casos discrepantes, muestreo teórico y la selección y comparación de casos para la comprobación de implicaciones teóricas.

Como ya se ha señalado, en esta investigación la selección de los participantes se realizó a través de la estrategia de selección basada en criterios, tanto simple como progresiva. La selección simple, concretamente de casos típico-ideal, se realizó durante el inicio de la investigación, durante la cual se estipularon unos atributos esenciales que debían cumplir los/las participantes para seleccionar los casos objeto de estudio, en este caso docentes. Consecuentemente, algunos de los criterios para la elección de parte de los/las participantes han sido los mismos que para la elección del caso.

La selección del alumnado se llevó a cabo bajo el criterio de aleatoriedad -ya que dentro de las materias que conformaban cada caso no se restringió o seleccionó a ningún alumno/alumna, sino que participó todo el alumnado matriculado en cada materia- y de voluntariedad – no todo el alumnado participó en las diferentes fases de la investigación por no tener el consentimiento de sus familias-. Así, podemos encontrar a lo largo de la investigación alumnos y alumnas que forman parte de la observación y la elaboración de relatos, pero no participan en los grupos de discusión y entrevistas.

Además, el grado de participación de los/las estudiantes en la investigación dependió de manera importante de la asistencia regular al aula; pues había alumnado que presentaba un gran absentismo escolar.

Finalmente cabe destacar que la mayoría de los/las estudiantes presentaban una actitud colaborativa y una disposición muy positiva con la investigación. Aunque al principio, durante las observaciones, estaban más coartados, a medida que iba avanzando la investigación se iban sintiendo más cómodas/cómodos. Esto puede deberse a que, en todo momento, se les explicó el objetivo de la investigación y durante cada estrategia de recogida de datos se les explicó la finalidad, lo que se esperaba de ellos y ellas, y se dejaba un tiempo para la resolución de dudas o preguntas sobre el proceso. Me gustaría señalar que la mayor preocupación del alumnado era el anonimato, pues la mayoría de las preguntas eran relativas a este aspecto. Consecuentemente, se les reiteró que sólo la investigadora tenía acceso a los datos originales de los/las participantes, que tanto para la transcripción, análisis de los datos y redacción del informe final se emplearían pseudónimos que ellos mismos elegirían.

Selección de las fuentes de información

Para ampliar a la información obtenida a través de los propios informantes se emplearon diferentes técnicas de recogida de datos, se emplearon documentos que sirvieron para triangular y complementar dicha información. Así, tenemos el blog utilizado por la profesora de la materia de programación, la legislación curricular que permite determinar el marco general que rige los procesos de enseñanza-aprendizaje, las programaciones didácticas y los relatos del alumnado¹⁷.

Cabe destacar que el empleo de cada fuente de información está debidamente documentada y justificada - en la recogida productiva de datos- con el objetivo de garantizar la credibilidad de la investigación.

4.3.1.1.3 Técnicas de recogida de datos

¹⁷ Explicados en el apartado de documentos y artefactos

4.3.1.1.3.1 Observación

Según Simons (2011) la observación es una herramienta muy útil en el estudio de caso, no solo porque permite observar atentamente un caso sino porque nos permite interpretar lo que se halla a través de otros métodos. Marshall y Rossman (1989 en Kawulich, 2006) la definen como *“la descripción sistemática de eventos, comportamientos y artefactos en el escenario social elegido para ser estudiado”* (p.2) y Angrosino (2012) como *“el acto de percibir las actividades e interrelaciones de las personas en el entorno de campo mediante los cinco sentidos del investigador”* (p.61). Por lo tanto, la observación comienza en el momento que el/la investigador/investigadora accede al campo hasta que se sale de él (Simons, 2011; Angrosino, 2012). Para Rodríguez, Gil y García (1996) la observación permite obtener información sobre un fenómeno tal y como éste se produce, permitiendo al/ a la investigador/investigadora alcanzar su objetivo principal, el mejor entendimiento del caso (Stake, 2010). Así, en nuestra investigación se ha empleado la observación para obtener información acerca de la dinámica grupo-clase, la relación del alumnado con el/la docente y viceversa, la función de las metodologías activas de E-A dentro del aula y su impacto sobre el alumnado.

Simons (2011) señala cinco razones que fundamentan el uso de las observaciones en el estudio de caso:

1. Ayudan a componer una imagen completa del escenario a la que no se puede llegar mediante técnicas orales de recogida de datos.
2. Permite realizar una descripción rica -documentación de incidentes y sucesos observados- que sirve de base para el análisis y la interpretación.
3. Facilitan el descubrimiento de las normas y los valores que forman parte de la cultura o subcultura de una institución o programa.
4. Ofrece la posibilidad de “dar voz” - captar la experiencia- a aquellos/aquellas participantes que se cohiben en las técnicas orales de recogida de datos.
5. Ofrecen un análisis cruzado de los datos obtenidos con otros métodos.

La observación puede clasificarse, según (Gil, 2011) atendiendo a dos de sus elementos más relevantes: la sistematicidad y el grado de participación del observador/observadora. Así, la observación atendiendo a su estructura puede ser sistematizada o no sistematizada

y en función de la interactividad del observador/observadora, participante o no participante (Simons, 2011 y Bisquerra, 2014). En esta investigación se han llevado a cabo observaciones participantes estructuradas o sistemáticas.

La observación participante es de las técnicas más empleadas en investigación cualitativa (Flick, 2004) y se caracteriza por la naturaleza de la participación a ella asociada, ya que los otros elementos -definición del contexto, selección de muestras o estrategias de registro- son los mismos que en las otras modalidades (Rodríguez, Gil y García, 1996). Estos autores definen a la observación participante como *“un método interactivo de recogida de información que requiere una implicación del observador en los acontecimientos o fenómenos que está observando”* (p. 165). Consecuentemente, para Goetz y LeCompte (1988) esta sirve para obtener de los/las participantes sus definiciones de la realidad y los constructos que organizan su mundo, siendo imprescindible para obtener esta información, la participación en la vida social y las actividades que realizan las personas que conforman el caso, y comprender sus reglas, normas de funcionamiento y entender sus modos de comportamiento (Rodríguez, Gil y García, 1996). A pesar de que este tipo de observación se fundamenta en la interacción social - entre el investigador y los individuos objeto de estudio - en el ambiente de los últimos, la recogida de datos se realiza de un modo sistemático y no intrusivo (Taylor y Bogdan, 1992), durante el cual se registra “todo” lo que acontece en contacto con el contexto de observación (Gil, 2011).

Como ya se ha señalado, las observaciones pueden ser no controladas o controladas, las primeras suelen ser muy útiles para determinar el problema de investigación, mientras que las segundas ya parten de un marco previo y de la definición del problema de investigación (Gil, 2011). Como señala el autor, el/la observador/observadora ya ha determinado las categorías que componen el problema, aunque estas pueden ir modulándose y concretándose a medida que avanza la investigación.

Siguiendo a Rodríguez, Gil y García (1996) existen diversas técnicas para el registro de los datos de observación, sistemas categoriales - las listas de control, registro anecdótico, sistema de rasgos, entre otras (Gil, 2011) -, sistemas descriptivos, sistemas narrativos, sistemas tecnológicos. Los sistemas descriptivos pueden conllevar una observación estructurada – si se aluden a conductas, acontecimientos o procesos concretos relacionados con el fenómeno de estudio- o no estructurada – si las cuestiones están definidas de un modo impreciso- (Rodríguez, Gil y García, 1996). Sin embargo, como

señalan estos autores, en muchas ocasiones, en la investigación se emplean ambos enfoques. Esta observación se suele registrar a través de notas de campo, apuntes para recordar la observación realizada para facilitar el estudio y reflexión sobre el problema (Rodríguez, Gil y García, 1996). Siguiendo a estos autores, estas notas pueden incluir dibujos, nombres, frases entrecortadas, palabras clave etc, pero nunca la interpretación del observador. En este sentido, Angrosino (2012) propone una estructuración en lo tocante a las notas de campo. Para el autor, estas deben describir el entorno en particular, en este sentido, para Stake (2010) es necesario describir lo mejor posible el entorno físico -los lugares de acceso, las habitaciones, el paisaje, los vestíbulos, su situación en el plano, la decoración- para facilitar la experiencia al lector y otorgarle la posibilidad de “estar ahí”. Necesitan enumerar a los/las participantes -número, género y edad), deben proporcionar descripciones de los participantes, secuenciar los acontecimientos, describir en detalle el entorno físico y los objetos materiales implicados, describir los comportamientos e interacciones - evitando interpretaciones-, y registrar las conversaciones u otras interacciones verbales lo más literales posibles -para poder permitir al lector “estar allí”-.

Finalmente, debe hacerse hincapié que la observación no es una herramienta neutra, ya que observar implica, en cierta medida, un proceso de filtración (Angrosino, 2012). Como señalan Rodríguez, Gil y García (1996) durante la observación intervienen las percepciones e interpretaciones del/ de la observador/observadora; es decir, este filtra información en base a su sistema perceptivo -metas, prejuicios, marco de referencia y aptitudes- confluyendo notas de campo, en cierta medida interpretativas, que el/la observador/observadora hace de lo observado. En este sentido, Goetz y LeCompte (1988) señalan que estas interpretaciones están influidas por el rol social que asume el/la investigador/investigadora y por las reacciones correspondientes de los/las participantes.

4.3.1.1.3.2 Entrevistas

En el estudio de caso, uno de los objetivos principales es reflejar las múltiples visiones sobre el caso, para ello es imprescindible la búsqueda de las descripciones e interpretaciones que realizan otras personas sobre el fenómeno objeto de estudio (Stake, 2010). Cabe recordar que cada persona, incluido el/la investigador/a, verá el caso de una forma particular, por eso *“mucho de lo que no podemos observar personalmente, otros*

lo han observado o lo están observando” (Stake, 2010, p. 63). Las entrevistas son una de las principales herramientas de recogida de información en este tipo de estudios, para Denzin y Lincoln (2005) es *“el arte de hacer preguntas y escuchar”* (p. 643), mientras que Benney y Hughes (1970 en Taylor y Bogdan, 1992) la denominan *“herramienta de excavar”*, por su capacidad para obtener conocimientos sobre la vida social y captar las diferentes perspectivas de los sujetos que conforman el caso. Así, las entrevistas se convierten en herramientas idóneas para obtener información que resulta inaccesible mediante otras técnicas, ya que, las personas suelen desvelar y representar sentimientos y sucesos inobservados e inobservables durante las entrevistas (Simons, 2011). Kvale (2011) indica que en una entrevista *“el investigador pregunta y escucha lo que las personas mismas cuentan sobre su mundo vivido, sobre sus sueños, temores y esperanzas, oye sus ideas y opiniones en sus propias palabras y aprender sobre su situación escolar y laboral, su vida familiar y social”* (p.23-24). Por lo tanto, puede afirmarse que el objetivo de la entrevista es obtener información sobre acontecimientos vividos y aspectos subjetivos de la persona como creencias, actitudes, opiniones y valores con respecto a la situación estudiada (Bisquera, 2009), construyéndose el conocimiento a través de la interacción del/la entrevistador/entrevistadora con el/la entrevistado/entrevistada (Kvale, 2011). Existen diferentes modalidades de entrevistas, sin embargo, no existe una clasificación única, ya que esta se realiza en base a diferentes criterios. Flick (2015) clasifica las entrevistas en torno al número de participantes, habiendo entrevistas individuales y grupales; mientras que Goetz y LeCompte (1988) las categoriza en función a su estructura: estructuradas, semiestructuradas y no estructuradas. Las entrevistas estructuradas se caracterizan por su rigidez, el/la investigador/investigadora establece previamente una batería de preguntas – cerradas que permitan afirmar, negar o responder de forma concreta- con guion preestablecido, secuenciado y dirigido que el/la entrevistador/entrevistadora no puede modificar durante la entrevista. En las entrevistas semiestructuradas también existe un guion realizado previo a la entrevista, sin embargo, su objetivo es acotar información que se debe obtener. Así, las preguntas son flexibles y abiertas, no necesitan realizarse en el orden preestablecido o formularse si no se considera necesario, permitiendo entrelazar temas y construir un conocimiento holístico de la realidad. Las entrevistas no estructuradas se caracterizan por no tener un guion previo, la entrevista se construye simultáneamente a raíz de las respuestas de los/las entrevistados/entrevistadas.

En esta investigación se han tenido en cuenta las dos clasificaciones expuestas anteriormente, desarrollándose entrevistas individuales semiestructuradas y entrevistas grupales semiestructuradas. Se determinó realizar entrevistas semiestructuradas, por su carácter flexible y abierto, pero conservando un guion que nos ayudara a acotar las preguntas de investigación. En este sentido, Scheele y Groeben (1988 en Flick, 2004) apuntan a que este tipo de entrevistas nos permiten reconstruir teorías subjetivas ya que el/la entrevistado/entrevistada posee unos conocimientos explícitos e inmediatos – que se recuperan de forma inmediata a través de las preguntas, y otros más implícitos que surgen gracias a la apertura de las preguntas. Bisquerra (2009) afirma que existen tres momentos en una entrevista: la preparación, el desarrollo y la valoración. Durante la preparación es necesario determinar los objetivos de la entrevista, identificar quién va a ser entrevistado/entrevistada, formular las preguntas y secuenciarlas, y localizar el lugar para realizar la entrevista. Como señala Angrosino (2012) el/la entrevistador/entrevistadora para sacar el máximo beneficio a esta técnica debe preparar la entrevista revisando todo lo que sabe sobre el asunto e ideando preguntas sobre las que desee saber más. Así, en esta investigación se estableció un guion con preguntas abiertas que surgen de la interrelación de la revisión bibliográfica y las observaciones realizadas en el aula, por ello en los guiones recogen algunas preguntas diferentes para las alumnas y los docentes de cada caso (anexo II, documentos 4, 6, 7 y 9). Durante la realización de la entrevista, Bisquerra (2009) señala que el/la entrevistador/entrevistadora debe crear un clima de confianza que facilite la comunicación y registrar la información de la entrevista – en nuestro caso mediante audio. Finalmente, deben valorarse las decisiones tomadas para la planificación de la entrevista y el desarrollo de esta. Asimismo, Kvale (2011) establece unos criterios de calidad para las entrevistas, concretamente semiestructuradas, pues un análisis del objeto de estudio basado en entrevistas de dudosa calidad puede comprometer toda la investigación:

- Cantidad de respuestas espontáneas, ricas, específicas y pertinentes del/la entrevistado/entrevistada
- Cuanto más cortas sean las preguntas del entrevistador y más largas las respuestas de los sujetos mejor
- El grado en que el/la entrevistador/entrevistadora clarifica o profundiza en los significados de las respuestas obtenidas

- La interpretación de la entrevista durante la realización de la propia entrevista
- La verificación de las respuestas del/la entrevistado/entrevistada durante el curso de la entrevista
- La entrevista “informa por sí misma”, es una historia independiente que apenas requiere explicaciones adicionales.

Ya el propio autor señala que estos criterios son ideales, sin embargo, estos pueden y deben ser orientaciones cuando se emplea la entrevista como una herramienta de recogida de datos.

Actualmente, en la literatura existe una dicotomía en torno a los grupos de discusión y las entrevistas grupales. Algunos autores como Fontana y Frey (2015) o Kvale (2011) emplean los términos entrevista grupal y grupos de discusión indistintamente. Sin embargo, Barbour (2013), Bisquerra (2009), Gil (2011) hacen una distinción entre las entrevistas grupales y los grupos de discusión, siendo la finalidad de la entrevista grupal, al igual que la de la entrevista, realizar preguntas al/la entrevistado/entrevistada. Siguiendo a Fontana y Frey (2015) la entrevista grupal es una técnica fundada en la interrogación sistemática de varios individuos simultáneamente, siendo la única diferencia entre la entrevista y la entrevista grupal el número de entrevistados/entrevistas. Las entrevistas grupales, al igual que las individuales, pueden implementarse de una forma estructurada, semiestructurada o no estructurada (Fontana y Frey, 1998), manteniendo las características de esas tres formas de entrevista. Como señalan Fontana y Frey (1998) las habilidades requeridas para realizar entrevistas grupales no son tan diferentes a las individuales. Finalmente, cabe señalar que, a diferencia de los grupos de discusión, como veremos posteriormente, las entrevistas grupales no tienen como objetivo generar debate entre los/las entrevistadas; sino que consisten en la realización de la misma pregunta a todos/todas las participantes. En este sentido, aunque los/las participantes puedan interactuar o apoyarse en las respuestas de los/las otros/otras entrevistados/entrevistadas no están planteadas con el objetivo de contrastar puntos de vista o generar debates.

Las guías temática de las entrevistas grupales semiestructuradas (anexo II, documento 6 y 9), al igual que las individuales (anexo II, documentos 4 y 7), y a diferencia de las guías de los grupos de discusión (anexo II, documentos 5 y 8), no están divididas por temáticas; ya que su objetivo es contrastar y triangular la información obtenida en los grupos de

discusión y profundizar en las opiniones, creencias, percepciones y experiencias de las chicas en relación con la ciencia y la tecnología y la ciencia y tecnología escolar; siendo para Denzin (1989b en Fontana y Frey, 1998) la triangulación una de las funciones de las entrevistas grupales. Nos gustaría señalar que, en un principio, nos habíamos planteado realizar entrevistas individuales a las alumnas; sin embargo, por impedimento temporal, las materias optativas elegidas tienen muy poca carga lectiva, una de ellas una hora semanal, imposibilitaron realizar entrevistas en profundidad a las alumnas y se optó por llevar a cabo entrevistas grupales semiestructuradas tanto en el caso César como en el caso Reyes. En este sentido, como señala Barbour (2013) el muestreo de segunda etapa, es decir, convocar grupos adicionales puede servir para explorar con más detenimiento ideas desarrolladas durante los primeros debates.

4.3.1.1.3.3 Grupos de discusión

Como ya se ha señalado el límite entre los grupos de discusión y las entrevistas grupales sigue estando difuso en la literatura. Esta investigación se emplean tanto los grupos de discusión como las entrevistas grupales como herramientas de recogida de datos, teniendo, como se ha expuesto, propósitos diferentes. Así, los grupos de discusión, a diferencia de las entrevistas grupales, no tratan de plantear las mismas preguntas a todos/todas los/las participantes para que las respondan sucesivamente, sino que su objetivo es generar interacción entre los/las participantes (Barbour, 2013). Por ello, Bisquerra (2009) los define como *“una discusión cuidadosamente diseñada para obtener las percepciones sobre una particular área de interés”* (p. 343). Barbour (2013) resalta, en su definición, a la interacción como punto clave y esencial de los grupos de discusión: *“cualquier debate de grupo se puede denominar grupo de discusión en la medida en que el investigador estimule activamente la interacción del grupo y esté atento a ella”* (p. 25). Esta interacción, que se fundamenta en la escucha activa, provoca un “choque” de los discursos individuales de los/las participantes, que posteriormente ellos/ellas mismas utilizan para cruzar, contrastar y confrontar sus opiniones, creencias y experiencias; llegando, en ocasiones, a cambiar sus propios puntos de vista o percepciones a lo largo del grupo de discusión (Bisquerra, 2009). Morgan (1988 en Flick, 2004) sitúa la utilidad de los grupos de discusión en la posibilidad de generar hipótesis basadas en las ideas de los/las participantes. En esta línea, Bisquerra (2009) apunta que estos permiten al/la investigador/investigadora identificar regularidades en las opiniones de los/las participantes, mientras que Barbour (2013) destaca a los intercambios, en vez

del resultado del debate, como elemento de construcción de datos valiosos para el/la investigador/investigadora. De hecho, la autora señala que esta técnica de recogida de datos es especialmente útil si el objetivo de la investigación es comparar los temas y los problemas en función de un factor, por ejemplo, el género, ya que será posible determinar diferencias en los argumentos entre los grupos.

Tanto para Barbour (2013) como Bisquerra (2009) esta técnica de recogida de datos demanda una planificación previa, siendo necesario la creación de un guion que oriente los temas de conversación (Bisquerra, 2009). Barbour (2013) subraya la necesidad de emplear una guía temática en los grupos de investigación para provocar y mantener el debate. Para su diseño es necesario que el/la investigador/investigadora se anticipe a lo que puede ocurrir en el debate e imagine las posibles respuestas en la conversación. Además, la autora hace hincapié en el orden de las preguntas en los grupos de discusión, recomendando usar preguntas generales e inofensivas al inicio para facilitar el acceso al tema elegido; es decir, realizar preguntas que permitan a los/las participantes compartir su visión y/o experiencia (Murphy y cols., 1992 en Barbour, 2013). Como se puede observar en el anexo II (documentos 5 y 8) los grupos de discusión están divididos en tres bloques temáticos, uno correspondiente a la materia que están cursando con el/la docente objeto de estudio, la imagen de ciencia y la tecnología, y finalmente, la ciencia y tecnología y el género. Así, como indica la literatura, se ha secuenciado el grupo de discusión de lo concreto a lo más abstracto, comenzando con un bloque cercano a la realidad del alumnado y finalizando con uno que requiere una mayor abstracción. Lo mismo ocurre con las preguntas dentro de cada bloque, al inicio se plantean preguntas más concretas que sean fácilmente reconocibles y respondibles para el alumnado, mientras que al final del bloque se plantean preguntas que requieren una mayor reflexión. Además, cabe señalar que en la guía temática no solo hay preguntas, sino también afirmaciones en torno a temas controvertidos que generen debate entre los/las participantes para poder dilucidar sus opiniones, puntos de vista y creencias.

Otro de los elementos clave en los grupos focales es el moderador, el cual se encarga de guiar a los/las participantes en la discusión y mantenerlos centrados en los temas de interés (Gil, 2011). Gil (2011) también apunta a la necesidad de un encargado de tomar notas que recoja las sensaciones de lo que dijo cada persona y registrar el cambio de temática. En esta investigación, ya que se trata de una tesis doctoral, no fue posible contar con esta figura, sin embargo, gracias a las grabaciones pueden identificarse los cambios

de temática y la moderadora, dentro de lo posible, fue tomando algunas anotaciones sobre reacciones de los/las participantes.

Las preguntas realizadas en los grupos de discusión tienen un carácter abierto, aunque en un primer vistazo el guion pueda parecer muy denso, nos gustaría señalar muchas de las preguntas son contraste o de anticipación, para estimular el debate por si los/las participantes están muy inhibidos. Asimismo, la secuencia de las preguntas no es cerrada, al igual que en las entrevistas semiestructuradas, esta puede ir variando en función de las respuestas de los/las estudiantes o por lo temas traídos a colación. Como indica Murphy y cols. (1992 en Barbour, 2013) *“la guía temática es simplemente una guía flexible y no un protocolo estructurado rígidamente”* (p. 118).

En definitiva, como señala Gil (2011) los grupos de discusión tienen tres capacidades: su facilidad de configuración, la obtención de datos o información a través de dinámicas grupales que no se podrían obtener mediante la entrevista grupal, y su utilidad para conocer en profundidad un tema. Sin embargo, también presentan unas limitaciones: la facilidad de que el/la moderador/moderadora caiga en algún tipo de sesgo, la dominación del debate por algún/alguna miembro del grupo, el tiempo que se necesita para analizar la información obtenida, la imposibilidad de emplear información válida a nivel individual y la incapacidad que tiene la herramienta para extrapolar la información obtenida a otros grupos.

4.3.1.1.3.4 Documentos y artefactos: Los relatos descriptivos

En la investigación con estudio de caso, la entrevista y la observación suelen ser las herramientas de recogida de datos más utilizadas, sin embargo, el análisis de documentos puede aportar mayor profundidad al caso, enriqueciendo el contexto y contribuyendo al análisis de los temas (Simons, 2011). Para Rodríguez, Gil y García (1996) los datos en la investigación cualitativa no son solo informaciones relativas a las interacciones entre los sujetos, sus actividades o la información que proporcionan por iniciativa propia o por requerimiento del investigador, sino también los artefactos – documentos escritos u objetos materiales- que construyen y usan. Simons (2011) considera documento a *“cualquier cosa que se haya escrito o producido relativa al contexto o al escenario”* (p.97). Así, Goetz y LeCompte (1984) señalan que estos pueden ser, o no, estimulados por el investigador. En este sentido, Lincoln y Guba (1985 en Hodder, 1998) hacen una distinción entre documentos -diarios, cartas, notas de campo- y archivos o registros –

contratos, licencias etc.-, siendo los primeros elaborados por razones personales y los segundos por motivos oficiales. Los documentos y artefactos requieren una interpretación más contextual, pues para Hodder (1998) no pueden ser entendidos si se separan de las condiciones en las que se produjeron. Así, Goetz y LeCompte (1988) subrayan la necesidad de comparar los datos obtenidos a través de los documentos y artefactos con las evidencias extraídas de las entrevistas y observaciones, pues, los materiales - documentos y artefactos- deben ser reexaminados en el contexto del que fueron abstraídos.

Sabariego (2001 en Bisquerra 2009) para su investigación de un programa escolar empleó documentos oficiales y materiales elaborados por el alumnado como dibujos, redacciones, trabajos en grupo etc. Mientras Simons (2011) señala que, en ocasiones, el análisis de los documentos políticos relevantes de la unidad mayor puede ayudar a comprender las razones y el contexto de la política, además de cómo esta se implementa en la praxis. Sabariego (2001 en Bisquerra, 2009) apunta a que los materiales son de gran valor por su fuerte contenido subjetivo, pues los documentos escritos pueden ayudar a comprender las creencias y actitudes del/de la escritor/escritora (Simons, 2011).

Como ya se ha señalado anteriormente, en esta investigación se emplearon relatos elaborados por el alumnado sobre la vida de un científico y una científica. Estos últimos se realizaron a partir de la proyección de dos fotos, un científico y una científica, sobre los cuales el alumnado debía narrar su infancia, gustos y vida actual (anexo II, documento 3). Este es un documento elaborado exclusivamente con un propósito investigativo, para facilitar la consecución de uno de los objetivos de este estudio, determinar la imagen y la percepción que tiene el alumnado sobre la ciencia y la tecnología, y consecuentemente de los/las científicas. Este material se fundamenta, como se describe en el segundo capítulo, en la reiterada perpetuación de las visiones distorsionadas sobre la ciencia y la tecnología, que influyen – en cierta medida- en las actitudes hacia las mismas y las vocaciones científicas. En este sentido, actualmente el alumnado sigue manteniendo estas visiones alteradas, agravándose y consolidándose a medida que se escala en sistema educativo (Bogdan, Greca y Orozco, 2018).

Muchos han sido los esfuerzos en investigar estas percepciones entre el alumnado, siendo el más relevante el Draw a Scientist Test (DAST) propuesto por Chambers (1983) cuyo objetivo era que el alumnado dibujara a un científico. Como señalan (Bogdan, Greca y Orozco, 2018) la mayoría de los/las estudiantes retratan a los científicos como varones de

mediana o avanzada edad, con aspecto descuidado, confinados en un laboratorio, rodeados de instrumentos y disoluciones peligrosas. A lo largo de los años este test ha ido siendo adaptado, publicándose nuevas versiones de él como el E-DAST (Enhanced Draw-A-Scientist Test) - que consiste en la realización de tres dibujos para estudiar como varían las concepciones - y el mDAST (modified DAST) en el que el alumnado debe incluir en sus dibujos información sobre la apariencia, lugar de trabajo y actividad. Sin embargo, estos tests en los últimos años han sido criticados y han desatado algunas dudas en relación a su idoneidad para identificar las concepciones que los/las niños/niñas tienen sobre los científicos/científicas, debatiéndose si los estereotipos pueden ser resultado de la poca habilidad artística, si los dibujos reflejan los estereotipos de la sociedad en vez de la propia idea de los/las estudiantes (Bogdan, Greca y Orozco, 2018), o, incluso si puede haber un sesgo por parte de quien los interpreta. Esta última premisa, que fue la que nos llevó a decantarnos por narraciones de los/las alumnos/alumnas se fundamenta en el estudio de Losh, Wilke y Pop (2008) en el cual determinaron que una gran cantidad de representaciones del sexo de los científicos/científicas mostraba un elevado grado de ambigüedad. Además, como muestran Bodgan, Greca y Orozco (2018) las instrucciones que se les proporcionaban al alumnado influían en la elaboración de los dibujos, principalmente en el sexo de los/las científicos/científicas.

Para solventar, en cierta medida, las limitaciones metodológicas expuestas anteriormente, se decidió plantear al alumnado la realización de relatos breves - en los cuales debían describir quién era el científico/científica (se les daba el nombre y el campo de investigación), cómo eran de pequeños y en la actualidad, qué les gusta, qué hacen y cómo es su vida actualmente - a partir de una fotografía de un científico, y posteriormente, de una científica, para dilucidar si los estereotipos y las características otorgadas a los/las científicos/científicas variaba en función del sexo.

4.3.1.1.4 Criterios de calidad de la investigación

Aunque la investigación cualitativa ya está ampliamente reconocida como una metodología de investigación en las disciplinas sociales, aún sigue existiendo debate en torno a su evaluación. La problemática emana, en cierta medida, de la propia naturaleza de la investigación cualitativa, la cual, intenta reconstruir una realidad, desentrañar sus redes de significado y comprenderla (Santos Guerra, 1990 en Sandín, 2003). Sin embargo, como señalan Denzin y Lincoln (1994^a en Sandín, 2003) es imposible aprehender

directamente de la realidad, ya que esta se construye a partir de la aplicación de nuestros esquemas sobre ella. Otra de las críticas recurrentes a este tipo de investigación es lo que Flick (2004) denomina “plausibilización selectiva”, que está estrechamente ligada a la crisis de representación propuesta por Denzin y Lincoln (1994^a en Sandín, 2003) expuesta anteriormente. Como ya se ha señalado, la realidad en investigación cualitativa se construye y, posteriormente se reconstruye a través de las interpretaciones y los resultados presentados en un informe. Este se presenta como un “*entretendido de citas ilustrativas procedentes de entrevistas o protocolos de observación*” (Flick, 2004, p. 235) sin embargo, Bühler-Niederberg (1985 en Flick, 2004) sostiene que la credibilidad de eso no es suficiente, pues quienes investigan presentarán en el informe lo que es representativo empleando los extractos correspondientes, no quedando claro que sucede con las citas que cree que no son tan esclarecedores o incluso resultan contradictorios.

Muchos son los autores que han propuesto diferentes criterios para evaluar el procedimiento y los resultados de la investigación cualitativa; siendo unos más convencionales - tomados de la investigación convencional- como los propuestos por Goetz y LeCompte (1988) y Flick (2004), y otros alternativos – que se han generado desde dentro del propio paradigma cualitativo- como los propuestos por Guba y Lincoln (1985 en Rodríguez, Gil y García, 1996). En esta investigación nos acogeremos a los criterios convencionales – fiabilidad y validez - adoptados por Flick (2004) y Goetz y LeCompte (1988) reformulados y adaptados a la investigación cualitativa.

4.3.1.1.4.1 Validez

La validez hace referencia al “*grado en que los constructos elaborados y las conclusiones de un estudio se corresponden con la realidad*” (Rodríguez, Gil y García, 1996, p.285). En este sentido, los autores señalan que los estudios cualitativos suelen tener un alto grado de validez, para Goetz y LeCompte (1988) debido a las técnicas de recogida y análisis de datos que se emplean; sin embargo, Flick (2014) subraya la dificultad de la aplicación de los conceptos clásicos de validez, principalmente la validez interna. Como apunta el autor, esta se define excluyendo que otras variables - diferentes a las presentes en la hipótesis - precisen lo que se ha observado. Consecuentemente, para determinar la validez interna se deben controlar exhaustivamente las condiciones del contexto, estandarizando lo máximo posible la recogida y análisis de datos (Flick, 2014) yendo en contra de la propia naturaleza de la investigación cualitativa. Así, en la investigación cualitativa se

reformuló el concepto de validez en términos de construcción social del conocimiento, el cual enfatiza la interpretación (Sandín, 2003). En este sentido, Mishler (1990 en Flick, 2004) señala que, en investigación cualitativa, sería más acertado emplear el concepto de validación, entendida como el proceso(s) a través del cual “*evaluamos la “confiabilidad” de observaciones, interpretaciones y generalizaciones comunicadas*” (p. 187). Gibbs (2012) propone la validación del entrevistado, las comparaciones constantes y la triangulación como las técnicas que pueden ayudar a eliminar errores obvios del proceso de investigación y que ayudarán a generar explicaciones ricas. Sin embargo, Denzin (1986 en Flick, 2014) consideran que la triangulación no es una estrategia de validación, sino una alternativa a la misma. Así, en esta investigación, al igual que Denzin consideraremos la triangulación un criterio de calidad externo a la validez.

La validación del entrevistado

Esta hace referencia a los discursos de la entrevista, es decir, si en la entrevista se ha inducido a que los/las entrevistados/entrevistadas construyeran -de manera consciente o inconsciente- un discurso concreto sobre sus experiencias – sesgado – que no se corresponda, parcial o totalmente, con sus opiniones, percepciones o realidad vivida (Flick, 2014). Además, trata de implicar a los/las participantes en el proceso de investigación posterior, es decir, los sujetos del estudio deben corroborar la información de sus declaraciones (Flick, 2014). Para ello, se le entregará a cada participante la transcripción de su entrevista o grupo de discusión por si consideran necesario matizar, cambiar o incluso eliminar alguna información que hayan proporcionado.

Las comparaciones constantes

Gibbs (2012) considera que tanto en el proceso de codificación es necesario establecer comparaciones constantes para comprar los datos tanto dentro de los casos como entre los casos. Estas comparaciones no se deben desarrollar simplemente en el nivel inicial de análisis de los datos, sino que deben emplearse durante todo el periodo, tanto para poder desarrollar explicaciones de los datos como aumentar la riqueza de la descripción. Gibbs (2012) señala que este proceso sirve para comprobar la uniformidad y precisión de la aplicación de los códigos, pues el/la investigador/investigadora debe cerciorarse que los extractos codificados de la misma manera son similares, pero al mismo tiempo debe buscar lo que los diferencia para poder encontrar nuevos códigos; siendo este proceso iterativo. Además, el autor apunta a que durante el proceso de comparación se deben

buscar explícitamente las diferencias y variaciones en lo codificado – según el sexo, la edad, la actitud, el gusto y el interés hacia la ciencia, el tipo de docente y la metodología empleada en el proceso E-A.

4.3.1.1.4.2 Fiabilidad

La fiabilidad consiste en la replicación de los resultados obtenidos a través de los mismos métodos (Goetz y LeCompte, 1988). Sin embargo, las situaciones únicas – como las estudiadas en la investigación cualitativa- no pueden replicadas con exactitud aunque los métodos sean los mismos, principalmente por tres motivos: el primero derivado de la investigación con personas y sobre personas, ya que sus comportamientos pueden no ser idénticos en todos los casos – siguiendo la idea de Heráclito de la imposibilidad de bañarse en el mismo río dos veces”- ; el segundo, relacionado con la incapacidad de duplicar un acontecimiento que sucede naturalmente; y el tercero, inherente al propio proceso de investigación y la naturaleza de sus datos (Goetz y LeCompte, 1988). Para solventar este problema de origen, autores como Flick (2004, 2014) reformulan el concepto hacia una óptica más procedimental, concretamente la transparencia de la producción de datos. Así, Flick (2004) entiende que la fiabilidad de la investigación cualitativa se basa en la calidad del registro y la documentación de los datos, que permitan diferenciar -al/a la lector/lectora - las observaciones o declaraciones de las entrevistas, de las interpretaciones realizadas por el/la investigador/investigadora. Para ello, Flick (2004) propone una serie de directrices para recoger notas de campo, modos de transcripción de las entrevistas y las conversaciones, y también alude a la triangulación “*la evaluación de las categorías desarrolladas en la codificación abierta con otros pasajes*” (p. 238). En este sentido, en esta investigación se muestra en todo momento el origen de los datos - haciéndose referencia a las fuentes de información como a las técnicas mediante las que se recogieron los datos - para garantizar que el/la lector/lectora pueda acceder a los registros en los que se encuentran los datos brutos.

Finalmente, Flick (2014) señala la necesidad de documentar todo el proceso de investigación. Así, en este estudio, se hace referencia a todas las decisiones tomadas por la investigadora y se muestran las diferentes etapas de análisis de los datos.

4.3.1.1.4.3 Triangulación

El concepto de triangulación surge en la década de los 70 cuando Denzin (1970) presentó una sistematización de ella, sin embargo, este procedimiento ya se venía utilizando en la

investigación cualitativa, en la cual se empleaban principios o prácticas de lo que hoy en día denominamos triangulación (Flick, 2014). Este concepto ha ido evolucionando a lo largo de los años, pues en un principio, Denzin (1978) lo definió como *“la combinación de metodologías en el estudio de un mismo fenómeno”* (p. 291). Para el autor, la triangulación permitirá a los/las sociólogos/sociólogas no caer en sesgos personalistas que derivaban de los métodos individuales, superar las deficiencias que emanan de un/una investigador/investigadora, un método o ambos, considera pues, que *“la triangulación de métodos, investigadores, teorías y datos es la estrategia más sólida de construcción de teorías”* (Denzin, 1978, p. 294). Para Denzin (1978) este procedimiento es un intento por asegurar la comprensión profunda del fenómeno que se está estudiando, a través del control cruzado entre diferentes perspectivas – métodos, enfoques teóricos o ambos- (Flick, 2014) y fuentes de datos: personas, instrumentos, documentos o la combinación de estos (Kemmis, 1981 en Pérez-Serrano, 1994).

Denzin (1978) distingue cuatro tipos de triangulación: de datos, de investigadores, de teorías y de método. Por triangulación de datos, Denzin (1978) entiende el uso de diferentes fuentes de datos, que se debe distinguir del uso de diferentes métodos para la producción dichos datos. Así, el autor la triangulación de datos el/la investigador/investigadora puede usar los mismos métodos y sacar el máximo provecho teórico. Para llevar a cabo la triangulación de datos (Denzin, 1970 en Flick, 2014) propone estudiar el mismo fenómeno en diferentes momentos, lugares y con diferentes personas. En este sentido, hemos seleccionado dos casos diferentes, de dos lugares diferentes y compuestos por personas diferentes, así Stake (1998) afirma que la triangulación de las fuentes de datos es *“el esfuerzo por ver si aquello que observamos y de lo que informamos contiene el mismo significado cuando lo encontramos en otras circunstancias”* (p. 98).

La triangulación de investigadores/investigadoras consiste en el empleo de diferentes observadores/observadoras, entrevistadores/entrevistadoras con el objetivo de minimizar las desviaciones o sesgos que pueden producirse por el/la investigador/investigadora per se (Flick, 2004). En este estudio este tipo de triangulación resultó imposible al tratarse de una tesis doctoral, cuya única investigadora es la estudiante.

La triangulación de la teoría consiste en *“acercarse a los datos con múltiples perspectivas e hipótesis”* (Denzin, 1989b en Flick, 2004, p. 244). Esto hace que pocos/pocas investigadores/investigadoras consigan este tipo de triangulación, ya que, normalmente

en la investigación, los datos se recogen en función de las hipótesis establecidas – para refutarlas o validarlas-; sin embargo, este tipo de triangulación propone enfrentar diferentes teorías al mismo cuerpo de datos (Denzin, 1978), impidiendo que los/las investigadores/investigadores se aferren a sus supuestos preliminares e ignoren explicaciones alternativas (Denzin, 1970 en Flick, 2014). Para Denzin (1978) es el método más eficaz de crítica y el que mejor se adapta al método científico (Denzin, 1978) y extiende las posibilidades de producción de conocimiento (Flick, 2004).

Por último, encontramos la triangulación metodológica, siendo la que más atención desata. Denzin (1978) distingue dos tipos: intra-método -dentro del propio método- y entre métodos. En la primera el/la investigador/investigadora coge un método y emplea múltiples estrategias dentro de ese método para examinar los datos. Puede parecer que esta estrategia eliminará cualquier sesgo, sin embargo, el autor señala que, aunque se empleen múltiples variaciones internas los defectos intrínsecos al método permanecen. La segunda, para el autor mucho más satisfactoria, consiste en la combinación de diferentes métodos para medir la misma unidad, o en este caso, estudiar el mismo fenómeno. La justificación de esta estrategia es la complementación de los métodos, es decir, los defectos o debilidades de un método son los puntos fuertes del otro, consiguiéndose la superación de las deficiencias, debilidades o carencias particulares de cada método. Este tipo de triangulación puede adoptar varias formas, pero todas tienen un rasgo característico, la combinación de dos o más estrategias de investigación diferentes en el estudio de las mismas unidades empíricas.

Sin embargo, como señala Denzin (1970 en Stake, 2010) para muchos/muchas investigadores/investigadoras la triangulación se ha convertido en un proceso para la búsqueda de interpretaciones antes que la confirmación de un significado único.

En esta investigación se ha optado por la triangulación metodológica entre métodos, pues los datos han sido recogidos a través de observaciones, grupos de discusión, entrevistas individuales y grupales, conversaciones informales y relatos descriptivos elaborados por los alumnos. Además, también se ha llevado a cabo una triangulación de las fuentes de datos, pues una afirmación será justificada por múltiples participantes como por ejemplo la percepción de la necesidad de tener un gusto innato por la ciencia que repite la mayoría del alumnado en sus relatos, o la habilidad del docente para realizar buenas explicaciones

como un elemento fundamental para fomentar el gusto e interés por una materia que se reitera por el alumnado de ambos casos.

4.3.1.2 Trabajo de campo

Esta etapa comienza cuando el/la investigador/investigadora accede al campo, aunque ya se haya podido tener algún tipo de contacto anteriormente (Rodríguez, Gil y García, 1996), como en nuestro caso, que se asistió a alguna de las clases del/ de la docente para proceder a la selección de los casos.

Rodríguez, Gil y García (1996) establecen una serie de recomendaciones que pueden resultar útiles en esta etapa: paciencia, perspicacia y visión. Morse (1994 en Rodríguez, Gil y García, 1996) destaca la versatilidad como característica fundamental. En este sentido, durante el trabajo de campo intenté ser flexible y paciente tanto con el profesorado y el alumnado -respetando sus tiempos y requerimientos-, adaptarme al escenario de investigación y mantener una relación cercana con el alumnado para establecer una cierta confianza; sin embargo, también intenté ser persistente para poder contrastar y verificar los datos, y meticulosa – intentando ser lo más cuidadosa posible recogiendo, archivando y organizando la información.

4.3.1.2.1 Acceso al campo

Como ya se explicado en la fase reflexiva, ante de comenzar esta andadura era necesario saber si existían docentes con las características que estábamos buscando y su disposición a participar en la investigación. Así, la estancia en el campo empezó con la primera visita a los centros educativos en mayo de 2018, cuando se tuvo la reunión con algunos/algunas docentes, de los/las cuales se seleccionaron dos, que tenía como objetivo seleccionar los casos objeto de estudio. Sin embargo, no se volvió a entrar en el campo hasta casi un año más tarde, el 1 de abril de 2019, cuando se comenzaron a realizar las observaciones en el IES de Meaño. Siguiendo a Rodríguez, Gil y García (1996), el acceso al campo es un proceso que se inicia el primer día en que se entra en el escenario objeto de investigación y termina al finalizar el proceso de recogida de datos, siendo este el 26 de junio de 2019, fecha en la que se realiza la última entrevista, concretamente a la docente que conforma uno de los casos, Rosa. Durante este periodo hubo momentos en el que la investigadora no pudo asistir al campo, bien por factores intrínsecos al aula- exámenes, salidas pedagógicas, o por petición del/la docente, o extrínsecos como días no lectivos. De hecho, la recogida de datos se vio demorada en uno de los grupos del caso Rosa, concretamente

1ºA, porque las salidas escolares estaban programadas normalmente para el jueves por la tarde, coincidiendo con el horario de esta materia.

Así, toda la recogida de datos tuvo lugar en el tercer trimestre, realizándose en abril casi todas las observaciones, y en mayo y junio los grupos de discusión y entrevistas. Como se puede observar en las tablas expuestas posteriormente, la recogida de datos en los dos centros educativos no fue paralela, pues, era imposible poder gestionar una recogida de estas características por la distancia entre los centros. Esta se realizó en primer lugar en el IES Margaret Hamilton, concretamente la recogida de datos en este centro no fue continua, se realizó en tres momentos: a principios de abril se realizaron las observaciones - aunque se tenía cita con la docente del CPI Ada Lovelace para el día uno de abril se decidió posponerla porque el docente del otro centro estableció unas fechas determinadas para la realización de las observaciones-, a finales de abril los relatos y los grupos de discusión, y a mediados de mayo las entrevistas. La recogida de datos en este centro estaba programada para abril, sin embargo, ante la imposibilidad de finalizar todos los grupos de discusión y las entrevistas en ese tiempo, el propio docente y el de religión nos cedieron algunas horas para la realización de las entrevistas y completar el proceso de recogida de datos.

En el CPI Ada Lovelace, se accedió por segunda vez el martes 9 de abril a las 12:00, aunque la reunión con la docente comenzaba a las 12:20, para realizar el vagabundeo – un proceso de conocimiento del campo: conocer quiénes son los participantes, dónde se reúnen, sus características demográficas; que ayuda a construir mapas sobre la disposición física del lugar y describir el contexto de los fenómenos objeto de estudio (Goetz y LeCompte, 1988) -. Este proceso, el vagabundeo, duró varios días, pues como señalan Rodríguez, Gil y García (1996) *“permite un progresivo reconocimiento del marco físico de la institución o comunidad y un acercamiento a las personas que lo comparten”* (p. 110). La recogida de datos en este centro - a diferencia del anterior - fue continuada, se comenzaron a realizar las observaciones el jueves 11 de abril a las 11:30h y terminó con la última entrevista – a la docente – el miércoles 26 de junio a las 14:15h. Cabe señalar, que, gracias a la colaboración de múltiples docentes – que cedieron las dos últimas semanas de curso algunas de sus horas de clase - se pudo finalizar la recogida de datos en dicho curso escolar, pues, debido a las salidas extracurriculares, la prolongación de los grupos de discusión, la asistencia a un congreso y la recogida de datos en el otro centro, dilataron más de lo esperado la recogida productiva de datos.

4.3.1.2.2 Recogida productiva de datos

Para Rodríguez, Gil y García (1996) esta es la etapa más interesante del proceso de investigación, ya que *“la luz, el orden y la comprensión van emergiendo”* (p. 74). Aunque esta etapa se cimienta en lo establecido en el diseño de la investigación - concretamente en los instrumentos de recogida de datos - durante la recogida productiva se seguirán tomando decisiones no sobre los instrumentos, sino también sobre el propio diseño de investigación (Rodríguez, Gil y García, 1996); ya que, en esta fase se inicia - en cierta medida - el análisis de los datos cuyo objetivo - en este momento - es asegurarnos que la información que estamos obteniendo es suficiente y adecuada.

Tras la entrada al campo, y el vagabundeo, se comenzaron a realizar las observaciones participantes en las materias optativas de los docentes que conformaban los casos objeto de estudio. Para Rodríguez, Gil y García (1996) la observación es un proceso deliberado y sistemático que debe estar orientado por una pregunta, propósito o problema que determina: qué se observa, a quién se observa, cómo se observa, cuándo se observa, dónde se observa, cuándo se registran las observaciones y qué observaciones se registran. Simons (2011) apunta a la necesidad de mantener un equilibrio entre una actitud abierta ante lo desconocido - ya que a veces podemos limitarnos a confirmar lo que ya sabemos - y los temas prefigurados, para poder obtener información relevante sobre el objeto de estudio. Mientras que Stake (2010) señala que, para poder entender mejor el caso, se necesita realizar observaciones pertinentes, y para ello es necesario fijarnos en algunos aspectos determinados, elegidos a partir de los temas que conforman el caso. Para poder integrar estas dos visiones, se ha realizado, previamente a las observaciones, una rúbrica de observación que contenía temas o ítems relevantes – extraídos de la revisión de la literatura - para el estudio de caso. Sin embargo, se resolvió no emplear la rúbrica durante la observación para poder mantener una actitud abierta ante lo desconocido (Simons, 2011) optándose por emplear notas de campo – en las cuales se anotaba todo lo que iba sucediendo en el aula-. En este sentido Stake (2010) afirma que, durante la observación, el/la investigador/investigadora *“registra los acontecimientos para poder ofrecer una descripción relativamente incuestionable para posteriores análisis y el informe final”* (p. 61).

A continuación, se exponen los días de realización de las observaciones participantes – con una duración de 50 minutos cada una -.

OBSERVACIONES							
Nombre caso	Materia	Sesión	Día	Fecha	Hora	Código	Código anexo
Caso Carlos	TIC	1 ^a	Lunes	1 de abril 2019	12:35	OBS1-TIC	Anexo III: documento 8
	TEC-4 ^o B	1 ^a	Lunes	1 de abril 2019	13:25	OBS1-TEC-4B	Anexo III: documento 9
	TEC-4 ^o A	1 ^a	Martes	2 de abril 2019	13:30	OBS1-TEC-4A	Anexo III: documento 10
	TEC-4 ^o A	2 ^a	Jueves	4 de abril 2019	9:00	OBS2-TEC-4A	Anexo III: documento 11
	TIC	2 ^a	Viernes	5 de abril 2019	9:00	OBS2-TIC	Anexo III: documento 12
	TEC-4 ^o B	2 ^a	Viernes	5 de abril 2019	9:50	OBS2-TEC-4B	Anexo III: documento 13
Caso Rosa	PROG-1 ^o B	1 ^a	Jueves	11 de abril 2019	11:30	OBS1-PROG-1B	Anexo III: documento 26
	PROG-1 ^o A	1 ^a	Jueves	11 de abril 2019	16:45	OBS1-PROG-1A	Anexo III: documento 27
	PROG-1 ^o B	2 ^a	Jueves	2 de mayo 2019	11:30	OBS2-PROG-1B	Anexo III: documento 28
	PROG-1 ^o A	2 ^a	Jueves	2 de mayo 2019	16:45	OBS2-PROG-1A	Anexo III: documento 29

Figura 4. Tabla que recoge las fechas, horas y códigos de las observaciones realizadas. Fuente: Elaboración propia.

Tras la realización de las observaciones, y antes de la realización de los grupos de discusión, se le pidió al alumnado la realización de dos relatos cortos sobre la vida de un científico y una científica, para poder determinar la imagen que el alumnado tiene sobre los profesionales de la ciencia y la tecnología. Para ello, se proyectó un PPT (anexo II, documento 3) cuya primera diapositiva era un científico joven, Arkaitz Carracedo. Se decidió proyectar la figura de este científico para evitar caer en la imagen estereotipada de los científicos – hombres de mediana o avanzada edad, con aspecto descuidado y realizando experimentos de dudosa moralidad (DeWitt, Archer y Osborne, 2013) -. Además de darles el nombre del científico se les dijo que era un investigador muy prestigioso en su campo – en ningún momento se aludió a su ámbito de estudio -. Así, se les pidió que en aproximadamente 15 minutos hicieran un relato corto sobre la infancia de Arkaitz, sus gustos, sus intereses y su vida actual. Posteriormente, se les proyectó la imagen de una científica – concretamente una tecnóloga – Katie Bouman, una chica joven que había sido el rostro de uno de los hitos de la última década, la fotografiación de un agujero negro, cuyo rostro era conocido para algunos/algunas de los/las estudiantes. Concretamente se les demandó que realizara un relato breve en aproximadamente 5 – 10 minutos de las diferencias entre la vida, gustos e intereses de Katie y Arkaitz. Se decidió pedirles una comparación entre ambos personajes para determinar cuáles son las diferencias, tanto explícitas como tácitas, que el alumnado establece entre un científico y una científica.

Nos gustaría señalar, que, aunque somos conscientes de que estos relatos pueden contener bromas u ocurrencias del alumnado, consideramos que, debido al corto periodo de tiempo que tenían para realizarlo y a la buena voluntad de colaboración de los/las estudiantes, la mayoría de los relatos contienen una representación fehaciente de la imagen que el alumnado tiene de los científicos/científicas. Así, en esta investigación se obtuvieron un total de 66 relatos descriptivos, concretamente 29 en el caso Carlos y 37 en el caso Rosa cuyas claves de codificación pueden consultarse en el anexo I documentos 5 y 6.

<i>RELATOS DESCRIPTIVOS</i>						
Nombre caso	Materia	Número de relatos	Día	Fecha	Hora	Código anexo
Caso Carlos	TEC-4ºB	10	Viernes	25 de abril 2019	9:50	Anexo III: documento 14.
	TEC-4ºA	19	Martes	23 de abril 2019	13:30	
Caso Rosa	PROG-1ºB	23	Jueves	9 de mayo 2019	11:30	Anexo III: documento 30.
	PROG-1ºA	14	Jueves	23 de mayo 2019	16:45	

Figura 5. *Tabla que recoge las fechas, horas y número de los relatos descriptivos realizados. Fuente: Elaboración propia.*

Una vez realizadas los relatos, se comenzaron a llevar a cabo los grupos de discusión, tanto en el IES Margaret Hamilton como en la materia de programación de 1ºB del CPI Ada Lovelace, que se comenzaron en la misma sesión que los relatos. Sin embargo, esto no sucedió con la clase de programación de 1ºA del CPI Ada Lovelace que necesitó la sesión entera para realizar los relatos descriptivos. Cabe destacar que es una clase mucho más compleja, en la que se encuentran alumnos con problemas de aprendizaje y con una alta tasa de fracaso escolar.

Se realizaron grupos de discusión en vez de entrevistas porque como señala Morgan (1988 en Barbour, 2013, p. 59) estos *“son útiles cuando se trata de investigar qué piensan los participantes, pero son excelentes para descubrir por qué los participantes piensan como lo hacen”*. Como nuestro objetivo es dilucidar si las metodologías de E-A inciden en la imagen, percepción y actitudes del alumnado – y concretamente las alumnas - hacia la ciencia y la tecnología, concluimos que los grupos de discusión eran la técnica más adecuada para poder captar las opiniones del alumnado. Además, su componente interactivo nos permite contrastar, cruzar y confrontar las opiniones, creencias y experiencias del alumnado, empelando la perspectiva de género. Como se ha señalado,

anteriormente, para generar y mantener el debate se ha realizado un guion dividido en tres ejes vertebradores - uno correspondiente a la materia que están cursando con el/la docente objeto de estudio, la imagen de ciencia y la tecnología, y finalmente, la elección de estudios de ciencia y tecnología -. La configuración de los grupos de discusión fue aleatoria, es decir, los grupos se iban conformando a medida que el alumnado iba entregando las autorizaciones firmadas por sus familias - la carta informativa sobre la investigación para las familias y la autorización del alumnado puede consultarse en el anexo II documento 2 -. No obstante, cabe señalar que hemos intentado mantener siempre el carácter mixto de los grupos de discusión, sin embargo, en el IES Margaret Hamilton fue una tarea compleja ya que había muchos más alumnos que alumnas, resultando que algunos grupos de discusión estaban conformados por una alumna y cuatro alumnos. El proceso de autorización también influyó en el número de participantes por grupo, así podemos encontrarnos una fluctuación entre 4 y 6 participantes, además de que algunos alumnos y una alumna no participaron en los grupos de discusión porque no fueron autorizados por las familias. La mayoría de los grupos de discusión se desarrollaron en dos sesiones, pues, debido a la falta de tiempo y a la extensión de estos, no se pudo desarrollar cada grupo en una sesión – como se había planificado inicialmente -, sin embargo, siempre se intentó cortar cada grupo de discusión antes de comenzar un bloque temático diferente. En muchas ocasiones, como moderadora, he tenido que guiar a los participantes en la discusión, aunque las preguntas o afirmaciones eran abiertas y el objetivo era generar debate y poder explorar las percepciones, ideas y opiniones del alumnado más allá de un protocolo cerrado de preguntas, a veces me vi en la tesitura de tener que moderar la conversación por la diversificación que esta estaba tomando. Asimismo, también iba planteando nuevos temas o preguntas para contrastar la información que los/las participantes me iban otorgando, por ello, cada grupo de discusión – aunque tienen una estructura similar debido a la guía temática preestablecida – tiene su propia particularidad e idiosincrasia.

GRUPOS DE DISCUSIÓN

Nombre caso	Materia	Sesión	Día	Fecha	Hora	Código	Código anexo
Caso Carlos	TEC-4ºA	1ª	Martes	23 de abril 2019	14:10	GD1-MH-1	Anexo III: documento 2
	TEC-4ºA	2ª	Miércoles	24 de abril 2019	9:50	GD1-MH-2	Anexo III: documento 2
	TEC-4ºA TIC	1ª	Jueves	25 de abril 2019	9:00	GD2-MH	Anexo III: documento 3
	TEC-4ºA TIC	1ª	Viernes	26 de abril 2019	9:00	GD3-MH	Anexo III: documento 4
	TEC-4ºB TIC	1ª	Viernes	26 de abril 2019	9:50	GD4-MH	Anexo III: documento 5
Caso Rosa	PROG-1ºB	1ª	Jueves	9 de mayo 2019	12:05 – 12:30	GD1-AL-1	Anexo III: documento 16
	PROG-1ºB	2ª	Jueves	23 de mayo 2019	11:30 – 11:40	GD1-AL-2	Anexo III: documento 16
	PROG-1ºB	1ª	Jueves	23 de mayo 2019	11:45 – 12:15	GD2-AL-1	Anexo III: documento 17
	PROG-1ºB	2ª	Jueves	30 de mayo 2019	11:30 – 11:50	GD2-AL-2	Anexo III: documento 17
	PROG-1ºB	1ª	Jueves	30 de mayo 2019	11:55 – 12:15	GD3-AL-1	Anexo III: documento 18

PROG-1ºB	2ª	Jueves	6 de junio 2019	11:30 – 11:47	GD3-AL-2	Anexo III: documento 18
PROG-1ºB	1ª	Jueves	6 de junio de 2019	11:55 – 12:20	GD4-AL-1	Anexo III: documento 19
PROG-1ºB	2ª	Jueves	13 de junio de 2019	11:30 – 11:55	GD4-AL-2	Anexo III: documento 19
PROG-1ºA	1ª	Jueves	13 de junio de 2019	12:00 – 12:12	GD5-AL-1	Anexo III: documento 20
PROG-1ºA	2ª	Jueves	13 de junio de 2019	16:45- 17:03	GD5-AL-2	Anexo III: documento 20
PROG-1ºA	1ª	Jueves	13 de junio de 2019	17:05 – 17:25	GD6-AL-1	Anexo III: documento 21
PROG-1ºA	2ª	Jueves	13 de junio de 2019	17:35 – 17:45	GD6-AL-2	Anexo III: documento 21
PROG-1ºA	1ª	Jueves	13 de junio de 2019	17:50 – 18:20	GD7-AL	Anexo III: documento 22

Figura 6. Tabla que recoge las fechas, horas y códigos de los grupos de discusión realizados. Fuente: Elaboración propia.

Una vez finalizadas las observaciones, los relatos y los grupos de discusión se llevaron a cabo las entrevistas, tanto a las alumnas como al profesorado. Como ya se ha señalado, Bisquerra (2009) establece tres tipologías de entrevista en función a su estructura y diseño: la entrevista estructurada, entrevista semiestructurada y no estructurada. Así, en esta investigación se han realizado tres entrevistas semiestructuradas al profesorado – dos al docente del Margaret Hamilton y una a la docente del CPI Ada Lovelace - y cuatro entrevistas grupales a las alumnas participantes en el estudio - tres en el CPI Ada Lovelace y una en el IES Margaret Hamilton -. El objetivo de las entrevistas al profesorado es captar el punto de vista del/la docente sobre la enseñanza de la tecnología y la innovación docente, el declive de las actitudes del alumnado hacia la ciencia y la tecnología, las

experiencias y motivaciones que los llevó a enseñar con metodologías activas de E-A en tecnología y programación, las dificultades que se encuentran para desarrollar estos proyectos, y la problemática en la elección de estudios científico-técnicos, concretamente entre las chicas. Al docente del Margaret Hamilton se le realizaron dos entrevistas con el objetivo de contrastar alguna información que se había extraído de los grupos de discusión, y aclarar o matizar algunas de las respuestas obtenidas en la primera entrevista. Mientras que a la profesora del CPI Ada Lovelace, con la que se tiene una relación más estrecha, a lo largo de la investigación se han ido teniendo conversaciones informales que han ayudado a completar o matizar datos de la entrevista, además de haber realizado una visita al centro y al alumnado participante, además de una segunda entrevista a la docente, tras finalizar el análisis de los datos para llegar a una mejor saturación de los datos y comprender mejor el caso. La finalidad de las entrevistas grupales es esclarecer los factores determinantes en la elección de materias científicas y la promoción de actitudes científicas, concretamente en el caso de las chicas, y contrastar la información obtenida en los grupos de discusión mixtos, ya que en las niñas podían sentirse coartadas y no expresar su opinión o condicionarla en función de las respuestas de sus compañeros.

Todas estas entrevistas se caracterizan por su flexibilidad, aunque se había diseñado una guía con preguntas previas - explicada anteriormente - para obtener información relevante, éstas tenían un carácter abierto, pues daban pie a que el/la entrevistado/entrevistada pudiera matizar sus respuestas o incluso sacar a colación otros temas relevantes para el objeto de estudio. Así, Bisquerra (2009) señala que este tipo de entrevista obliga al/la investigador/investigadora a prestar mucha atención durante la entrevista para poder ir entrelazando temas y construir un conocimiento holístico de la realidad del aula. Para Angrosino (2012) el objetivo de estas preguntas es centrar la conversación. En esta investigación el guion de entrevista tiene un carácter orientador, pues no todas las preguntas se formulaban en el mismo orden, o incluso, en ocasiones, siendo algunas omitidas - porque la información ya había sido obtenida a partir de otras preguntas, o planteándose “segundas preguntas” que iban surgiendo a medida que avanzaba la entrevista que servían para contrastar la información que el/la docente nos va proporcionando, profundizar en determinados temas, matizar algunas de sus opiniones o incluso reafirmar algunas de sus repuestas. Para Kvale (2011) es tan importante el dominio de las técnicas de las entrevistas como la habilidad del/la investigador/investigadora para escuchar activamente lo que dice el/la

entrevistado/entrevistada. De hecho, este autor afirma que *“las decisiones sobre a cuál de las numerosas dimensiones de la respuesta de un sujeto se debe seguir la pista requieren una sensibilidad hacia la relación social de una entrevista y un conocimiento del entrevistador acerca de lo que quiere preguntar”* (Kvale, 2011, p. 91). Bisquerra (2009) también considera esta habilidad un hito importante en las entrevistas, pues señala que si el/la investigador/investigadora no se mantiene en una actitud de escucha activa y se limita a plantear exclusivamente las preguntas predeterminadas puede perder información relevante para el estudio y que le permita avanzar en su investigación.

Como ya se ha venido diciendo, para la realización de las entrevistas se ha establecido una lista de temas o preguntas para su focalización, siendo para Rodríguez, Gil y García (1996) necesario para poder obtener información sobre un determinado problema. Así, Angrosino (2012) señala que, el/la entrevistador/entrevistadora para obtener los máximos resultados etnográficos debe preparar las entrevistas revisando todo lo que sabe sobre el tema e ideando preguntas sobre las que desee saber más. Las preguntas de las entrevistas surgen de la interrelación entre el proceso de revisión teórica y la estancia en el campo, tras haber realizado las observaciones y los grupos de discusión con el alumnado. Consideramos que en esta investigación ha sido imprescindible que las entrevistas se hayan realizado tras la recogida de la mayoría de los datos, no solamente por haber accedido anteriormente a la realidad en la que viven los participantes durante la investigación, sino para plantear una lista de temas relacionados no solo con la literatura, sino con la realidad de aula y las percepciones del alumnado, y subsecuentemente, haber realizado preguntas que permitieran obtener información que plasmara la singularidad de cada uno de los casos. En este sentido Kvale (2011) afirma *“pasar tiempo en el entorno en donde van a hacer las entrevistas proporcionará una introducción a la lengua local, las rutinas diarias y las estructuras de poder, y dará sentido así a aquello de lo que hablan los entrevistados”* (p.66).

Otro de los objetivos principales de las entrevistas era contrastar la información que se iba obteniendo a través de las otras técnicas de recogida de datos, para así poder dar una visión holística de los casos y comprender el fenómeno objeto de estudio.

Finalmente, cabe destacar que todas las entrevistas se realizaron en las instalaciones de los centros educativos dentro del horario lectivo, salvo las realizadas al/la docente que se realizaban en horas libres de docencia, aunque tuvieron lugar en su jornada laboral.

Además, todas las entrevistas, se caracterizaron por un clima relajado y distendido que facilitó un estilo conversacional, a pesar de la lista de preguntas preestablecidas. En este sentido, cuando surgía algún tema de interés para la investigación se permitía alterar la estructura de estas y así poder dar cabida a las opiniones de los participantes y poder obtener información relevante que no se había considerado previamente, facilitando un proceso reflexivo de recogida de datos.

<i>ENTREVISTAS</i>						
Nombre caso	Participantes	Sesión	Día	Fecha	Hora	Código anexo
Caso Carlos	Carlos	1ª	Miércoles	15 de mayo de 2019	13:55 - 14:20	Anexo III: documento 1
	Carlos	2ª	Lunes	17 de junio de 2019	10:10 - 10:15	Anexo III: documento 1
	Entrevista grupal	1ª	Lunes	17 de junio de 2019	13:55 – 14:35	Anexo III: documento 6
Caso Rosa	Rosa	1ª	Miércoles	26 de junio de 2019	13:02 – 14:30 (con parones)	Anexo III: documento 15
	Rosa	2ª	Jueves	21 de enero de 2021	18.00-19.00 (con parones)	Anexo III: documento 15
	Entrevista grupal 1	1ª	Jueves	20 de junio 2019	11:30 – 12:10	Anexo III: documento 23
	Entrevista grupal 2	1ª	Jueves	20 de junio 2019	12:15 – 12:45	Anexo III: documento 24
	Entrevista grupal 3	1ª	Jueves	20 de junio 2019	17:26 – 17:54	Anexo III: documento 25

Figura 7. Tabla que recoge las fechas, horas y códigos de las entrevistas realizadas. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3 Fase analítica

Para Stake (2010) no existe un momento concreto en el que se inicia el análisis de los datos, ya que analizar es dar sentido tanto a las primeras impresiones como a los resúmenes finales. En este sentido, Rodríguez, Gil y García (1996) señalan que a pesar de que esta fase se sitúe a continuación del trabajo de campo, realmente la necesidad de saber si se están obteniendo datos suficientes y adecuados exige que estas dos etapas se superpongan. Así, en nuestra investigación el análisis de datos comenzó con las observaciones, pues estas nos sirvieron para plantear muchas de las preguntas de los grupos de discusión y entrevistas relativas a la configuración de la materia, al proceso de enseñanza-aprendizaje y a las actividades realizadas en el aula. En este sentido, las observaciones y los grupos de discusión nos permitieron adaptar las entrevistas del profesorado a la singularidad de cada caso, incluyéndose preguntas relacionadas con comportamientos observados, y opiniones y percepciones escuchadas. Así, Gibbs (2012) señala que el análisis se puede y se debe comenzar en el campo.

El análisis de datos en la investigación cualitativa es una de las tareas más difícil y compleja del proceso de investigación, que se debe al carácter polisémico de los datos, a su volumen, su naturaleza verbal y su irrepitibilidad (Rodríguez, Gil y García, 1996). Además, no existe una única estrategia o enfoque estandarizado de análisis de datos cualitativos, sin embargo, como apuntan Rodríguez, Gil y García (1996) si es factible determinar una serie de operaciones que conforman el proceso analítico básico: reducción de los datos, disposición y transformación de datos, y obtención de resultados y verificación de conclusiones. En esta investigación seguiremos el proceso de codificación, categorización y análisis de los datos propuesto por Miles y Huberman (1994 en Rodríguez, Gil y García, 1996), para cada estudio de caso, según el cual el análisis de datos pasa por la reducción de los datos, la presentación y la verificación de conclusiones. Así, en la figura 8 se muestra el proceso seguido en nuestra investigación, que para Flick (2015) aunque la codificación y la categorización no es la única forma de analizar los datos, la considera idónea si los datos se derivan de entrevistas, grupos de discusión u observaciones.

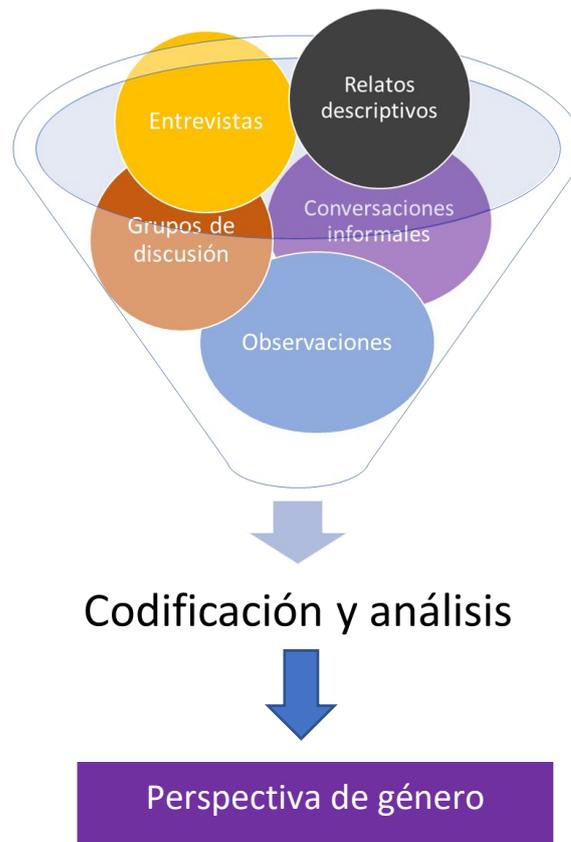


Figura 8. Gráfico que representa el proceso de análisis de datos. Fuente: Elaboración propia.

Como se ha señalado, el primer paso para tratar toda la información obtenida en la investigación es la reducción de los datos, es decir hacer que la información sea manejable y abarcable (Rodríguez, Gil y García, 1996). Para ello, se simplificará y seleccionará la información a través de un proceso con fuerte componente inductivo, empleando la codificación y categorización. Así, el proceso de análisis llevado a cabo en esta investigación se acoge a la teoría fundamentada, pues se *“concentra en la creación de marcos conceptuales o teorías por medio de análisis y conceptualizaciones que parten directamente de los datos”* (Monge, 2015, p. 77). Estas teorías surgen de los datos, y al mismo tiempo son apoyadas en los mismos (Gibbs, 2012); siendo relacionadas con las teorías existentes cuando el análisis de datos concluye (Gibbs, 2012).

Así, en esta investigación se trató de sistematizar y ordenar los datos - obtenidos a través de las entrevistas, grupos de discusión, observaciones, redacciones y conversaciones informales – diferenciando unidades e identificando los elementos de significado que soportan (Rodríguez, Gil y García, 1996) a través de un proceso de codificación abierta

– en la que se lee el texto de forma reflexiva para identificar categorías (Gibbs, 2012)-. Sin embargo, como señala Gibbs (2012) es imposible que el/la investigador/investigadora sea una tabla rasa, sino que se tendrán ideas preliminares que emergen de la revisión teórica y construcción de la investigación sobre las posibles categorías de análisis. Sin embargo, Gibbs (2012) afirma, al igual que muchos autores de la teoría fundamentada, que es necesario intentar dejar a un lado los presupuestos, prejuicios e ideas preconcebidas sobre los fenómenos, e intentar extraer de los datos lo que está sucediendo, no imponer una interpretación basada en teorías ya existentes. Para ello, Rodríguez, Gil y García (1996) señalan que en primer lugar es necesario realizar una segmentación de los datos - en nuestro caso según criterios temáticos- que nos permitan desarrollar una comprensión profunda del texto (Flick, 2004). Esta segmentación consiste en examinar las unidades de datos con el objetivo de identificar en ellas determinados componentes temáticos que nos permitan clasificarlas en una u otra categoría de contenido (Rodríguez, Gil y García, 1996) para posteriormente clasificar las expresiones por sus unidades de significado a las que se les pueda atribuir un concepto – código - (Flick, 2004). El proceso de codificación se realizó utilizando el software de análisis cualitativo de datos MAXQDA. Esto facilitó la organización de los diferentes códigos, la transcripción y comparación de las entrevistas y grupos de discusión, y la búsqueda de patrones. No obstante, a pesar de que el uso de softwares de análisis de datos ha sido considerado por muchos investigadores como un método de análisis en sí mismo, como apunta Gibbs (2014) esta consideración es un error, pues realmente el software realiza el proceso de análisis, sino que lo facilita.

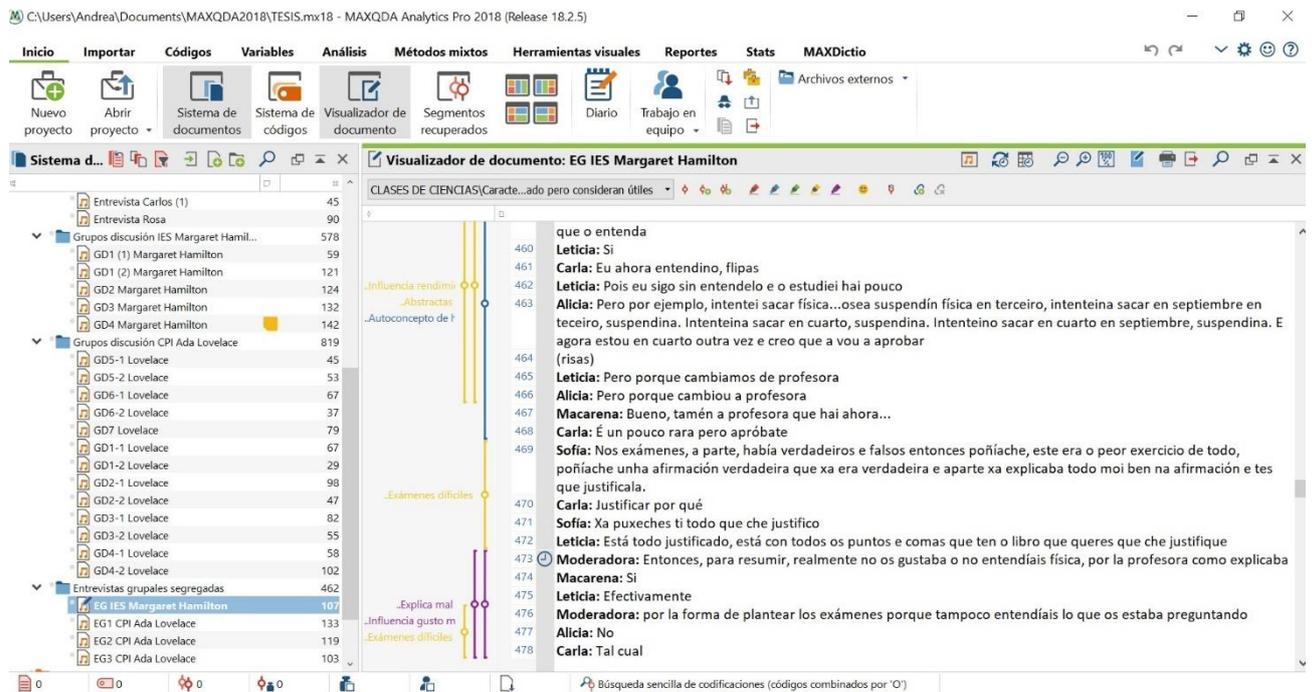


Figura 9. Proceso de codificación con MAXQDA. Fuente: Elaboración propia.

Las categorías, códigos y subcategorías empleadas en el análisis de datos (anexo I documento 7) son de carácter inductivo y deductivo, es decir, algunas han sido establecidas previamente al análisis y emanan de la revisión de la literatura – se encuentran en color azul – mientras que otras se han establecido a medida que se avanzaba en el proceso de codificación de las entrevistas, grupos de discusión, observaciones y relatos descriptivos. Llegados a este momento, me gustaría señalar la diferencia entre categoría y código, pues su límite es difuso. Para Rodríguez, Gil y García (1996) la categorización es el proceso por el cual se clasifican conceptualmente las unidades que son cubiertas por un mismo código, pudiendo ser estas categorías situaciones o contextos, actividades y acontecimientos, métodos y estrategias, opiniones etc. Sin embargo, la codificación es la operación por la cual se le asigna a cada unidad un código propio de la categoría en la que consideramos que debe incluirse. Para Charmaz (2014 en Monge, 2015) un código es “*el enunciado corto que el teórico fundamentado construye para representar un fragmento de los datos. Los códigos clasifican, sintetizan y más significativamente, analizan los datos (...)* Los mejores códigos son cortos, simples, precisos y analíticos. Estos códigos dan cuenta de los datos en términos teóricos, pero a la vez en términos accesibles” (p. 78). Gibbs (2012) señala que los códigos y las categorías interpretan los datos, siendo posible que un documento esté densamente

codificado¹⁸. En este estudio se han creado los códigos a partir de las abreviaturas de las palabras que conforman las categorías y subcategorías. Tras el proceso de codificación abierta, explicado anteriormente, se realizará una codificación axial, en la que se precisarán las categorías y establecerán vínculos entre ellas (Gibbs, 2012). Siguiendo a Flick (2004) la codificación axial sirve para *“clarificar las relaciones entre un fenómeno, sus causas y consecuencias, su contexto y las estrategias de aquellos que están implicados”* (p. 197). En este sentido, consideramos imprescindible en esta investigación realizar este tipo de codificación para dilucidar la correlación entre la imagen, percepción y actitudes hacia la ciencia y la tecnología con la metodología docente y la elección de estudios optativos de esta índole.

Finalmente, cabe concluir que el objetivo de todo este proceso es poder proporcionar una descripción densa del fenómeno objeto de estudio, que Gibbs (2012) define como una descripción que *“demuestra la riqueza de lo que está sucediendo y pone de relieve la manera en que se involucran las intenciones y estrategias de las personas”* (p.23). Además, para Jiménez (2019) la interpretación de los resultados debe recoger la lectura de género que damos a los hallazgos, es decir, debe contener cómo repercute el género como categoría social en los aspectos estudiados, en nuestro caso, en la imagen, percepción y actitudes hacia la ciencia y la tecnología.

4.3.1.4 Fase informativa

El proceso de investigación finaliza con la difusión de los resultados, ya que, el objetivo de toda investigación no es solo comprender el fenómeno objeto de estudio, sino compartir esa comprensión con los demás (Rodríguez, Gil y García, 1996). Como señalan Stake (2010) y Rodríguez, Gil y García (1996) a la hora de construir el informe final se debe tener en cuenta la audiencia a la que va dirigida, el contexto y los intereses. Además, el informe se compartirá no solo con el público en general, sino con los/las participantes de la investigación. Los/las participantes tras haber cedido su tiempo, su espacio, compartido su trabajo y experiencias, ideas, opiniones y creencias, en definitiva, después de haber contribuido a que la investigación fuera posible, en ocasiones, no reciben una retroalimentación de su contribución. Sin embargo, compartir el informe final con los/las participantes supone un medio más de verificación de las conclusiones, pues estos/as nos pueden devolver sus opiniones sobre la propia investigación (Rodríguez, Gil y García,

¹⁸ Según Gibbs (2012) cada parte de un texto tendrá asignado más de un código (p.22).

1996). Por lo tanto, en este estudio, el informe final antes de ser publicado les será devuelto a los/las participantes, no solo porque lo marca la ética de la investigación con relación al respeto a los/las participantes, sino por el respeto y agradecimiento que les debemos. En este sentido, a los dos centros educativos se les han entregado los resultados de la investigación y, en caso Rosa, por petición de la docente y con aprobación del director del centro, se hará una presentación con los resultados del estudio para todo el profesorado.

4.3.1.5 Ética de la investigación

La investigación científica no es intrínsecamente neutra, y los dilemas éticos se agravan en la investigación cualitativa debido a la interacción con personas y escenarios (Rodríguez, Gil y García, 1996). Como se ha visto en este capítulo, los/las investigadores/as tomamos decisiones constantemente sobre el objeto de estudio, desde cómo investigar hasta los procedimientos para obtener la información. El trabajo de campo requiere la inmersión del/la investigador/investigadora en la realidad investigada, incidiendo así en el propio campo y puesto que estable relaciones con las personas e instituciones que investiga y obtiene información que, probablemente muchos de los/las informantes no hubieran revelado de no ser por el grado de confianza generado. Además, realizar un estudio de caso ya es emprender en sí una acción moral, pues implica la toma de decisiones, deliberar y elegir (Vázquez y Angulo, 2003). Los problemas éticos se presentan al investigador o investigadora como dilemas sobre lo que es correcto o no en cada actuación desde el acceso al campo (Vázquez y Angulo, 2003), por lo tanto, resulta fundamental que los/las investigadores/investigadoras tengamos siempre presente que al situarnos en un marco de interacciones sociales con los sujetos que forman el espacio en el que nos introducimos, nuestro trabajo incide, repercute y tiene consecuencias sobre las personas que son objeto de estudio (Vázquez y Angulo, 2003). Por esta razón, es fundamental establecer unos criterios éticos fundamentales para la investigación interpretativa como negociación, colaboración, confidencialidad, imparcialidad, equidad y compromiso con el conocimiento (Vázquez y Angulo, 2003).

Además, en el ámbito educativo, los dilemas éticos se agudizan más, si es posible, tanto porque el/la investigador/investigadora tiene como objetivo entender el significado para los que la llevan a cabo como para los que la reciben y desarrollar teorías que den explicación o resuelvan problemas del quehacer educativo, como por el trabajo con

menores de edad. En este sentido (Spradley, 1979 en Rodríguez, Gil y García, 1996) se plantea algunas preguntas: ¿las familias o docentes deben tener acceso a las notas de campo del/la investigador/investigadora? ¿se debe grabar lo que dice un/una informante o sólo han de tomarse algunas notas por escrito? ¿deben comunicarse a las autoridades educativas los comportamientos ilegales observados en algunos/algunas profesionales? Todo esto requiere que se sigan ciertas consideraciones éticas para proteger los derechos individuales de los/las participantes frente al modo en el que se conduce el estudio, se emplean los resultados o se publican (Rodríguez, Gil y García, 1996). La BERA - British Educational Research Association - en 2018 estableció en 2018 cinco áreas de responsabilidades en el ejercicio de la investigación educativa: responsabilidades con los participantes, responsabilidades con patrocinadores, responsabilidades con la comunidad de investigadores en educación, responsabilidades de publicación y difusión, y responsabilidades con el bienestar de los investigadores y desarrollo (Jiménez, 2019). Mientras que el código ético de la AERA – American Educational Research Association – plantea cinco principios, similares a los recogidos por Vázquez y Angulo (2003) para el estudio de caso: competencia profesional, integridad, responsabilidades profesional, científica y académica, respeto por los derechos de las personas, la dignidad y diversidad y la responsabilidad social (Jiménez, 2019).

No obstante, como apunta Jiménez (2019), la investigación educativa de género tiene una casuística muy concreta y específica porque aunque durante el proceso de investigación se podrán dar situaciones imprevistas cuya respuesta requiera un posicionamiento ético y una reflexión moral, siendo esto no exclusivo de la investigación de género, es cierto que estas investigaciones precisan de un estándar ético más estricto debido a los años de investigación en los que se han tergiversado las realidades de las mujeres (Pérez-Sedeño en Jiménez, 2019). Así, además de los estándares éticos de la investigación cualitativa en la investigación educativa feminista y de género acontecen dilemas éticos muy situados, siendo para Jiménez (2019) dos los dilemas característicos que se deben atajar en términos de microética. El primero se trata de la microética relacionada con la investigación de temas “delicados” y el segundo sobre la microética relacionada con el cuidado.

Así, para poder garantizar el respeto por la dignidad, la integridad de los/las participantes, y en definitiva cumplir el principio fundamental de “no hacer daño” establecido por Simons (2011), entendido como contextualizar las interpretaciones, no explotar la franqueza ni la vulnerabilidad de los/las informantes y no hacer un mal uso de la

información que los/las participantes revelan, se han seguido los procedimientos éticos a nivel institucional como los marcados por Simons (2011) sobre los principios y procedimientos éticos del estudio de caso: el consentimiento informado, la confidencialidad y el anonimato.

Bajo los códigos éticos institucionales, esta tesis doctoral es un trabajo original de investigación sujeto al cumplimiento de los aspectos éticos, legales y normativos estipulados en la Ley Orgánica 4/2007, del 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, del 21 de diciembre, de universidades y sus normas. Se tendrá en consideración especialmente el Real Decreto 99/2011 del 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado, así como los Estatutos de la UDC establecidos en el Decreto 194/2007 del 11 de octubre que modifica el Decreto 101/2004 del 13 de mayo. Teniendo bajo consideración el artículo 35 del Reglamento de estudios doctorales del 17 de julio de 2012, aprobado por el Consejo de Gobierno, existirá un compromiso documental firmado por todas las partes interesadas: personal investigador, directora y tutora de la tesis (en este caso la misma) y comisión académica del programa de doctorado.

Así mismo, esta tesis doctoral se registrará por las normas éticas, legales y normativas estipuladas en la normativa APA 6ª edición (2010), en referencia a la ética en la presentación de los resultados de investigación, plagio y autoplagio, autorización para reeditar o adaptar la obra de otros y derechos de confidencialidad de los participantes en la investigación.

Erickson (1989) considera que un principio básico de la ética de la investigación es que los/las participantes sean bien informados acerca de la finalidad y las actividades de la investigación. En esta línea, nos acogemos a las pautas establecidas en los criterios de evaluación de proyectos y trabajos de investigación aprobados por el Comité de Ética de la Investigación de la UDC el 14 de diciembre (CEID-UDC, 2017), con relación al respeto a las personas participantes:

6.1 Garantizar la dignidad de las personas en el trato que se les dispense

6.2 Garantizar unas condiciones mínimas de seguridad en el desarrollo de la investigación

6.3 Garantizar el bienestar de las personas participantes a lo largo de la investigación

6.4 Garantizar que las personas participantes reciben la información adecuada a sus necesidades, clara, comprensible y suficiente para conocer las características y finalidades de la investigación y para decidir voluntariamente su participación.

6.5 Garantizar que las personas participantes prestan su consentimiento informado para cada una de las finalidades derivadas de la investigación, indicando para que, quien y como debe prestarse el anterior consentimiento e incluyendo la posibilidad de revocarlo en cualquier momento sin sufrir prejuicios.

6.6 Garantizar la confidencialidad de la información (imágenes, datos, voz, etc.) y el respeto de la intimidad de las personas participantes.

6.7 Garantizar la custodia segura y el uso correcto de la información personal obtenida

6.8 Posibilitar el acceso de las personas participantes a los datos que se conozcan a lo largo de la investigación y, en su caso, a los resultados de la investigación referidos a la propia persona.

6.9 Compartir, en su caso, los beneficios derivados de la investigación

Durante la investigación se ha informado a en todo momento sobre todos los aspectos de la investigación y su finalidad, en la dimensión personal se trató al docente y a la docente como compañero y compañera de investigación, más que como sujetos de esta. En todo momento se respetó la vida privada de los/las participantes, dejando a un lado detalles que pertenecen a su vida privada u opiniones y perspectivas sobre la educación que no son objeto de esta investigación. Asimismo, se les han entregado a los/las participantes las transcripciones (anónimas) por si querían matizar o incluso eliminar algunas de sus intervenciones.

4.3.1.5.1 Consentimiento informado

Este código ético implica que los sujetos del estudio tienen derecho a ser informados sobre la naturaleza del estudio, sus consecuencias, siguiendo la estela del principio de la ética kantiana que alega que los humanos tienen que ser tratados como un fin en sí mismos y no como un medio para conseguir algo (Sandín, 2003).

El consentimiento informado consiste en que los/las participantes del estudio deben aceptar voluntariamente su participación en la investigación, tradicionalmente con la firma de un impreso (Simons, 2001), para ello, es imprescindible que se les otorgue una

información completa y abierta sobre el proceso de investigación y su alcance (Sandín, 2003). En esta investigación, en primer lugar, se ha hablado con el profesorado participante para explicarles la naturaleza de la investigación, su fin y los procedimientos para la recogida de datos. Además, se les ha entregado una carta informativa (anexo II, documento 1) firmada por la doctoranda y la directora de tesis para la dirección del centro en la que se explicaban la naturaleza de la investigación, los objetivos y los aspectos éticos y legales de esta, asegurando el anonimato del alumnado, profesorado y centro educativo. En el caso del IES Margaret Hamilton el docente de la materia era el director del centro, el cual alegó que no necesitaba tal escrito, sin embargo, se decidió seguir el procedimiento para asegurar la naturaleza de la investigación y su finalidad.

Eisner (1999 en Sandín, 2003) nos plantea una serie de dilemas en torno al procedimiento del consentimiento informado en el ámbito de la educación porque, normalmente, el alumnado forma parte de un estudio porque la dirección o el/la docente lo ha autorizado. Pero ¿debe saber el alumnado que está siendo observado o que forma parte de una investigación?, ¿a qué edad deberían ser preguntados, si es que deben serlo?, ¿tienen los adultos más derechos que les otorgan más protección que a los/las niños/as? En este sentido, Simons (2011) afirma que, al ser una muestra pequeña, el alumnado debería ser tratado con los mismos preceptos éticos que los adultos: no hacer daño, no mentir, respetar a los sujetos, tratar a las personas con equidad, obtener el consentimiento informado y reconocer el derecho a rectificar o retractarse. En este estudio multi-caso el alumnado fue informado por la investigadora y el/la docente sobre las finalidades de la investigación y su desarrollo- métodos de recogida de datos, desde la observación participante hasta los grupos de discusión- además de explicarles los procedimientos éticos de la investigación. Incluso, se les dio la oportunidad de hacer preguntas o consultar dudas, la duda más expuesta era que si el/la docente iba a tener acceso a la información recogida en los grupos de investigación. Esto me otorgó la oportunidad perfecta para recalcar que todos/as iban a tener acceso a esa información, pero no a través de los audios sino de forma transcrita y con otros nombres- que ellos/ellas mismos/as podían elegir- para conservar el anonimato de las fuentes.

Aunque los dos centros educativos tenían permisos firmados por las familias para la participación del alumnado en actividades de diversa índole, ya que al ser centros con innovación educativa suelen participar en diversos concursos, premios, proyectos, programas etc., se les pidió igualmente a sus familias el consentimiento informado, a

través de una carta informativa (anexo II, documento 2). En esta se explicaba la naturaleza de la investigación, la forma específica de recogida de los datos - grupos de discusión - se les garantizaba el anonimato de sus hijos/as y se les pedía su autorización para la participación en la investigación. Algunas de las familias no dieron su consentimiento y esos/as niños/as no participaron en los grupos de discusión y sólo participaron en las actividades realizadas en el aula – relatos descriptivos – puesto que todos contaban con la autorización previamente mencionada.

Finalmente, me gustaría destacar que se intentó en todo momento respetar, dentro de lo posible, las dinámicas del aula. Para el desarrollo de la investigación el profesorado marcó las sesiones en las que se podían realizar las observaciones y los grupos de discusión para no afectar al transcurso del curso escolar, de las materias y respetar el calendario de exámenes, en el caso del IES de la provincia de Pontevedra. En el centro de Ferrol el desarrollo de la investigación fue mucho más flexible, debido a un fallo en la temporalización- los grupos se demoraron más de lo estipulado y no se tuvieron en cuenta las excursiones programadas, que siempre se realizaban los jueves por la tarde- el profesorado de otras materias se dispuso a colaborar y ceder algunas horas de su docencia para que se pudieran realizar los grupos de discusión segregados.

4.3.1.5.2 Confidencialidad

Otro de los criterios seguidos para garantizar la ética de la investigación es la confidencialidad, para ello se les aseguró a los/las informantes del respeto al deseo de no revelar cualquier tipo información, y garantizando el anonimato de los participantes y de los centros educativos. Así, en esta investigación, tanto en la recogida como en el análisis de los datos se atenderá a Ley Orgánica 15/1999, del 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y al Real Decreto 1720/2007 por el que se aprueba su desarrollo, la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, al Reglamento 2016/679 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, al Protocolo de Protección de Datos emitido por la Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de Abril de 2016 y al Deber de Sigilo enmarcado en la normativa anterior y en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE) parcialmente modificada por la Ley Orgánica 8/2012, del 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). Además, se ha intentado evitar invadir la intimidad de los/las participantes durante, sobre todo, los grupos de

discusión y entrevistas, evitando preguntas de carácter privado o aspectos relacionados con sus familias o trayectorias vitales. Así, en los grupos de discusión, aunque se animaba a participar a todos los sujetos, en ningún momento se obligó o insistió exhaustivamente a responder a ninguna pregunta.

Asimismo, en las grabaciones se ha garantizado una estricta confidencialidad, pues sólo estuvieron, durante todo el proceso de investigación- incluyendo el de transcripción- en manos de la investigadora, para evitar cualquier problema ético. Cabe señalar, que, para respetar el consentimiento informado, las transcripciones fueron devueltas al alumnado y al profesorado para su revisión, conservando el anonimato de los/las participantes – a través de seudónimos que ellos/ellas eligieron de forma personal- por si consideraban necesario matizar o incluso eliminar alguna información.

4.3.1.5.3 Anonimato de los/las participantes

Durante todo el proceso de investigación y en el informe final se ha garantizado el anonimato de los/las participantes. Todas las personas, así como los centros educativos, aparecen identificados mediante seudónimos (Simons, 2011) para garantizar la privacidad, y que los/las participantes no repriman sus explicaciones y comentarios; además de ofrecerles, en cierta medida, protección ante las interpretaciones que los lectores realizarán. Ambos directores no mostraron inconveniente en el uso del nombre de los centros educativos, sin embargo, se ha dispuesto emplear seudónimos porque, como señala Simons (2011), en ocasiones, la dirección o prevé “buenas noticias” o bien no es consciente de las repercusiones que esto puede tener. En esta investigación consideramos vital proteger a los/las participantes, no solo por el hecho de ser menores de edad, sino porque como investigadora no se puede garantizar que los/las lectores/lectoras del caso reaccionen imparcial o sensiblemente, o incluso, que personas del entorno de los sujetos emitan juicios injustos o injustificados o realicen cualquier acción que repercuta en su vida.

INFORME DE INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE LOS DATOS

5.1 Informe del Caso Carlos

5.1.1 Presentación del IES Margaret Hamilton

Carlos es director y docente de tecnología y TIC de las materias de 4º de ESO del IES Margaret Hamilton, un instituto público de educación secundaria situado en la provincia de Pontevedra. La mayoría del alumnado procede de zonas rurales que pertenecen a las parroquias del ayuntamiento en el que se encuentra el centro. Este instituto cuenta con 8 unidades, es decir, 2 unidades por curso en la educación secundaria obligatoria puesto que carece de Bachillerato.

Al centro se accede por el patio principal, un patio amplio y con dos porterías de fútbol. El centro es muy luminoso, tiene muchas cristaleras y una entrada amplia. Al entrar, en el Hall, en donde se encuentra la secretaría hay un mural colgado en un corcho con cadenas de ADN, un proyecto que se titula “Criando dragones”, que consiste en codificación genética. Enfrente a la secretaría hay un rincón con mesas, sofás y puffs que el alumnado puede usar durante el recreo para leer, jugar a juegos o trabajar y unos corchos y estanterías. En uno de los corchos hay noticias en general, como el premio de las letras gallegas, y en el otro, información para el alumnado como los/las admitidos/as para el próximo curso y las ayudas convocadas por la Xunta de Galicia para la enseñanza de idiomas. En la estantería que se encuentra entre los dos sofás hay, diccionarios para que el alumnado pueda hacer tareas durante el recreo en las mesas, folletos informativos sobre Pontevedra, el último número del periódico “O papagaio” de Abraham Carreiro y editado por Edición Moito Conto que trata de temas de ciencia, ecología, arquitectura, banda diseñada, literatura...y un tríptico del V Centenario de Pedro Menéndez con una especie de banda diseñada realizada por el alumnado del centro.

Este centro se caracteriza por no tener timbre, al inicio y fin de cada clase no suena la típica campana que caracteriza a todas las instituciones educativas, sino que suena Black Eye Peace, The Killers, Rozalén...Esta iniciativa es un intento desde la dirección del centro por democratizarlo, pues, al inicio de cada trimestre en cada clase el alumnado propone canciones y las tres más votadas de cada aula son las que formarán parte de la lista de reproducción del timbre durante el trimestre. Aunque el director señala que es una forma muy sencilla y que hay muchas otras cosas que están intentando hacer, considera

que ceder al alumnado la decisión en algo tan sencillo pero relativo al centro es un buen inicio en el camino hacia la democratización de la institución.

El centro está distribuido en dos plantas, plantas con mucha vida, ya que están decoradas con pósteres de diversos trabajos que ha hecho el alumnado, como un mural del Guernica que incluye frases como “la viva imagen de la destrucción” o “una ciudad con un mercado lleno de gente acabó siendo destruido”. En la primera planta, por donde se accede al centro, se encuentra la secretaría, los despachos, la sala de profesores, la conserjería y algunas aulas, entre las que topamos el aula de TIC. Esta aula cuenta 25 ordenadores de sobremesa distribuidos en 5 mesas alargadas que parecen estar diseñadas para albergar ordenadores puesto que cuentan con un buen cableado y conectividad, además de una pantalla digital y algunas tablets para uso personal.

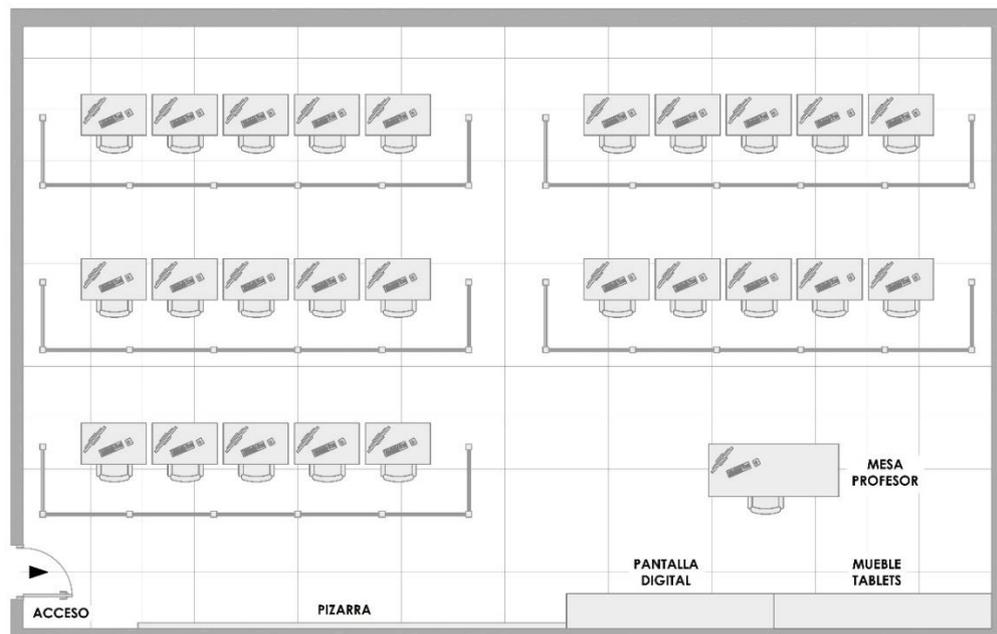


Figura 10. Plano del aula TIC del IES Margaret Hamilton. Fuente: Elaboración propia.

En la planta baja, a la que se accede por unas escaleras o una rampa, nos encontramos como decoración una mesa de té con alimentos típicos de Reino Unido y otras dos mesas con productos típicos de Japón y de India, tienen el mapa del país correspondiente detrás de cada exposición. Esta exposición forma parte del proyecto interdisciplinar de centro, que como veremos, gira en torno a la comida. En esta planta se encuentran algunas aulas, entre la que topamos el aula Maker – en donde se imparte tecnología - y el Espacio Maker. Al bajar por la rampa a mano derecha, antes de acceder al aula de tecnología, se encuentra el rincón Maker, un espacio que está formado por una mesa redonda con sillas y otra mesa más alargada en la que está una impresora 3D. Este rincón Maker proporciona acceso a la impresión 3D a cualquier alumno o alumna del centro, puesto que el alumnado del centro, ayudado y supervisado por el alumnado de 4º de ESO de la materia de tecnología, puede imprimir cualquier pieza en 3D empleando la impresora que se encuentra en el rincón Maker (OBS-G-MH, 4). Consecuentemente, el objetivo principal de este rincón es familiarizar a todo el alumnado del centro con el proceso de impresión 3D y fomentar el interés por la materia de tecnología de 4º de ESO – de carácter optativo y en la que se desarrolla fundamentalmente el proyecto Maker School -.

El aula de proyectos Marker cuenta con una superficie aproximada de 60 m2 que se distribuye en dos zonas: una zona de trabajo cooperativo con 25 puestos y sus respectivos ordenadores portátiles y la zona de taller acondicionada con 6 bancos de trabajo.

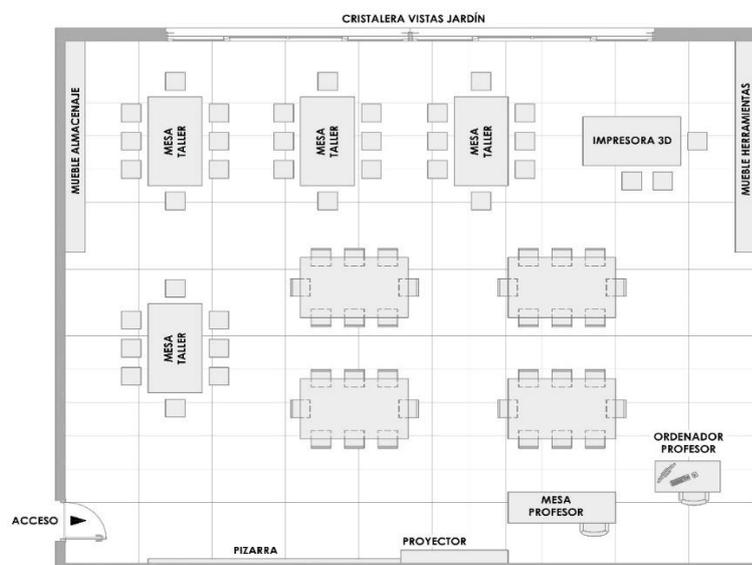


Figura 11. Plano del aula Tecnología IES Margaret Hamilton. Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 TIC y Tecnología: ¿más allá del proyecto Maker School?

Las materias de tecnología y TIC además de desarrollarse el proyecto Maker School, tal y como aparece en la programación realizada por el departamento de tecnología, también incluye otras actividades y prácticas para el aprendizaje de los contenidos curriculares.

En el caso de la materia de TIC, casi todos los contenidos se trabajan con el proyecto Maker School, no obstante, también se realizan otras actividades teórico-prácticas, como se explicita en la programación didáctica del departamento de tecnología, para la adquisición de contenidos relativos al bloque 2 - computadoras, sistemas operativos y redes -, al bloque 3 - organización, diseño y producción de información digital – y al bloque 4 - seguridad informática -.

Como se recoge en la observación OBS2-TIC (3), el alumnado de TIC se encarga de tareas más allá del proyecto Maker School colaborando con el centro en la gestión y edición de las canciones del timbre, colaboran con un docente encargado del programa de radio y Podcast, desarrollan encuestas de satisfacción – con la supervisión del jefe de estudios – de diversa índole, un ejemplo sería las encuestas para que las familias evalúen el servicio de transporte escolar.

En el caso de tecnología se realiza un proyecto sobre una vivienda domótica que tendrán que construir y a partir del cual se trabajarán diferentes contenidos relativos a las instalaciones en la vivienda, electrónica y control y robótica; además de otras actividades teórico-prácticas que incluyen tanto clases magistrales y como lecciones prácticas con electrónica, con Arduino para trabajar también la electrónica y con la simulación FluidSim y su montaje en el taller para el aprendizaje de contenidos relativos a la neumática e hidráulica.

Un ejemplo de estas actividades teórico-prácticas se presenta en la OBS2-TEC-4A, la práctica de las instalaciones. El objetivo de esta práctica es que el alumnado conozca, aprenda y reconozca las instalaciones que hay en una vivienda, para ello, tras una explicación teórica del docente sobre las instalaciones del centro educativo – la explicación se hizo en dos fases una primera en el aula sobre los diferentes tipos de instalaciones y los elementos que las integran y una segunda clase, que no se trata de una clase magistral al uso puesto que el docente recorre con el alumnado todo el centro educativo enseñando, explicando y haciéndole preguntas sobre cada una de las instalaciones que conforman el centro (OBS2-TEC-4A) - y con ayuda de unas fotocopias

que resumen el contenido de la explicación teórica y en donde se explica el trabajo a realizar (OBS1-TEC-4B, 13) tendrán que realizar, por parejas, una presentación PPT o con google presentaciones explicando las instalaciones que se encuentran en su vivienda utilizando fotos, videos y dibujos de la planta y esquemas sobre las instalaciones, y voluntariamente, compararlas con las del centro educativo (OBS1-TEC-4B, 13; OBS2-TEC-4A, 79-81). No se trata solamente de realizar una presentación de su vivienda, sino que tienen que explicar – el docente lo destaca varias veces durante la explicación de la tarea - todas las instalaciones que la integran, no vale solo con mencionarlas (OBS1-TEC-4B, 13). Además, Carlos les recuerda que en las presentaciones que realicen sobre la vivienda no deben utilizar mucho texto, ya que esto dificulta captar la atención de la gente, y les aconseja que lleven un guion de apoyo, pero que no lean excesivamente porque en la rúbrica de evaluación que emplea para la evaluación de la actividad de las instalaciones de la vivienda – evaluación que realiza durante la exposición de los trabajos del alumnado - no tiene el mismo valor leer lo que han preparado para la exposición que exponerlo (OBS1-TEC-4B, 16). En este sentido, como se recoge en la programación, las actividades prácticas que se realicen durante el curso, siendo el trabajo escrito y su defensa oral, una de las actividades prácticas que se recogen en la programación, se valorará: cumplimiento de las especificaciones – antes de realizar el trabajo Carlos le entrega al alumnado una hoja con las especificaciones e instrucciones para la elaboración del trabajo -, originalidad, funcionalidad, economía de materiales, acabado y estética, presentación, contenido, exactitud, expresión gráfica y cálculos, y exposición oral. Creemos que los criterios que se recogen en la programación son bastante genéricos con el objetivo de poder adecuarlos a las especificidades de cada práctica, puesto que, dentro de las actividades prácticas, las cuales se evalúan a través de estos criterios, encontramos desde trabajos escritos, el porfolio, la construcción de circuitos y el manejo de herramientas y máquinas del taller, entre otras.

Para el alumnado esta práctica es uno de elementos que considera más útiles a largo plazo de esta materia (GD1-MH-1, 29 – 43 y 64-76, 90; GD2-MH, 33-36 y 59-63; GD3-MH, 55-60; GD4-MH, 27-39) debido a la conexión con su vida diaria. En este sentido, las alumnas consideran a esta práctica lo más relevante de la materia, puesto que es un conocimiento que creen que van a emplear y serles útil en su vida diaria (EG-MH, 525-545)

Como se puede ver, las metodologías que mencionamos anteriormente, el aprender

haciendo, el aprendizaje autónomo y el aprendizaje cooperativo no se emplea solamente durante el proyecto Maker, sino que también sustenta las clases de tecnología y TIC como veremos posteriormente. No obstante, Carlos también utiliza la metodología tradicional – concretamente la clase magistral – para enseñar contenidos teóricos. Así, Carlos tanto en la materia de tecnología como en la TIC – aunque en menor medida – utiliza diversas metodologías, métodos y herramientas de enseñanza: *“Ehh yo sigo haciendo explicaciones también magistrales, que también las tengo que hacer a veces ¿no? Y sigo haciendo exámenes, lo digo siempre también que parece que no no..., sí también hago exámenes... pero hay parte de las competencias y de los estándares que tenemos que trabajar a lo mejor exclusivamente a través del proyecto o a lo mejor del proyecto y a través de...de exámenes o a través de otra cosa, de otras pruebas”* (ENT1-C, 8). Esto coincide con la percepción del alumnado, puesto que en los grupos de discusión afirman que en esta materia sigue habiendo una parte teórica de cara a los exámenes – tanto orales como escritos – pero siempre vinculada a una práctica (GD1-MH-1, 44 – 63). Aunque también son conscientes de la cantidad de actividades prácticas que realizan, como subraya Alicia: *“Eu creo que tamén influye, en plan, o feito de que non sea todo teoría, sabes, como estamos en tecnología e TIC e divididos en comisións e así, e facendo proyectos non temos que estar sempre cos apuntes e tal dando teoría”* (GD2-MH, 92). Como ha señalado Carlos en uno de los extractos de su entrevista expuestos anteriormente, y como se puede ver en la programación didáctica, el sistema de evaluación de su materia es heterogéneo, utiliza diferentes herramientas para evaluar el aprendizaje del alumnado. Entre dichas herramientas encontramos el porfolio Maker – descrito anteriormente -, el porfolio personal de cada alumno – que en el caso de TIC es una web - que contiene todas las actividades que el alumno/a ha ido haciendo a lo largo de todas las sesiones del trimestre, tanto en el proyecto maker, como salidas, prácticas en el aula o trabajos específicos como el de las instalaciones (OBS1-TEC-4B, 10); observaciones en las que evalúa, a través de rúbricas, la capacidad de gestión y organización, la implicación y la actitud hacia la materia y la resolución autónoma de problemas de cada alumno y alumna (OBS1-TIC, 3), trabajos y actividades evaluables de diversa índole como el trabajo de las instalaciones (PD, 32) y exámenes tanto orales y escritos (PD, 32; GD1-MH-1, 44 – 63), aunque dichos exámenes son solamente en la materia de tecnología (PD, 33; GD2-MH, 24; OBS1-TIC, 3). Además, el docente les proporciona una batería de posibles preguntas para dicho examen (EG-MH, 110-119). Aunque las alumnas, en su entrevista grupal, destacan, al igual que ya subrayó el propio

Carlos en su entrevista (ENT1-C, 40), la dureza de este docente en las correcciones (EG-MH, 110-119). No obstante, Carlos le otorga constantemente feedback al alumnado sobre los portafolios, tanto Maker – como se ha visto anteriormente – y en el personal. Les subraya lo más importante, les repite en diversas ocasiones lo que deben poner en el portafolio, y revisa los portafolios antes de recogerlos (OBS1-TEC-4B; OBS2-TIC, 6-12; OBS1-TEC-4A).

Como breve recapitulación, las materias de tecnología y TIC van más allá del proyecto Maker, puesto que se trabajan algunos contenidos del currículum a través de actividades, prácticas y trabajos no vinculados al proyecto Maker School – como el caso de las instalaciones o las prácticas de electrónica con las placas proacboard -. Siguiendo la programación didáctica en el caso de tecnología, aproximadamente la mitad de las sesiones se dedican a actividades que no están vinculadas al proyecto Maker School, mientras que en TIC el peso del proyecto Maker School es mayor que en tecnología, teniendo una locación temporal de 55 sesiones de 90. Sin embargo, es curioso como las alumnas, a pesar de que TIC tiene una mayor carga horaria dedicada al proyecto Maker School, ellas perciben que la mayor parte del tiempo de la materia de tecnología se dedica al proyecto Maker School, afirmando:

Macarena: Tecnología, xa non é tecnología é MakerSchool

Carla: Tal cual

Leticia: Podían cambiarlle o nome e poñer tecnología alí entre paréntesis, pero moi chiquitito

Macarena: Claro e no resto facemos cousas ...a ver non nos vai servir todo para a vida pero o que se ten que dar... (EG-MH, 480-486).

5.1.3 Las clases de ciencias: ¿Son la metodología de enseñanza y el docente las claves para el fomento de actitudes STEM?

5.1.3.1 Metodología

Hemos visto que en las materias de TIC y tecnología se emplean diferentes metodologías, métodos y técnicas de enseñanza-aprendizaje en función de los contenidos y las necesidades educativas. Casi todas ellas son de carácter activo – aprender haciendo, aprendizaje autónomo y aprendizaje cooperativo -, es decir, en donde el alumnado es el

eje del proceso de enseñanza-aprendizaje y el rol del docente es el de guía; aunque también hay sesiones en las que se invierten los papeles y el docente es el actor principal del proceso transmitiendo su conocimiento a través de clases magistrales.

A pesar de que el porcentaje de clases magistrales o expositivas es mucho menor a lo que se aplica normalmente en las aulas, el alumnado las sigue teniendo muy presente en los grupos de discusión, alegando, en tono de queja, que en esta materia hay teoría. Además, también les cuesta percibir la utilidad de las clases magistrales como forma de acercarlos a los contenidos que van a aplicar en las clases prácticas, aunque si se les invita a la reflexión sí que llegan a percibir la necesidad de las sesiones teóricas para la introducción y acercamiento a los contenidos que trabajarán en las clases prácticas. No obstante, y como parece lógico, el alumnado afirma que con lo que menos aprende es con la teoría – que está dirigida, según ellos, de cara a los exámenes -, el grupo GD1-MH-1 alegan que “chapan” para el examen y luego se les olvida todo. No obstante, cuando se les pregunta directamente si esta teoría tiene relación con la práctica todos y todas alegan que sí (44 – 63). Además, reconoce que, aunque se aprende más cuando se está realizando la práctica, la teoría también es necesaria.

Carla: “una vez lo explicamos levámolo á práctica pero como no momento que vas a hacer a práctica aprendes máis... non sei se me estou explicando”

Moderadora: si si te estás explicando

Carla: (rie)

Moderadora: O sea tú crees que necesitas la teoría un poco pero luego en la práctica es cuando realmente estás aprendiendo la teoría

Pedro: Si

Javier: si, cuando te desenvuelves (GD1-MH-1, 58-63)

El alumnado del GD3-MH también alega que con lo que menos aprende es con la teoría, sin embargo, no se refieren a las clases expositivas en sí mismas, sino a una enseñanza memorística enfocada a la realización de ejercicios tipo para practicar de cara al examen. De hecho, uno de los alumnos señala que lo que le parece útil de las clases expositivas es la realización de esquemas de la teoría, que le facilita el proceso de comprensión de la teoría.

Macarena: *Cando tes que facer todos os exercicios para X día, que vas toda saturada entonces tiras para diante, non te fijas para aprender...por exemplo*

Marcelo: *Eu creo que agora, o que comentei antes das preguntas orales, agora co esquema creo que estudiamos máis porque...para facelo pois tes que mirar o tema antes, antes non nos mandaba ter esquema nin nos obrigaba a facelo entonces era todo chapar chapar e pois...non non...prestas atención, quedaste coa frase pero a veces non sabes o que dice (GD2-MH, 40-50).*

Resulta paradójico que, aunque durante la entrevista o los grupos de discusión las alumnas subrayen la utilidad de ciertos contenidos o actividades realizadas en la materia de tecnología como las instalaciones o las comisiones, cuando se les pregunta que creen que han aprendido con la clase de tecnología alegan que nada, que con la parte práctica sí, pero luego solo ponen ejemplos de como tienen que “chapar” ciertos contenidos teóricos, como el método de proyectos, para el examen.

Macarena: *A do, xa non me acordo nin...*

Leticia: *Método científico*

(risas)

Sofía: *Método de proyectos*

Leticia: *Eso*

Macarena: *E despois de catro anos non me sei nin a primeira*

Carla: *Tal cual*

Macarena: *É imposible, eso é imposible, tes que chapar, chapar, chapar*

Carla: *Ao principio de curso ponche un esquema. Non, este curso tivemos que facelo, tivemos que facelo nós e como esté mal fastidiaste. Chápalo para o exame e ahí ...*

Macarena: *Claro, non é que o teñas que entender, telo que chapar*

Leticia: *Si, porque o tes que poñer igual, igual ao que él o pon*

Alicia: *Pero a min por exemplo en tecnología o que me pasa é que moitísimas cousas, o sea eu para o examen no estudio tanto, porque moitísimas cousas seinas da clase. En plan chego a casa cos apuntes e xa me acordo todo da clase*

Macarena: *Eu non*

Leticia: *Pois ti...debes ser a única*

Macarena: *A min abúrreme*

Leticia: *E que na primeira clase teórica é o que dixo Sofía esas catro liñas estaslle atendendo pero mañá cando chegues e se volva a poñer coas mesmas catro liñas...pois aos cinco segundos durmíche, entonces o que dea olvídate...* (EG-MH, 502 – 524).

Esto nos hace reflexionar sobre si la materia tiene una carga teórica más elevada de lo que realmente parece, si las alumnas – en este caso – solo perciben la parte teórica y obvian toda la parte práctica a la hora de evaluar la materia, o si las alumnas ya presentan actitudes negativas hacia la tecnología – pues tres de ellas la tienen obligatoria debido a la organización escolar – y no son capaces de percibir la parte práctica de dicha materia. Desde nuestro punto de vista, esta percepción teórica de la materia tiene que ver con que en el primer trimestre se empleó mayormente una metodología expositiva – con algunas actividades prácticas como la de las placas electrónicas y Arduino – y con la descontextualización de los contenidos (GD4-MH, 210 - 252):

Moderadora: *¿La forma de dar las clases?*

Xurxo: *Tamén*

Moderadora: *¿Tampoco te gusta? ¿o si?*

(...)

Moderadora: *Pero la forma de darla...por ejemplo te pongo dos supuestos...*

Xurxo: *El dar da bien la clase lo malo es que yo no lo puedo entender, que es eso*

Moderadora: *Vale, te gustaría si fuera una clase más de explicar de blablalba como hay otras ...*

Xurxo: *No más de explicar, más práctica*

Moderadora: *¿Consideráis que no es práctica tecnología?*

Álvaro: *A ver...solo*

Xurxo: *Hay más teoría que práctica*

Alfonso: *Mitad mitad*

Leticia: *Foi...foi un pouco estraño porque o primeiro trimestre foi todo de teoría, todo teoría*

Xurxo: *Si*

Leticia: *No segundo trimestre empezou con teoría e a finales do segundo trimestre empezou a facer práctica e agora de vez en cuando unha semana diche bueno pois hoxe clase magistral*

Moderadora: *Vale*

Leticia: *É bueno...como non sei...*

Moderadora: *A qué llamáis todo teórico en el primer trimestre*

Alfonso: *Que da...*

Leticia: *Que foi todo tema*

Álvaro: *Intentó avanzar todos los temas que había en el año para después dejarlo todo para práctica*

Xurxo: *Claro que eso...*

Leticia: *Claro, dixo pois neste trimestre vamos a dar cantos temas posibles haxa e foi así, todo a gas, para diante e claro...*

Moderadora: *Y consideráis que es mejor que los hubiera repartido*

Xurxo: *Claro*

Leticia: *Si*

Moderadora: *a lo largo del curso*

Leticia: *Por ejemplo, agora para este trimestre hai un tema e medio que explicar, e no primeriro houbo catro ou cinco*

Xurxo: *Si*

Alfonso: *Si*

Leticia: *Entonces foi un pouco, amontonou todo no primeiro e despois quedámonos...si houbera repartido máis*

Xurxo: *Si*

Leticia: *sería máis cómodo... (GD4-MH, 210 – 252).*

Con esto no queremos decir que la carga teórica de la materia sea demasiado elevada, sino que queremos plantear una reflexión sobre la percepción de practicidad de la materia. Para el alumnado que una materia sea práctica no se relaciona tanto con el peso de la teoría, es decir, si en la materia se dan muchos contenidos teóricos, sino que se vincula con la contextualización de la teoría y ponerla en práctica, puesto que, cuando el alumnado percibe que los contenidos están contextualizados en su vida diaria, perciben la practicidad de las clases, como la “práctica de las instalaciones” que la consideran muy útil a pesar de haber sido una clase eminentemente magistral con un trabajo práctico posterior (OBS2-TEC-4A). Así, si consideran que los contenidos están descontextualizados de su vida diaria – como sería el estudio del método de proyectos – consideran que la materia es meramente teórica. Esto también se refleja en un extracto de un grupo de discusión (GD1-MH-1, 29 - 43) en la que hablamos de las prácticas como

elemento con el que más aprenden en la materia. Cuando se les pregunta que práctica, refiriéndonos a los contenidos, un alumno alega con contenidos prácticos no teóricos, como si detrás de la práctica no hubiera una teoría, lo que reproduce una de las visiones distorsionadas de la ciencia y la tecnología y que nos hace pensar que el alumnado asocia la práctica con la contextualización.

Moderadora: Toda la práctica, y...¿trabajos más relacionados con qué?

Javier: a ver con temas que puede que nos interesen en general a todos...no ... a ver... no temas teóricos, temas más prácticos

Sofía: Si, que a teoría aprendela para o exame e despois...

Moderadora: ¿Tú?

Luis: ehh.....

No obstante, las alumnas en el grupo de discusión afirman que no les gustan las clases teóricas del docente no por ser teóricas, sino por cómo imparte dicha clase y explica la teoría. Alegan que la desglosa demasiado y va muy despacio lo que les acaba resultando un tanto repetitivo. Ponen de ejemplo como clase teórica que les gustaba la de la profesora de tecnología del año pasado, que a pesar de ser una clase teórica era más dinámica que las de Carlos, pues empleaba elementos como juegos o tarjetas para motivar al alumnado

Moderadora: Y algo específico de forma de dar clase que os guste

Sofía: Bueno si, a forma de dar tamén a teoría é super distinta, con ela nun día dábala, entendíala e xa estaba, con Carlos é como...porque aparte Carlos é como hoxe les este trozo pequeno pero ao día seguinte volve a leer este trozo e unha liña

Macarena: Este trozo e aumenta un pouquiño. Entonces tardamos dúas semanas

Sofía: Entonces tes que leer esas catro liña e unha liña máis, é como...porfavor...

Moderadora: Ella que era ¿más dinámica?

Sofía: Si

Macarena: Si

Carla: A parte dos exámenes orales que facía coas tarjetas

Macarena: Ahh si o kahoot

Sofía: Si, eran como tarjetitas que tiñan unha forma, dun lado tiñan unha forma giraba doutra, collía o móvil, bueno poñía a pregunta no encerado, e ti tiñas tres ou catro movendo a tarjeta e pasaba o móbil e íballe aparencendo as respostas de todos

Macarena: *Si, era moi divertido (EG-MH, 332-342).*

El interés y las actitudes del alumnado hacia una asignatura van a depender, en cierta medida, del tipo de metodología de enseñanza que se emplee

Alicia: *Eu creo que tamén influye, en plan, o feito de que non sea todo teoría, sabes, como estamos en tecnología e TIC e divididos en comisións e así, e facendo proyectos non temos que estar sempre cos apuntes e tal dando teoría*

Pepe: *Eu opino o mesmo (GD2-MH, 90 – 93)*

De hecho, para Carlos, la metodología es uno de los principales problemas en la enseñanza de la ciencia y la tecnología

Hombre yo creo que ahí influye mucho eh eh igual ser autocrítico en esto, cómo explicamos las ciencias. La didáctica que hacemos en las ciencias, en las escuelas y en los institutos, yo creo que no es la más adecuada. Yo soy físico de formación y la física que a mí me dieron y la física que yo di, cuando yo daba física o la tecnología cuando la empecé a dar, pues claro no ayuda a que los chavales se enganchen a eso. Tampoco sé si ayuda la literatura, quiero decir, no lo sé, pero tampoco... realmente no lo sé, habría que pensarlo. Pero bueno yo creo que las ciencias, la didáctica que hacemos de las ciencias, no ayuda a que los alumnos se enganchen a ellas, es decir, la didáctica yo creo que...no sé, me voy a permitir la licencia, muy antigua. (ENT1-C, 56).

A pesar de que el alumnado es muy reticente al aprendizaje memorístico asociado a la metodología tradicional de enseñanza, muchas de sus materias favoritas emplean esa metodología (GD1-MH-2, 7-19;.GD2-MH, 136-150; GD3-MH, 134-138). Pues la mayoría consideran que el rasgo distintivo de la materia de tecnología es la metodología activa que la fundamenta

Pepe: *Pois eu creo que en eso é no que máis se diferencian, por exemplo, tecnología co resto de todas as asignaturas eh na forma de explicala e facer traballos creo que é a máis diferente. O sea, gústame a forma que se explica tecnología que o resto de asignaturas*

Ramón: *Si (GD2-MH, 146 – 150).*

----- // -----

Moderadora: Vale, y ¿qué hace a la ciencia y a la tecnología diferente a otras disciplinas?

Hugo: ¿A qué otras disciplinas?

Moderadora: A otras que no son ciencia y tecnología...por ejemplo geografía, historia, lengua...mm...educación, derecho...

Macarena: Que é máis práctico dentro do que cabe...

Marcelo: Eu o que é no contorno da clase e máis, un pouco máis, movido o sea...que non te paras tanto no mesmo, que non tes que estar así atendendo todo o tempo, por exemplo en matemáticas tes que estar facendo exercicios para mellorar, en sociais e por exemplo atender, atender, atender e así todo o rato (GD3-MH, 264 – 268).

Así, el alumnado defiende que con lo que más aprende en la materia de tecnología es con la práctica, es decir, con las actividades en la que ponen en práctica la teoría aprendida (GD2-MH, 90 – 93).

Moderadora: Vale, ¿con lo que más aprendéis, que es, qué cosa de tecnología es con la más estáis aprendiendo?

Carla: Con la práctica

Pedro: Si

Javier: Si, haciendo actividades

Moderadora: ¿Por ejemplo?

Pedro: Prácticas de electricidad que fixemos nas placas e así

Javier: Ahora con el tema de la impresora y el software y así estamos aprendiendo bastante

Pedro: Ou co traballo que temos que facer agora das instalacións na casa

Moderadora: ¿Vosotras qué pensais?

Sofía: Coas impresoras e os traballos, a práctica toda. (GD1-MH-1, 29 – 43).

Con práctica el alumnado se refiere al aprender haciendo, tanto con las actividades o trabajos fuera del proyecto Maker School, como las instalaciones o las placas electrónicas, o con el proyecto Maker School y el trabajo en las comisiones, aunque como

se ha visto anteriormente esto va a depender en gran medida de la comisión -.

Moderadora: *Y tecnología, en ese sentido, ¿es más práctica que física y química?*

Todos/as: *(silencio)*

Moderadora: *o sea ¿véis más la aplicación?*

Álvaro: *mmmm depende porque en la práctica son totalmente diferentes*

Xurxo: *Si*

Alfonso: *Si*

Álvaro: *porque práctica puede ser hacer un ejercicio y ya estás haciendo las prácticas en física, en tecnología no, en tecnología tienes que ponerte con el artilugio o artefacto lo que tengas que hacerlo, entonces no se comparan, no...*

Leticia: *Para min nese caso son totalmente diferentes*

Álvaro: *Es como biología, no se compara con física porque en biología tienes que estar fuera, sino no haces nada, entonces...son totalmente diferentes*

Además, de considerarla una materia práctica, el alumnado también considera que es útil y, sobre todo, contextualizada a su vida diaria, al contrario que muchas de las otras materias del instituto (GD1-MH-1, 145-167; GD2-MH, 351 – 360; GD3-MH, 269-296; GD4-MH, 427-438).

Moderadora: *Vale, si las comparais con ciencia y tecnología en ¿qué medida son diferentes? ¿Cómo o en qué creéis que son diferentes las que más os gustan con tecnología?*

Pedro: *Son clases diferentes na maneira de darse... eh... aquí hai unha parte práctica sempre aplicada a vida real, en historia xa é imposible facer eso. Matemáticas bueno...traballamos bastante en grupos e tal, parécese bastante pero historia non hai relación.*

Javier: *Bueno bioloxía sempre...non son traballos que podas aplicar á vida diaria... e tecnología sí, pero non sei, aprendes bastante tamén en biología.*

Luis: *Tanto matemáticas como sociales non son asignaturas que se podan aplicar ao día día e non hai unha parte tan práctica como en tecnología.*

Sofía: *Igual que eles en...a ver aprendes cousas en sociales que che axudan a saber por qué ahora o mundo é como é... os países e os sistemas políticos que teñen...pero non ten unha parte práctica como tecnología*

Carla: *Pois matemáticas eu penso que sí que ten algún parecido con tecnología, pero*

física por exemplo non, nin na forma de traballar nin no temario creo que non ten nada de relación (GD1-MH-2, 7-12).

De hecho, todas las actividades o contenidos que subrayan como útiles son los que presentan vinculación a su vida diaria

Moderadora: *Hablamos de la asignatura de tecnología ¿vale? ¿Qué creéis que es lo que más o aporta o con lo que más aprendéis en esta asignatura?*

Javier: *A ver, pues... en principio sobre temas tecnológicos de robots... electrodomésticos, instalaciones que hay en casa... yo creo que son cosas que las tienes pero que no te das de cuenta para que sirven en general*

Carla: *Más o menos lo mismo*

Moderadora: *No vale*

Carla: *E que non...*

Sofía: *A ver tamén o da impresora...aprendes a como funciona todo...ee a comprar...*

Pedro: *Esa parte si que interesa o de electrónica e electricidade e cousas así, pero logo hai outra parte que se non vas ter tecnoloxía non che vale de moito*

Moderadora: *¿Qué parte?*

Pedro: *Parte de debuxar e así...non sei*

Sofía: *Código binario*

Una de las actividades de las que más destacan su utilidad, en la materia de tecnología, es la práctica de las instalaciones eléctricas (GD1-MH-1, 64-76; GD2-MH, 59-63; GD3-MH, 55-60; GD4-MH, 75-79). De hecho, lo que más valoran de la materia de tecnología es la parte de las instalaciones eléctricas (EG-MH, 525-545).

Moderadora: *¿Qué es lo que más valorais de la materia de...de tecnología y por qué? Y lo que menos*

(silencio)

Macarena: *Pero contenidos ou como da él a materia*

Moderadora: *En general*

Sofía: *A ver, supoño que de temas o que demos agora, instalacións da vivanda*

Macarena: *Si, instalacións está moi ben*

Sofía: *Saltaba a luz e eu dáballe ao que houbera para baixo e para arriba*

Leticia: *Como todo o mundo*

Alicia: *Como todos*

Sofía: *E agora sei polo menos cal é*

Leticia: Na miña casa hai un cacharrito que pon diferencial e se está para abaixo dámoslle para arriba

Sofía: Se está para baixo mal...se che da un calambre...

Leticia: Malo será

En este sentido, consideran que la materia de tecnología les permite saber arreglar cosas en su vida cotidiana, incluso una alumna afirma que, debido a lo que está aprendiendo en tecnología, le sería posible ayudar a su padre mecánico

Moderadora: Vale, y si tenemos en cuenta la ciencia y la tecnología, ¿para qué os están sirviendo?

Javier: para...a ver...

Sofía: Para saber arreglar cousas no teu día a día que che van facer falta

Carla: Por exemplo meu pai é mecánico e...ahora pódolle axudar ás veces

Javier: Para cosas en casa, para por exemplo, a ver si hay un un fallo de corriente o así pues saber a dónde tener que ir para arreglarlo y en cuanto a la ciencia pues...ciertos animales que son venenosos y cosas así saber que no puedes tocarlos o ...o las setas (GD1-MH-2, 168-172).

En el caso de TIC, esta contextualización viene proporcionada por el uso y manejo continuo del ordenador

Leticia: Para min nese caso o do manejo do ordenador porque eu era encender, apagar e entrar en google...(rie) e pouco máis, para min agora, no tempo no que estamos, para min o do manejo do ordenador é algo moi importante, porque tamén si non sabes facer nada no ordenador a poucos sitios vas a ir

Álvaro: Pues para mi creo que el uso de nuevas tecnologías y el uso de...de no se... (GD4-MH, 70-71).

Para el docente, esta contextualización es fundamental, y la considera, al igual que como apunta la literatura, como una de las posibles soluciones al problema de la desafección del alumnado hacia las ciencias.

Carlos: Hombre, argumentando lo que dije antes cambiar la metodología didáctica, es decir, si tu acercas las ciencias a los alumnos, haces que los alumnos, a los alumnos y a las alumnas aprendan ehh las ciencias desde un punto de vista práctico, que lo vean como algo ehh realmente que los rodea, que está aí en el contorno, y no lo vean como algo

abstracto donde resuelven problemas de planos inclinados que no...o el típico problema de Manolo sale de aquí de la estación de tren y María de la otra estación de tren dónde se van a encontrar, que eso nunca lo van a aplicar en la vida real, pues bueno, yo creo que si les acercamos las ciencias a algo que ellos perciban como algo real, pues es posible que consigamos más afección (ENT1-C, 59-60).

No obstante, aunque esta materia esté fundamentada en la metodología Maker, aprender haciendo, el alumnado durante los grupos de discusión hace un mayor hincapié en el aprendizaje cooperativo. Para el GD2-MH, con lo que más aprenden en tecnología es con el trabajo cooperativo

Moderadora: *¿Qué es lo que más os aporta o con lo que más aprendéis en tecnología? Las cosas con las que más aprendéis en tecnología*

Marcelo: *Eu creo que o de preguntas orales que cando nos fai estudar o tema e facer un esquema para telo mellor e poder telo todo diante*

Alberto: *Eu creo que cando facemos traballos en grupos porque non tes solo a túa opinión e pensas que está solo eso ben e ao mellor está mal, entonces hai diferentes opinións*

Hugo: *Claro tamén a parte dos exámenes, cando nos poñemos en comisións o de traballar en en grupo e ter que...cada grupo ter que facer unha cousa para o final, que ao final estamos todos a todo nun proxecto común*

Macarena: *Si, o das comisións traballar todos xuntos*

En este sentido, todos los grupos alegan no solo aprender más cuando trabajan en grupo (GD1-MH, 77 – 89; GD3-MH, 29 – 39; GD4-MH, 46 – 60), sino que trabajando en grupo aprenden a escuchar y tener en cuenta diferentes opiniones (GD4-MH, 40-45; , cooperar (GD3-MH, 29-39; GD4-MH, 40-45), a ser autónomos y responsables (GD2-MH, 41-46; GD3-MH, 29-39), a contrastar información (GD3-MH, 61-71). No obstante, lo que más destacan del trabajo en grupo no es que unos alumnos o alumnas trabajen más que otros, que también ocurre (GD2-MH, 51-58; EG-MH, 565-616), sino al apoyo y ayuda que se brindan (GD1-MH-1, 80-81; GD2-MH, 23, 46 y 51-58; GD3-MH, 61-71; GD4-MH, 61-67; EG-MH, 565-569).

Moderadora: *¿Creéis que aprendéis trabajando en grupo?*

Todos/todas: *Si*

Moderadora: *Si...*

Javier: *Si, porque todos dan una pequeña parte de si entonces...te puedes apoyar en ellos si por ejemplo sabes una cosa y te falta una cosa por saber ahí te pueden apoyar...en esa práctica o así*

Carla: *Si...coincido...creo que... eso, básicamente que se a ti che falta unha cousa e tes unha duda pois sempre podes preguntar ao compañeiro e decirlle oye esto pois faise así ou doutra maneira, e él apórtache a súa idea*

Moderadora: *¿Creéis que aprendéis más así o individualmente? y ¿por qué?*

Todos/todas: *así*

Moderadora: *Vale, y ¿por qué?*

Sofía: *Pois porque individualmente podes buscar en internet estas cousas e estas son as que aprender pero ao mellor un che di unha cousa que non aparece en internet pero que el sabe porque llo contaron*

Pedro: *Home aprendes máis así*

Moderadora: *algo más que...*

Javier: *por la forma de contártelo, si lo buscas en internet no tienes, no te lo dice con las mismas palabras y a lo mejor no te queda igual*

Luis: *dous, tres ou catro sempre sabrán máis que un solo (GD1-MH-1, 77-89).*

Asimismo, el alumnado también considera que es más fácil entender un contenido que no entiendes cuando te lo explica un igual que el docente (GD1-MH-1, 77-89). En este sentido Leticia alega: (...)estás ahí e dices buah pues non me sale, que fago, non me sale estou ahí preguntando todo o rato...a ver, que aínda que vaias a preguntar é máis fácil preguntar primeiro a un compañeiro que si que se poda enterar e sempre tes distintos puntos de vista de como cho explican un profesor a como cho explica un compañeiro que él o entendeu e non o ten que estar explicando todos os días (GD4-MH, 67).

A pesar de que las chicas en los grupos de discusión destacan aspectos positivos del trabajo cooperativo, en la entrevista grupal también señalan preferir, en ocasiones, trabajar individualmente debido a que muchos compañeros no cooperan y toda la responsabilidad recae en ellas afectando a su rendimiento, puesto que muchas veces los trabajos en grupo acaban siendo una amalgama de trozos que hacen de forma individual y luego juntan o algunos alumnos acaban delegando todo el trabajo en otros. Esto nos sugiere que a las chicas no es que no les guste el trabajo cooperativo, sino que no les gusta el trabajo en grupo – que difiere bastante del anterior – porque todo el peso y la responsabilidad recae en ellas, y acaban realizando ellas la tarea, no habiendo,

consecuentemente, aprendizaje cooperativo. No obstante, aunque tanto para las chicas como para los chicos el concepto de aprendizaje cooperativo se fundamenta en la ayuda a los demás, la mayor parte del trabajo recae en las chicas (EG-MH, 565-616), sugiriéndonos que los chicos cuando hablan de ayuda hablan más de recibirla que de brindarla. Además, debemos subrayar que la mayoría de las quejas sobre la poca cooperación entre el alumnado acontece en otras materias cuando les mandan trabajos grupales, aunque, las alumnas también señalan episodios aislados de la poca cooperación en tecnología (EG-MH, 565-616).

En definitiva, aunque la materia de tecnología no consta como la favorita para ninguno de ellos y ellas (GD1-MH-2, 1-6), y que siguen presentando ciertas actitudes negativas hacia esta materia como desagrado (GD4-MH, 169-178; EG-MH, 40-52) se puede considerar que el alumnado en estas materias está más motivado y tiene unas actitudes más favorables de las que tendrían si no se emplearan metodologías activas de E-A. Esto también lo percibe el docente, que en una de sus entrevistas señala:

***Moderadora:** ¿Tú cómo ves al alumnado en tus materias? Es un alumnado activo, motivado, interesado ...*

***Carlos:** Activo, motivado e interesado. Y a parte es muy fácil de verlo porque como dije antes yo también doy clase magistrales y cuando es una clase magistral evidentemente, la motivación es distinta y la actitud del alumnado es diferente. Entonces en el momento que los pones a hacer cosas ves como ellos se implican, ves como ellos se activan, como ellos se motivan, y en el momento que les pones retos sobre todo. Es decir, a mí a veces lo que me está costando es tenerlos siempre con retos ahí encima porque a veces me cumplen el objetivo y luego ya le digo investiga un poco más esto no se qué y baaah...como ya lo han conseguido. Entonces imponerles retos es lo que normalmente hace que estén motivados.*

Además, las metodologías activas son más inclusivas y adaptables a las necesidades y ritmos del alumnado. En este sentido, el grupo de alumnos y alumnas con peor rendimiento académico, apuntan que materias como TIC, con métodos más activos y aprendizaje autónomo les resultan más sencillas y asequibles

*(...) **Leticia:** Para min en tecnología si influye un pouco no tema que está dicindo Alfonso de explicar e así, cando fai as clases de explicar aturúllome un montón, en*

cambio en TIC como vamos máis ao noso rollo, vamos aprendendo nos pois é máis fácil, chegas antes, non é como estar ahí escoitando e dicir bueno pois esto ten que ser así e así, e estar copiando para diante

Xurxo: *Yo pienso lo mismo*

Álvaro: *Igual (GD4-MH, 116-119).*

5.1.3.2 Rol del docente

Aunque la metodología es influyente a la hora de desarrollar actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología, lo cierto es que la figura del/de la docente parece tener un mayor impacto que la metodología.

Cuando se les pregunta directamente si creen o consideran que el profesor influye en el gusto por la materia todos y todas, aunque por diferentes motivos, afirman que sí (GD3-MH, 79-87 y 95-96; GD1-MH-1, 126-130; GD2-MH, 90-93; GD4-MH, 110-119). Además, esto parece tener una mayor influencia en las chicas puesto que ellas ponen ejemplos más concretos de cómo el o la docente influye en el gusto por la materia.

Carla comenta que a ella le gustaba más tecnología el año pasado, con otra profesora, aunque este año también le gusta: *“claro, nos tivemos opción entre francés e tecnología, e a min porque o francés non se me da ben e tecnología gústame entonces pois apunteime aquí, pero o ano pasado tivemos outra profesora...para tecnología e a verdade sí que me din conta que... sendo diferentes profesores como que levas diferente a materia...non sei...goustoume máis o ano pasado, este ano tampouco está mal pero...goustoume máis o ano pasado”* (GD1-MH-132). Mientras que Alicia afirma no haberle gustado las matemáticas nunca hasta este año, que tiene otro docente diferente: *“A ver, por exemplo, matemáticas, por poñer un exemplo. Todos estos anos que din matemáticas odiábaas, porque non me gustaban os profesores nin me gustaba a asignatura, este ano matemáticas lévoas moi ben e gústanme dalas...e tamén creo que influye o profesor”* (GD2-MH, 100).

Además, dos chicas han tenido cambios actitudinales hacia la materia de matemáticas por la profesora. Tanto Leticia como Alicia, alegan que este año las matemáticas les gustan gracias a la profesora y su forma de dar las clases (GD4-MH, 194-198; EG-MH, 51-52).

Para algunos, el trato o la relación interpersonal con el/la docente es lo más influyente a la hora de gustarte o no una materia

Javier: *Bastante, en el trato más que nada. Pues dependiendo de cómo te trate puedes coger la asignatura de una forma o de otra...puedes cogerla*

Pedro: *si*

Carla: *si*

(...)

Sofía: *Si, o ano pasado tínamos outra profesora e era moitísimo máis práctico e falabas con ela de todo e...non sei, era como unha alumna máis da clase. Carlos é un pouco mais... (pone cara seria) (GD1-MH-1, 126 – 133).*

Además, para las chicas esta relación interpersonal parece ser más significativa, puesto que, en la entrevista grupal, Carla y Leticia alegan haberse planteado estudiar algo relacionado con la tecnología por esa profesora. Cuando se les pregunta por cómo era esa profesora, todas aluden a su forma de ser y la relación que tenía con ella (EG-MH, 318 – 331).

Moderadora: *¿Cómo era esa profesora?*

Leticia: *A verdade e que eu cheguei...*

Alicia: *Nin puta idea*

Sofía: *Alegrábate ao momento, chegas a clase e alégrate*

Sofía: *Si, si*

Macarena: *Si, si é pola súa actitud tamén, transmite bo rolo*

Leticia: *Si, é como tan positiva en todo e aparte é como súper cercana*

Macarena: *Si*

Sofía: *Trátate como se foses unha amiga non como alguien superior que está encima túa*

Macarena: *Si*

Leticia: *Non como alguén tipo eu estou aquí vigilándote e eu son o que che vai poñer as notas*

Sofía: *Eu por exemplo teño agora mesmo economía con ela e cóntaslle todos os teus problemas da vida, ou por exemplo cando ti estiveras mal cando fora navidades, que che dixeran algo de terceiro e vete algo mal e xa se preocupa por ti*

Macarena: *Si, si e que estaba...mira puxéronme de moi mal humor...o sea pregunta, preocúpase por ti, dios é que alegre...*

Leticia: *E como moi cercana*

Otro ejemplo de cómo a las chicas les resulta más importante la relación interpersonal con el/la docente se encuentra en la entrevista grupal (EG-MH, 172-198) cuando afirman que la actitud rígida del docente y poco democrática, y su forma de hablar o de justificar las cosas les provoca sentimientos de desmotivación

Leticia: *E que aparte a nos, aos que nos meteron en IAE por exemplo, metéronnos nun proxecto da deputación e tal, nadie nos preguntou queredes formar parte ou podedes formar parte. El chegou e dixémoslle que non queríamos participar, pero el chegou veu arriba e porque vos vou dar eu clase, porque non sei que...*

Alicia: *Vouvos poñer exame...*

Leticia: *Como obrigándonos a facelo*

Macarena: *Pois a min o proxecto ese gustoume*

Leticia: *Non, non me refiro a que o proxecto non me gustara*

Alicia: *Claro, pero aquí e pillalo a mitad...*

Leticia: *...me refiero a súa actitude, o sea a maneira de dicir, joba si eu non quero participar porque non me chama a atención ¿por qué ti me obligas a participar sin ganas?*

Macarena: *A ver, tedes que entender que non hai unha profesora, en plan non hai un profesor ou profesora capacitado para dar esa materia. Algo tendríamos que facer na súa clase, entonces que foi...a opción foi meternos cos de economía*

Leticia: *Xa...pero...Eu non digo de meternos cos de economía, senon digo a súa reacción a hora de dicir que non queríamos participar*

Alicia: *Claro*

Leticia: *...que nos iba a dar clase él, que nos iba a poñer non sei cantos exámenes, que non sei que...a súa reacción ¿sabes? non...*

Carla: *Eu penso que non se da conta, pero moitas veces desmotivávanos ao dicir cousas así*

Leticia: *Si*

Mientras que otros apuntan a la severidad del docente (GD3-MH, 83-84). Sin embargo, el factor más repetido por el alumnado a la hora de explicar la influencia del/de la profesor/profesora por una materia es su forma de explicar dicha materia (GD2-MH, 94 – 101; GD3-MH, 79-84; GD4-MH, 110-119 y 206-209).

Ramón: *Si o profesor é un pouco castaña explicando, en plan, abúrreche e bótache todo o libro, home vas a acabar un pouco odiando a asignatura. En plan se é máis...se explica*

mellor a lo mejor gústache un pouco (GD2-MH, 91).

Así, la forma de explicar es tan significativa que el alumnado sigue aludiendo a esto durante las conversaciones, aunque no se les haga una pregunta específica sobre la influencia del docente sobre la materia. Como por ejemplo cuando explican cuál es su materia favorita mencionan en muchas ocasiones aluden a como la figura del profesor o profesora contribuye a que esa sea su materia favorita (GD3-MH, 121-133). Asimismo, cuando se le pregunta al alumnado del GD2-MH qué materia consideran más útil responden que Iniciativa emprendedora si estuviera el docente que la había impartido en el primer trimestre, no se hace ninguna alusión a los contenidos o a la metodología de enseñanza, solamente a la claridad en las explicaciones y al conocimiento del docente sobre la materia (GD2-MH, 151-154).

Llegados a este punto es innegable la influencia que tiene el profesorado sobre el gusto y motivación hacia una materia, como ya hemos visto ejemplos positivos, el alumnado también pone ejemplos de profesores que han ocasionado su disgusto por la materia (GD2-MH, 206-209; GD4-MH, 203; GD1-MH-2, 40-48).

Pepe: A ver a min educación física gústame, pero...Este ano historia non me gusta, pero pola profesora máis que nada

Julia: A mi castellano el año pasado me gustaba

Pepe: Pero os tres anos anteriores si me gustaba (GD2-MH, 126-128).

Para el alumnado un claro ejemplo de docente que fomenta la desafección hacia la materia era la profesora de física y química de los años anteriores (GD2-MH, 262-271).

Sofía: Por exemplo, o ano pasado en física tínhamos unha profesora que era horrorosa para min e como que acabei odiando un pouco física, me sigue gustando pero por eso me aparte e fun máis por letras

Carla: Pois iso cambiamos de profesora e este ano aparte de que a levo bastante mellor, cambioume a percepción de como vexo a física (GD1-MH-1, 136 – 140).

No obstante, el alumnado considera que la principal causa de desafección hacia una materia no es la relación interpersonal con el/la docente, sino su forma de explicar; puesto que argumentan que el mayor problema de la docente de física, no era su actitud hacia

ellos - que no la consideraba ni mala ni que no se preocupara por ellos (GD4-MH, 319-323; EG-MH, 422-430) - sino su forma de explicar la materia y el no explicar diversas veces si el alumnado no entendía lo que la docente estaba impartiendo (GD4-MH, 319-331; EG-MH, 413-414, 422-448 y 473-478), y en el caso de que lo repitiera era exactamente como ya lo había explicado anteriormente. Además, de como veremos posteriormente, los exámenes que planteaba (EG-MH, 414-422; GD2-MH, 280-282)

Moderadora: *¿Qué hizo la profesora de física para que no os gustara?*

Pepe: *E que non explicaba ben*

Julia: *No explicaba bien*

Ramón: *Non explicaba ben e si alguen en plan...*

Julia: *Le preguntaba*

Ramón: *...preguntaba decía: “haber atendido” e seguía explicando*

Pepe: *e eso*

Ramón: *E quedabas coa boca aberta (GD2-MH, 272 – 279)*

-----//-----

Leticia: *Aparte a profe de biología ten unha maneira de relacionar contigo que non tiña ela sabes, ti á profe de biología dicíaslle profe que mira que esto non o entendo, e aínda que cho repetira xa cinco veces, pois ela vólvecho a repetir doutra maneira diferente. A de física... ela ao mellor con suerte repetíacho unha vez máis e total dislle non o entendo e estamos explicando desta maneira, non o entendo e vólvecho a explicar desa maneira, un copia pega continuo, porque sempre explicaba desa maneira, cámbiame a maneira (GD4-MH, 366).*

-----//-----

Moderadora: *En general ¿tuvisteis malas experiencias con la física?*

Javier: *A ver...en segundo uff fue un palo cuando llegamos...era una materia nueva que no viéramos nunca y era bastante difícil y la profesora como que no explicaba bien y nosotros como éramos aún unos niños pues no entendíamos y...a partir que fuimos avanzando le fuimos cogiendo el tranquillo y empezó a ser algo más fácil*

Carla: *Eu polo menos ata o ano pasado tamén a levaba bastante mal porque a profesora que non explicaba ben entonces como que collíase un pouco de manía a materia, pero...dinme conta en setembro para recuperar que me gustaba, entón decidín coller outra vez física e biología (GD1-MH-2, 45 – 47).*

La forma de explicar de esta docente, como ya hemos visto, la carencia de feedback al alumnado sobre los errores en trabajos y exámenes (EG-MH, 422-437), unido a la abstracción que conlleva la materia de física (GD4-MH, 325 -331) y a la metodología tradicional de enseñanza, acabó por provocar un desarraigo y un declive actitudinal del alumnado hacia esta materia.

Otro de los elementos que pueden promover la desafección por una materia, en este caso física y química, y que entra dentro del rol docente, son los métodos de evaluación que se emplean, pues los alumnos del GD2-MH (279-282) subrayan como una de las causas de la desafección hacia la materia de física los exámenes. En este sentido, las chicas en la entrevista grupal afirman que no entendían lo que tenían que hacer en el examen o lo que les estaban preguntando (EG-MH, 469-478). Alicia en este sentido afirmó: *“chegaba un punto do curso que era...a ver quen se levanta primeiro co exame en branco para levantarnos todos e irnos. Cando se levantaba o primeiro levantábanse dez”* (EG-MH, 421). No obstante, parece que el problema no subyace, per se, en los exámenes como método sino en la forma de plantear dichos exámenes, que, si son demasiados difíciles o ambiguos, acaban por demoler el autoconcepto de habilidad de los y las estudiantes. En este sentido, como se ha visto, el docente de tecnología, para obtener la máxima información posible del alumnado, emplea diversas herramientas de evaluación como el portfolio, la observación, rúbricas para valorar los trabajos y, concretamente en la materia de tecnología también los exámenes.

Para concluir sobre la influencia del profesor sobre las actitudes del alumnado de agrado/desagrado debemos subrayar que las alumnas consideran que el y la docente influyen no solo en el gusto hacia la materia, sino también en su rendimiento académico (EG-MH, 306 – 312 y 457 - 466). En este caso, Alicia señala que hasta este año las matemáticas se le habían dado fatal y que estaba bastante segura de que fue por el profesorado que tuvo (GD2-MH, 544-551)

Alicia: A mi mates este ano se me da bien entonces...

Moderadora: Vale, y ¿por qué el año pasado se te daba mal y ahora este año se te da bien?

Alicia: Polo profesor, o sea o ano pasado era porque estaba nas académicas e son moitísimo máis difíciles e entonces non sei se este ano se me houbera dado esta profesora académicas me estaría sendo máis fácil ou igual de difícil que o ano pasado...porque o ano pasado foime fatal

Moderadora: *Y por qué crees que las académicas fatal por la profesora*

Alicia: *Non sei...en terceiro e segundo estou bastante segura que foi pola profesora...*

Ramón: *(incomprensible)*

Moderadora: *En segundo*

Alicia: *E máis en terceiro, dios tíñamos un profesor...foi por el fijísimo*

Igual que Alfonso, que durante el grupo de discusión alega que dependiendo de cómo explique el/la docente prestarás más atención lo que influirá en la nota que saques en el examen, es decir, en tu rendimiento (GD4-MH, 116).

Como ya hemos visto el alumnado considera que el profesorado, no la relación interpersonal con ellos si no su forma de organizar y llevar a cabo el proceso de E-A, puede influir positiva o negativamente sobre el gusto por una materia. No obstante, hay perspectivas encontradas sobre la influencia del profesorado sobre influye en la elección de materias, en este caso relacionadas con la ciencia y la tecnología. El alumnado de los grupos GD1-MH-1 (136-147) y GD2-MH (94-101) estima que sí, mientras que los del GD4-MH estiman que no. Y en el grupo GD3-MH hay diversidad de creencias, aunque la mayoría alega que sí que influye.

Moderadora: *Vale, y ¿creéis que influye en que queráis elegir-o no- asignaturas relacionadas con la ciencia y la tecnología?*

Marcelo: *Si, eu creo que si porque se che da un profesor, por exemplo, como hablamos de ciencias, o ano pasado tíñamos unha profesora de física que era...vamos a ver...*

Macarena: *Difícil*

Moderadora: *Ya oí hablar de ella*

Marcelo: *si...entonces quitábache as ganas de ter física e este ano, pois bueno, collina e veu unha profesora nova e é máis fácil, teño boas notas e tal, eu creo que si que influye bastante, o sea en tecnoloxía temos o mesmo profesor, eu neste caso desde segundo, pero bueno...o sea para mí non é moi...creo que fai ben as clases e todo o sea...si que influye*

Moderadora: *Para ¿vosotros?*

Alberto: *Pois eu penso que non...que non influye porque eu ahí si o exemplo que dixo Marcelo da profesora de física, pois a mín aínda que estivera ela iba a facer o mesmo igual...e co profesor de tecnología, eu desde segundo cando empezamos dixen que iba facer ciencias e non cambiei hasta o momento*

Felipe: *Eu creo que si que inflúe porque pódeste adaptar mellor a un profesor ou outro dependendo do profesor*

Roberto: *Eu creo que tamén, depende do profesor, vaiche gustar máis a asignatura ou menos... (GD3-MH, 88 – 96).*

-----//-----

Moderadora: *Vale, ¿creéis que influye en que querais elegir-o no- asignaturas relacionadas con la ciencia y la tecnología?*

Xurxo: *El qué*

Moderadora: *El profesor*

Xurxo: *ah el profesor*

Xurxo: *Yo creo que no*

Álvaro: *No*

Xurxo: *No*

Leticia: *En cursos anteriores pois ao mellor dices...terceiro por exemplo que tivemos as optativas, empezas dicindo, pois vou coller esto, a parte porque vai fulanito e fulanito, porque este profesor gustame ou porque este non me gusta. En cambio, por exemplo, eu agora cheguei a cuarto e digo eu, buah pois vou coller o que de verdad me gusta, e algo...acabar rápido eee de verdad poñerme a estudar que de verdad sei que vou a estudar e me vou a poñer neso porque de verdad sei que me interesa o tema (GD4-MH, 120 – 127).*

No obstante, cuando se le pregunta directamente al alumnado sobre si Carlos les influyó a la hora de elegir en la materia de tecnología la mayoría alegan que no (GD3-MH, 97 – 107; GD4-MH, 169-178 y 145-149; GD1-MH-1, 141-147; GD2-MH, 102-113). Para algunos esta elección dependerá de lo que quieras hacer en un futuro y el gusto por los contenidos. Aunque consideramos que puede haber dos factores subyacentes. Uno de ellos es que este docente a algunos alumnos y alumnas no les ha impartido clase en 3º de la ESO (GD1-MH-1, 131-133). Y el otro factor es la organización de las materias en el centro. Pues el alumnado del GD3-MH (97-107) afirman que, durante el periodo de matrícula del año anterior, es decir cuando se elegían las materias de 4º de la ESO, muchos alumnos y alumnas habían decidido matricularse en tecnología y desde el centro se les ofreció la posibilidad y se les instó a matricularse en francés. Además, el alumnado del GD4-MH (128 - 178) explica que la materia de tecnología es de carácter obligatorio si se

curso la opción de matemáticas aplicadas, por lo que no tienen la opción de elegir cursar francés en lugar de tecnología.

Sin embargo, claramente el profesorado tiene una gran influencia, indirecta, sobre la elección de estudios a través del fomento de actitudes – positivas o negativas – en el alumnado, en este caso, hacia la ciencia y la tecnología. Esto se constata con las alegaciones de Sofía y Carla del grupo de discusión GD1-MH-1 (136 – 140) en el cual Sofía afirma que la profesora de física le hizo odiar esa materia e irse apartando de las ciencias. Mientras que Carla alega que con el cambio de profesora le ha cambiado la percepción de la física. Además, en la entrevista grupal estas dos alumnas afirman que la docente de tecnología del año pasado sí que les motivó a seguir cursando materias científico-tecnológicas, al contrario que todos y todas las profesoras de materias científico-tecnológicas que habían tenido anteriormente (EG-MH, 403 – 412).

Moderadora: Vale. Y ¿alguna vez habéis tenido algún profesor o profesora que os motivara a seguir cursando materias de ciencias? En vuestro caso sería....

Sofía: Mery

Carla: Mery

Moderadora: Esa profesora

Macarena: Si

Moderadora: ¿Estáis de acuerdo o tenéis otra?

Leticia: Si

Macarena: Si, o sea, a min tamén me dou Maria e si que me gustaba, tampouco é de dicir buah quero ir por ciencias pero...

Carla: Bueno, eu chegueimo a plantear ehh

Macarena: Eu non, non, non

Leticia: Non, a ver, de plantearno no, pero de gustarme as clases si

Macarena: Si, e a materia

Alicia: A min Maria non me deu clase (EG-MH, 376-388).

-----//-----

Sofía: Por ejemplo Mery comparado con Carlos e como...María é como porfavor...

(risas)

Carla: O ano pasado e que hasta me plantei estudar algo relacionado coas tecnoloxías gracias a esa profesora. Este ano a verdade é que me quitou todas as ganas

Leticia: Si (EG-MH, 314 – 317).

No obstante, a pesar metodologías activas, algunos alumnos siguen percibiendo las materias de ciencias materias de “**chapar**” (GD2-MH, 199-207; GD3-MH, 220 y GD4-MH, 297), **aburridas** (GD1-MH-2, 20-21 y 62; GD2-MH, 194-207; GD3-MH, 178-185; GD4-MH, 297-298 y 304-307), con contenidos **poco útiles** (GD4-MH, 72-74; GD1-MH-1, 64-66 y 111-115) y **difíciles** (GD1-MH-2, 49-50, 56-58 y 63; GD2-MH, 198-200 y 210-215; GD3-MH, GD3-MH, 178-185, 139-141, 108-116, 97-107). En relación a la dificultad, el docente en su entrevista ENT1-C (55-56) afirma que parte de la desafección de las ciencias puede deberse a que desde siempre se han visto las ciencias como difíciles, percepción que no desaparece a pesar de emplear métodos activos de E-A. No obstante, también hay alumnado que percibe las materias de ciencias como **divertidas** (GD1-MH-1, 60-61 y 63; GD2-MH, 207; GD3-MH, 132 y 121-123), aunque esto difiere bastante según la materia. Además, la materia de tecnología la perciben especialmente práctica (GD3-MH, 184, 221 y 264-268; GD1-MH-2, 11, 13-19 y 78; GD4-MH, 345-353) y con algunos contenidos **útiles** (GD1-MH-1, 19-25, 107-110 y 116-125; GD1-MH-2, 49-50; GD3-MH, 51-60 y 185; GD4-MH, 19-26) como los robots (GD1-MH-1, 95-106) o instalaciones (GD1-MH-1, 20-21 y 90-91)

5.1.4 Imagen del trabajo científico

5.1.4.1 Imagen de la ciencia y la tecnología

El alumnado de TIC y tecnología de este centro tiene una visión bastante heterogénea de la ciencia y la tecnología. Aunque parte del alumnado tiene problemas para explicar qué es para ellos y ellas la ciencia y la tecnología (GD2-MH, 298-309; GD4-MH, 397-417), otros y otras le otorgan características variadas y complementarias. Así, la ciencia es percibida para algunos como una **salida en un futuro** (GD1-MH-2, 109 y 111), para otros y otras **innovación** y avance (GD1-MH-2, 110-111 ; GD3-MH, 247 y 249; GD4-MH, 397-406), como estudios que dan **sentido a la vida** (GD1-MH-2, 112 ; GD2-MH, 246, 248 y 250) y que pueden **mejorarla** (GD1-MH-2, 113, 187 y 222-224; GD3-MH, 247), o estudios que intentan dar **respuesta** a algo que no se conoce – descubrimientos - (GD2-MH, 289-305; GD3-MH, 325). No obstante, en los relatos descriptivos cuando hablan de Carracedo, un investigador biomédico, varios alumnos aluden a que su trabajo consiste en hacer descubrimientos (RC-AT-MH; RC-JE-MH; RC-PE-MH y RC-RA-MH),

investigar curas para enfermedades (RC-CA-MH; RC-F-MH; RC-S-MH y RC-JU-MH) y realizar experimentos (RC-MC-MH; RC-P-MH y RC-S-MH) mientras que ninguno menciona la innovación.

Mientras que perciben a la tecnología como *avance* (GD1-MH-2, 115), *mejora de la calidad de vida* (GD1-MH-2, 116; GD3-MH, 247 y 249), *innovación* (GD1-MH-2, 117-118), *inventos* (GD2-MH, 306-309)

Como se puede ver, el alumnado percibe a la ciencia como un corpus más teórico que a la tecnología, que la sitúan en un plano más directo a la realidad que viven. Esto se puede deber a que sigue reproduciendo, parcialmente, la visión descontextualizada de la ciencia y la tecnología que presenta a la ciencia como una actividad aislada de la tecnología - cuyo único rol es la aplicación de los conocimientos científicos - e ignora el papel de la tecnología en el proceso de construcción de cuerpos coherentes de conocimiento científico (Fernández et al., 2005). Creemos que el alumnado reproduce parcialmente esta visión porque, aunque todos consideran que la ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas (GD2-MH, 327-350; GD3-MH, 254-257; GD4-MH, 546-552), hay sentimientos encontrados sobre la dependencia de la tecnología de la ciencia (GD2-MH, 310-350).

Moderadora: ¿Creéis que están relacionadas la ciencia y la tecnología?

Todos/todas: Si

Javier: En parte si

Moderadora: ¿Cómo?

Javier: Pues...ehh las ayudas...o sea...

Pedro: A ciencia é a base da tecnología

Sofía: E a tecnología axuda a ciencia, por exemplo, un enfermero ou un doctor vai utilizar tecnología

Luis: A tecnología fai máis fácil a vida en todos os sentidos e a ciencia menos

Moderadora: ¿Qué fue antes la ciencia o la tecnología?

Todos/todas: Ciencia

Moderadora: ¿Creéis que la tecnología depende de la ciencia?

Todos/todas: Si

Sofía: Si, porque si non a tecnología necesita o que sabe a ciencia para crear cousas

(los demás asienten)

Moderadora: *¿Y la ciencia depende de la tecnología?*

Todos/todas: *Si*

Javier: *Para avanzar, sí.*

Moderadora: *¿Depende más una de la otra?*

Carla: *Creo que actualmente a ciencia depende máis da tecnología para as investigacións*

Javier: *Non, yo creo que la tecnología si no hubiera ciencia...no existiría la tecnología*
(GD1-MH-2, 119-137)

No obstante, sí que hay algún alumno que percibe la inseparabilidad de la ciencia y la tecnología (GD4-MH, 553-564), pues en el grupo GD3-MH (247-250) cuando se le pregunta al alumnado que es la ciencia dos alumnos, Alberto y Marcelo ejemplifican y aluden a la tecnología.

Marcelo: *Eu creo que avance porque sempre está... desarrollándose novas...o sea...pensando nas (incomprensible) tecnoloxías novas, aparatos tecnolóxicos para facilitarnos a vida*

Hugo: *Eu creo que tamén respostas ás preguntas que se leva facendo o ser humano moito tempo como...donde vivimos ehhe...pois...cousas destas...*

Alberto: *Ehhh eu cando se fala de ciencias sempre penso na tecnología de hoxe en día e bueno nos móbiles, nos ordenadores, nas tablets e así.* (GD3-MH, 247-249).

Además, cuando se les pregunta cómo se relaciona la ciencia y la tecnología Alberto responde: *“Pois hai cousas que aprendes na ciencia e despois tes que usalo na tecnología tamén”*, refiriéndose a las clases (GD3-MH, 259). Marcelo para explicar la relación entre la ciencia y la tecnología utilizar al microscopio: *“Por exemplo os científicos...para examinar algo microscópico usan un microscopio e o microscopio é algo...que non podería existir se non houbera tecnoloxía”* (GD3-MH, 262).

En relación con el trinomio Ciencia-Tecnología-Sociedad, el alumnado sí que percibe la influencia que ejerce la ciencia y la tecnología sobre la sociedad, es decir, como la ciencia y la tecnología ayudan al desarrollo y mejora de la sociedad

Hugo: *Eu creo que a principal función ehhe está no ser humano e sin a tecnología, pois*

eu que sei, pois...non tendríamos electricidade, non tendríamos todas as facilidades que temos hoxe en día, nin habería avance, agora cada vez todo está avanzando máis rápido porque a...a tecnoloxía tamén está avanzando

Macarena: *Si, eu opino igual que Hugo (GD3-MH, 338-339).*

Concretamente a través de la biomedicina (GD1-MH-2, 36-39, 119-126 y 190-205; GD2-MH, 391-404 y 425 - 435; GD4-MH, 484 y 490 - 496). Con respecto a la tecnología el alumnado es capaz de poner más ejemplos de cómo la tecnología contribuye al desarrollo social, a través de aparatos electrónicos que utilizan en su vida diaria – móviles, televisores, ordenadores etc. – (GD1-MH-2, 206-211; GD2-MH, 391-404), medios de transporte (GD1-MH-2, 206-211; GD2-MH, 391-404) e incluso hablan de industria y producción (GD4-MH, 496).

Moderadora: *¿Creéis que la ciencia y la tecnología son útiles? ¿para qué? y un ejemplo.*

Todos/todas: *(silencio)*

Juan: *Si... no campo da medicina*

Pepe: *Eu creo que...*

Alicia: *O que dixo Juan*

Juan: *Ao facer unha radiografía necesitas un aparato*

Pepe: *E tecnoloxías eu creo que en fábricas e en empresas, e que...ehh...grazas a elas avánzase o sea aproveítase moito máis o tempo en plan...facelo moito máis rápido*

Moderadora: *Producción dices*

Pepe: *Si*

Todos/todas: *(silencio)*

Moderadora: *Vale (GD2-MH, 425 – 435).*

Asimismo, el alumnado considera importante la ciencia y la tecnología en su vida diaria (GD1-MH-2, 36; GD3-MH, 340-343; GD4-MH, 488-489) aunque consideran que impacta más en su vida diaria la tecnología que la ciencia (GD2-MH, 406-414; GD4-MH, 497-506). Además, también perciben la influencia que ejerce la sociedad sobre la investigación científica:

Moderadora: *La tecnología...y cómo creéis que las personas que se dedican a la investigación en ciencia y tecnología eligen que investigar*

Ramón: *Por necesidad creo eu...*

Moderadora: ¿Necesidad de qué?

Ramón: (silencio)

Moderadora: Necesidad de uno mismo

Ramón: Noooo por necesidade da...

Juan: sociedad

Ramón: Sociedad

Pepe: E ao mellor un pouco surge ¿non? en plan...

Ramón: O cancer hai necesidade de curalo e estano investigando (GD2-MH, 415-424).

-----//-----

Moderadora: Tú crees que la gente, bueno, vosotros creéis que la gente que investiga...¿eligen ellos sus temas?

Leticia: Eu creo que é por demanda

Alfonso: Si, bueno...

Moderadora: Demanda de qué

Leticia: Ufff...algo...

Alfonso: De problemas que hai xa...o sea...problemas mundiales, pois investigan

Xurxo: Yo no lo sé

Leticia: ...eh....alguén que necesita...por exemplo unha cousa que está moi a orde do día aínda que non nos guste, o cáncer, unha persoa que está investigando o cáncer non creo que lle guste...que lle guste eso sabes...

Álvaro: Pero no puede que no le guste, puede también que lo haga por decir hostia vamos a sacar algo de aquí ¿no?

Leticia: ...eu creo que é máis decir esto é algo que está pasando agora mesmo, pois vamos intentar romper os cornos aquí, para polo menos poder frenalo un pouco, supoño que será eso, demanda, non decir, buenooooo vamos a ver que pasa por ahí... (GD4-MH, 522-531)

Asimismo, parte del alumnado cree que las personas consideran a la ciencia y a la tecnología algo relevante e importante, poniendo como ejemplo de esa relevancia las medicinas y vacunas (G2-MH, 391-404) o la innovación científico-tecnológica (GD3-MH, 330-339). No obstante, otros alumnos están seguros de que las personas y la sociedad le otorguen la importancia que se debería a la ciencia y a la tecnología (GD4-MH, 480-486). Un ejemplo de esto lo pone Sofía que alega que en la televisión hay un apartado

para deportes que dura hora pero que apenas existen noticias relacionadas sobre investigación científico-tecnológica:

Moderadora: *¿Creéis que la gente considera la ciencia importante?*

Carla: *Creo que non se lle dá a suficiente importancia*

Javier: *Si, porque en la tele no suelen salir cosas sobre ciencias*

Luis: *Tamén hai futbolistas que son moito mellor pagados cos científicos*

Carla: *Si*

Luis: *E os científicos mereceno máis porque axudan a mellorar o mundo*

Sofía: *Por exemplo, na televisión hai un apartado de deportes que dura por exemplo unha hora pero por exemplo en ciencias só lle dan 10 minutos nun telediario*

Carla y Javier: *Como moito (GD1-MH-2, 182 – 189).*

Finalmente, también debemos señalar que el alumnado sigue reproduciendo diversas visiones distorsionadas de la ciencia y la tecnología como la concepción empírico-inductivista y ateórica y aproblemática e ahistórica (GD3-MH, 340 - 343, GD1-MH-2, 213).

Moderadora: *Y ¿cómo creéis que las personas que se dedican a la investigación eligen qué investigar?*

Hugo: *Pois eso facéndose preguntas o método científico que ao principio é, que o primeiro é facer unha pregunta e despois desenvovela ata facer experimentos e todo hasta ter unha resposta a esa pregunta*

Alberto: *Pois a partir de outras ehh facerse preguntas, a partir de outras...a partir de outros descubrimentos pois facerse preguntas de cómo pasou esto, ou así*

Moderadora: *O sea, creéis que se hacen preguntas relacionadas con qué, ¿con cualquier cosa?*

Marcelo: *O que dicías ti antes de que son curiosos*

Hugo: *Eu digo por exemplo como que che caía unha mazá ao lado e dices por qué. Se non se houbera feito esa pregunta non...non creo que houbera tido interés en facer esa lei*

Marcelo: *Claro, pero ao mellor houbo xente que se fixera esa pregunta antes pero non sabía desenvovela*

Macarena: *Claro*

Marcelo: *O sea, un científico ten que ter a capacidade para poder... (GD3-MH, 340-352).*

Aunque también es cierto que hay alumnos y alumnas que no incurren en estas visiones distorsionadas sobre el proceso de investigación científica

***Moderadora:** Y cómo creéis que las personas que se dedican a la investigación, tanto en ciencia como en tecnología, eligen qué investigar*

***Javier:** Pues...a ver...debe pasar algún día algo o...darte un vuelco la cabeza para centrarte en eso...no se*

***Pedro:** Da súa vida privada algo que queiran mellorar eu creo que se centran neso*

***Carla:** Eu penso que é algo que lles chamou a atención ao redor de eles e dicen ¿por qué pasa esto?*

***Luis:** Viron algo e quéreno cambiar, melloralo*

***Pedro:** Ou senón por seguir modas, estes están estudiando esto pois... (GD1-MH-2, 212 – 217).*

Otro claro ejemplo es Carla que no considera a las teorías como algo acabado e inmutable, que en el grupo de discusión alega que: *“Teñen que mirar para o futuro e pensar...non sei...que se pode facer pois para mellorar pois unha teoría que xa estaba feita fai moito e que dicen eles pois está mal, así que teñen que ter moita paciencia”* (GD1-MH-2, 176) y el relato de Carracedo narra: *“Este home é científico, chegou a selo tras perfeccionar unha teoría que se tiña por correcta, pero non era así, pois él demostrou que non estaban de todo no certo”* (RC-C-MH, 3).

Además, tampoco reproducen la concepción individualista y elitista de la ciencia - visión de que los conocimientos científicos son obra de unos genios, mayormente hombres, que trabajan aislados en su laboratorio -, puesto que la mayoría alude al trabajo con compañeros (RC-AL-MH; RC-H-MH; RC-B-MH; RC-MRO-MH), como Sofía que apunta: *“Supongo que se levanta por la mañana, se prepara y va a su laboratorio con sus compañeros a trabajar”* (RC-S-MH). No obstante, algunos alumnos siguen considerando que los científicos trabajan individualmente sobre un tema de interés particular (RC-PE-MH; RC-JA-MH y RB-JA-MH).

5.1.4.2 Imagen de los y las científicas

Para el alumnado la característica principal de los/las científicas *la curiosidad*, esto se puede ver tanto en los grupos de discusión (GD1-MH-2, 177-181; GD4-MH, 466-467)

como en los relatos descriptivos (RC-AD-MH, RC-PA-MH, RC-LU-MH, RC-LE-MH), *la inteligencia* (GD3-MH, 321; GD2-MH, 316 y 350-352; RC-AF-MH; RC-F-MH, RC-X-MH), *el afán de superación* (GD3-MH, 319; GD4-MH, 468-479) y *la disciplina* (GD1-MH-2, 173-176; GD2-MH, 378-390; RC-RO-MH).

Además, la mayoría del alumnado imagina que las científicas ya sienten una pasión o se interesaron por el campo de estudio en el que están desde que eran pequeñas (RB-AL-MH, RB-H-MH, RB-RO-MH), como Carla, que en su relato narra: *“A paixão desta científica dende moi nova foi o espazo, todas as estrelas, galaxias, planetas...”* (RC-C-MH), mientras que en el caso de los científicos hay controversia. Algunos creen que ya desde pequeños tenían un interés hacia la ciencia (RC-F-MH, RC-JE-MH, RC-JO-MH, RC-LE-MH, RC-LU-MH, RC-AD-MH, RC-AL-MH, RC-PED-MH, RC-S-MH, RC-X-MH), como Antonio que narra: *“Yo creo que este hombre estuvo interesado desde pequeño por la ciencia, por lo tanto, desde su infancia le gustaba hacer pequeños experimentos”* (RC-AT-MH), mientras que Carla relata: *“El estudia na casa, observando a fauna (como solía facer e pequeno), pois a súa paixón pola ciencia e a investigación venlle dende moi pequeno”* (RC-C-MH).

Otros y otras estiman que este interés lo fue desarrollando a lo largo de su vida (RC-AV-MH, RC-F-MH, RC-JU-MH, RC-JUL-MH, RC-PEP-MH, RC-RO-MH) como Javier, que en su relato escribe: *“Cuando era pequeño no sabía muy bien lo que estudiar, pero con los pasos de los años el empezó a decidir su camino por la ciencia. Pudo ser por diferentes motivos”* (RC-JA-MH) e imaginan que la decisión de ser científico la tomó en el instituto (RC-LE-MH, RC-H-MH, RC-RO-MH, RC-S-MH): *“Cuando llegó al instituto fue cuando decidió que de mayor quería ser científico”* (RC-LU-MH) o *“Na ESO descubriu que lle gustaban as ciencias e xirou os seus estudos para facerse científico”* (RC-JU-MH).

Los chicos imaginan que los científicos y las científicas han sido siempre personas estudiosas (RB-MRO-MH, RC-B-MH, RC-JU-MH, RC-LU-MH, RC-MRC-MH, RC-RA-MH y RC-JO-MH), algunos relatan de forma directa esta cualidad, como Marcelo: *“Carracedo de pequeno pienso que era un niño que le gustaba estudiar y que le interesaba mucho las ciencias”* (RB-MRO-MH) o Mariano refiriéndose a Katie Bouman: *“Gustáballe estudar e ia a clases de ballet no tempo libre”*, mientras que otros, como José, lo narran de forma más sutil: *“No destacaba en nada especialmente pero sentía un interés por la ciencia. Pasó el instituto y bachiller sin problemas y matriculándose en*

física en la universidad de Donosti” (RC-JO-MH). También consideran que ya sacaban buenas notas desde pequeños (RB-AF-MH, RC-S-MH, RC-AF-MH, RC-B-MH, RC-PED-MH), como Ramón que en su relato describe: *“Durante o bacharelato as súas notas eran moi boas e os seus profesores sempre o felicitaban polo seu nivel académico”* (RC-RA-MH). Mientras que ninguna chica en sus relatos menciona esta característica. Consecuentemente, este alumnado también imagina que ya sacaban buenas notas en el instituto y/o en sus posteriores estudios (RB-AF-MH, RC-S-MH, RC-AF-MH, RC-B-MH, RC-PED-MH, RC-RA-MH) o destacaban en alguna materia de ciencias en el instituto (RC-AL-MH, RC-RA-MH, RC-S-MH).

En un plano algo más personal, algunos alumnos – no alumnas - caracterizan a Carracedo, como una persona un tanto excéntrica o con intereses fuera de lo común para un niño de su edad (RC-AB-MH, RC-JO-MH) y/o asocial, como Mariano que relata: *“Ten pinta de ser tímido, pero si o conoces ben pode chegar a ser divertido. Non viste nin vestía moi ben, poñía sempre o que quería ou o que atopaba no armario. E desordenado, nunca atopa o que busca. Vive nun piso, el só, non ten moza nin fillos. Ten uns poucos amigos, pero non moitos porque non é moi sociable”* (RC-MRO-MH). Algunos alumnos también le asignan esta característica a Katie Bouman (RB-AB-MH), como Álvaro que escribe: *“De pequena nadie la quería en clase ya que era muy empollona y tenía problemas con sus compañeros pero nunca le importó y siempre siguió adelante hasta llegar a donde está ahora”* (RB-AV-MH).

Se perpetua, en cierta medida, una imagen de los y las científicas que derivan de la imagen socialmente aceptada de la ciencia, una ciencia “folk” o “naif” (Fernández et al., 2002a) que idea a los científicos como genios un tanto excéntricos. No obstante, otros alumnos no le otorgan estas características y los consideran personas sociables (RC-AF-MH; RB-AF-MH, RB-PA-MH).

En adicción, el alumnado les otorga a las familias un papel fundamental en sus relatos. Algunos las ponen como los desencadenantes de la elección de Carracedo de ser científico, relatando como un miembro de su familia estaba enfermo y él quería encontrar una cura (RC-JA-MH y RC-JE-MH), narrando como su madre le inculcó desde pequeño que la ciencia era el mejor saber de la vida (RC-C-MH) o exponiendo como su madre le decía que estudiara y aprovechara el tiempo ocasionando que, en este caso Carracedo, se

esforzara y sacara su carrera de científico (RC-PEP-MH). Mientras que otros hablan de los recursos económicos de las familias de Carracedo y Bouman. Algunos alumnos consideran que él viene de una familia adinerada (RC-AF-MH, RC-AT-MH, RC-MRO-MH), mientras que otros creen que ella es la que proviene de una familia adinerada (RB-AB-MH, RB-JA-MH) como Pedro que no solo relata la situación familiar de Bouman en cuanto a los recursos económicos sino también al estatus socioeconómico y a la educación recibida: *“Katie Bouman nace en un país diferente, con una educación muy diferente siempre orientada a las ciencias y de una familia con una condición social más favorable a la educación y que en casa fue enseñada y orientada desde pequeña para estudiar y vivir de esto”* (RB-PED-MH).

No obstante, hay dos chicos que piensan que ella proviene de familias con pocos recursos (RB-PEP-MH y RB-MRO-MH). Debemos destacar que ninguna de las alumnas salvo Alicia, que considera que Carracedo viene de una familia de clase media (RC-ALI-MH), aluden al estatus económica de las familias del y de la protagonista. Aunque Leticia, menciona que *“sus padres ambos eran doctores”*, haciendo referencia al estatus social (RC-LE-MH).

Además, el alumnado también hace referencia al apoyo que Kate y Arkaitz han recibido de sus familias, habiendo sido él apoyado por su familia (RC-AV-MH, RC-AD-MH, RC-LE-MH), mientras que en el caso de Kate hay disparidad de percepciones. Pedro y Mariano consideran que ella fue apoyada por familia (RB-PED-MH y RB-MRO-MH), pero Jesús alega que ella tuvo menos apoyo del que hubiese querido tener (RB-JE-MH) y Roberto establece que sus padres preferían que hiciera otra cosa (RB-RO-MH).

En cuanto al trabajo científico, como ya se ha señalado, la mayoría no considera que se realice individualmente (RC-AL-MH; RC-H-MH; RC-B-MH; RC-MRO-MH; RC-S-MH). Además, perciben al trabajo científico como muy demandante, que requiere implicación, esfuerzo y dedicación (GD4-MH, 470-479; RC-AB-MH, RC-AV-MH, RC-JA-MH, RC-PA-MH, RC-RO-MH) e incluyen, entre las tareas de un investigador la difusión de sus trabajos en conferencias (RC-H-MH, RC-S-MH). Algunos alumnos perciben que es un trabajo con reconocimiento social como Hugo y Álvaro (RC-H-MH y RC-AV-MH), mientras que otros alegan que es un trabajo poco reconocido, como Luis que alega que hay futbolistas mejor pagados que los científicos cuando estos ayudan a mejorar el mundo (GD1-MH-2, 185-187) o como apuntan Alicia en su relato de

Carracedo: *“Fue a estudiar fuera, ya que en España no se le da tanta importancia al trabajo de científico y pagan menos que fuera”* (RC-ALI-MH) o Carla: *“Este científico actualmente traballa de outra cousa, pois o traballo de científico non da para vivir, este oficio non está suficientemente valorado pola actual sociedade”* (RC-C-MH). Además, como se ha visto en la descripción de Alicia, el alumnado vincula la investigación científica con la emigración, que también la utilizan en su relato Alberto y José (RC-AL-MH y RC-JO-MH). Como ya se ha visto hay disparidad de percepciones en cuanto al prestigio social de la profesión, al igual que con la remuneración económica del trabajo investigador. Los chicos suelen percibirla como una profesión bien pagada (RC-X-MH, RC-PEP-MH, RC-MRC-MH, RC-AF-MH) al igual que Sofía que considera que en la actualidad están mejor pagadas las profesiones relacionadas con la ciencia que con las ciencias sociales (GD1-MH-2, 37) y en su relato narra que Carracedo debe tener bastante dinero porque las empresas farmacéuticas suelen pagar bien (RC-S-MH). No obstante, ningún chico considera que sea un trabajo mal pagado, mientras que tres de las cinco chicas en sus relatos la representan como una profesión mal remunerada. Macarena en su relato narra: *“Su vida ahora será exitosa porque, aunque no gane tanto dinero como por ejemplo los futbolistas, está conforme con su trabajo y es lo que cuenta”* (RC-MAC-MH), mientras que Alicia relata: *“Fue a estudiar fuera, ya que en España no se le da tanta importancia al trabajo de científico y pagan menos que fuera (...) Cuando volvió a España se enamoró y ahora mismo está casado. Junto con su mujer se marchó otra vez para volver a su antiguo trabajo y allí tiene un puesto y un sueldo fijo”* (RC-ALI-MH) y Carla, como ya se ha relatado, considera que es una profesión que *“no da para vivir”* (RC-C-MH).

Además, el alumnado considera que existen barreras que dificultan a las mujeres su desarrollo profesional como científicas (GD1-MH-2, 271-279; GD3-MH, 411-422; GD4-MH, 660-710).

Moderadora: *¿Creéis que los científicos son iguales que las científicas?*

Todos/as: *Si*

Macarena: *Eu creo que teñen que ter un pouco máis...o sea...teñen que ter...dedicación non, que teñen que implicarse máis que os chicos para...para acadar o mesmo*

Moderadora: *(Suena el timbre) Ya acabamos ahora, ¿por qué?*

Macarena: *Porque é moito máis difícil, en plan, que a unha muller lle den traballo de...eu que sei...de ingeniero informático da nasa ca a un home*

(GD3-MH, 411-415)

No obstante, el GD2-MH (563-) considera que estas barreras, que aún siguen existiendo, son mucho menores que en el pasado (563-596).

Moderadora: Vale. *Cómo describiríais como creéis que son las científicas. Las chicas o mujeres que ya son científicas*

Alicia: *Pois igual que os homes*

Julia: *(incomprensible)*

Pepe: *Creo que no hai unha diferenca non*

Moderadora: Vale, *¿creéis que la vida de una científica es diferente a la de un científico?*

Pepe: *Si*

Moderadora: *La vida...el día a día*

Pepe: *O día a día no*

Moderadora: *Y la vida*

Pepe: *Pode ser. Non ten a mesma maneira...como é hoxe en día a sociedade hoxe en día non te ven da mesma maneira que...que... non se ve da mesma maneira a un home científico que a unha muller científica porque non sei a sociedade en si non...*

Todos/todas: *(silencio)*

Moderadora: *Creéis que es más difícil ser científica que científico, más duro*

Ramón: *Si (murmurando)*

Moderadora: *O como es...*

Pepe: *Hoxe en día non sei, pero se vamos anos atrás*

Alicia: *(incomprensible)*

Pepe: *unha científica non se lle deixaba*

Moderadora: *Y ¿ahora?*

Ramón: *Si que se deixa*

Pepe: *Ahora sí*

Julia: *Ahora sí pero...*

Moderadora: *Pero...*

Julia: *No creo que estea aún del todo bien visto, creo que aún falta bastante*

Pepe: *Si*

Todos/todas: *(silencio)*

Pepe: *Si vamos anos ...outra vez anos atrás*

Todos/todas: *(rien)*

Moderadora: *No te preocupes explayate*

Pepe: *todo todo eran científicos e a primeira vez que apareceu unha científica que descubriu algo sempre foi criticada, pero acabou tendo a razón*

Alicia: *En plan...*

Pepe: *e eso a xente creo que se deu conta e...*

Alicia: *De que sempre os logros científicos sempre levan nomes de homes en plan os que conoces sempre son homes, nunca son mulleres*

Moderadora: *Y...¿entonces creéis que los científicos y las científicas son iguales?*

Ramón: *Si*

Alicia: *No aspecto de como traballan si, poden ser iguales, en cómo son tratadas distinto (GD2-MH, 552-586)*

Esta dificultad de desarrollo profesional también se narra en los relatos de Bouman, tanto chicos como chicas incluyen entre sus líneas la dificultad que tuvo esta científica para llegar a ser científica (RB-AT-MH, RB-ALI-MH, RB-C-MH, RB-H-MH, RB-JE-MH, RB-LE-MH, RB-S-MH, RB-MAC-MH), como por ejemplo Jesús que escribe: “*Dado que hace 30 años el papel de la mujer dentro de la ciencia no estaba muy valorizado es probable que ella tuviese mayor dificultad para conseguir sus objetivos*” (RB-JE-MH) o Carla que narra: “*Non lle foi fácil conseguir o seu actual posto de traballo polo simple feito de ser muller (todo o contrario que o anterior caso) pero demostrou que ela podía sr tan ou máis boa que un home*” (RB-C-MH).

Esta mayor dificultad no se debe a factores internos como la inteligencia, capacidad o dedicación, sino a factores sociales y al proceso de socialización, como apunta Antonio en su relato: “*Una diferencia es que creo que ella tuvo más dificultad para conseguir llegar a ser lo que por la opinión que tiene la sociedad sobre la mujer y la desigualdad*” (RB-AT-MH) o Pepe: “*Katie Bouman es una mujer que nace en un país pobre al contrario que Carracedo, ella tiene menos oportunidades, sufre peores condiciones y sufre comentarios machistas desde pequeña. A pesar de todo esto sale a delante*” (RC-PEP-MH). En este sentido, Macarena en el grupo de discusión apunta: “*Si que o penso, o sea...non sei...vai a ter moito máis comentarios, o sea, o sea que raro que seas científica...non sei...e a un home pois é científico, vale, o sea preguntaranlle polos seus retos pero a unha muller preguntaranlle e cómo se che deu por ahí...*” (GD3-MH, 427).

Así, parte del alumnado reconoce que las científicas suelen estar invisibilizadas y

obtienen menos reconocimiento que los científicos (RC-AL-MH, RB-ALI-MH; GD1-MH-2, 272-279 y 286-288; GD2-MH, 580-586; GD4-MH, 681-698). Además, también consideran que tienen un trato diferente con respecto a los científicos, pues consideran que ellas tienen que esforzarse más – no por sus capacidades sino por las barreras que les ponen – para poder conseguir un puesto de trabajo u obtener el mismo reconocimiento que sus compañeros varones (GD1-MH-2, 271-279; GD3-MH, 411-414; GD4-MH, 681-704).

***Moderadora:** Y cómo son las científicas, como creéis que son las mujeres científicas*

***Pedro:** Pois que teñen que traballar o dobre que os homes para que se lle ...*

***Javier:** atribuya o mérito*

***Carla:** Si*

***Moderadora:** Y ¿cuáles son las diferencias entre los científicos y las científicas? A nivel de personalidad, características, de forma de ser...*

***Javier:** Pues mucho más...más chulos por así decirlo porque hacen a lo mejor la mitad que hacen las mujeres y ya llevan mérito en cambio las mujeres no llevan el mérito*

***Todos/todas:** (silencio)*

***Moderadora:** ¿Vosotras creéis que son iguales los científicos que las científicas?*

***Carla:** Si, eu penso que si pero que as mulleres teñen que traballar o dobre polo que dixemos (GD1-MH-2, 271- 279).*

Esta idea también forma parte de los relatos de tres chicas – Alicia, Carla y Sofía – y dos chicos – Marcelo y Luis –. Por ejemplo, Carla en su relato escribe: “*Non lle foi fácil conseguir o seu actual posto de traballo polo simple feito de ser muller (todo o contrario que o anterior caso) pero demostrou que ela podía sr tan ou máis boa que un home. No anterior caso seguramente foi aceptado case á primeira e a esta moza seguramente lle costou*” (RB-C-MH) o Sofía que relata: “*Seguramente tuvo que trabajar mucho más para que la tomaran en serio y cuando pidió trabajo le costó más. Seguramente se pasó horas y horas trabajando para conseguir el software final para procesar la imagen del agujero negro*” (RB-S-MH).

Además, los grupos que alegan que las científicas tienen que trabajar más duro para poder conseguir un puesto de trabajo o tener el mismo reconocimiento que sus compañeros, también reconocen, en mayor o menor medida, que esto tendrá repercusiones en su vida

cotidiana, siendo la mayor repercusión la pérdida del tiempo libre y la conciliación familiar (GD1-MH-2, 287-293; GD3-MH, 416-432; GD4-MH, 699-710; GD2-MH, 608-615).

Moderadora: *Entonces creéis que sí se tienen que esforzar más o trabajar más ... ¿eso no va a afectar a su vida personal?*

Todos/todas: *Si*

Javier: *Si va a tener menos horas para ella misma*

Carla: *Terá menos horas para conciliación familiar ou así... (GD1-MH-2, 289-292)*

-----//-----

Marcelo: *Eu creo que tamén un pouco... si xa fas de nai e eres científica...non podes...tes un fillo que coidar, o sea...puff...no digo oseo os homes tamén, pero en plan, non sei...como que agora están menos que antes pero...as mulleres como son...o sea son...*

Macarena: *Como que pensan que todas vamos a ser mamás*

Marcelo: *Claro...*

Macarena: *entón xa non nos poden contratar porque van a perder x tempo...*

Marcelo: *Si*

Moderadora: *¿Vosotros creéis lo mismo?*

Resto: *Si (GD3-MH, 416-422)*

En este sentido, no obstante, los chicos del GD3-MH consideran que las mujeres siguen teniendo problemas para conciliar no solo cuando son científicas, sino en general:

Moderadora: *El día a día creéis que es igual, o tiene más dificultades una científica que un científico*

Hugo: *No, eu creo que na...aínda o día a día dunha...non digo de unha científica ou non...digo dunha muller a un home aínda non está igualizado de todo*

Marcelo: *Si (GD3-MH, 430-432).*

La incompatibilidad de la carrera científica con la conciliación también se vislumbra en los relatos puesto que 8 alumnos y alumnas en sus relatos describen a pareja o a familia de Carracedo (RC-AB-MH, RC-AF-MH, RC-ALI-MH, RC-B-MH, RC-JU-MH, RC-LE-MH, RC-MAC-MH, RC-RO-MH) mientras que tan solo 2 alumnos imaginan a la familia

de Bouman , estando en uno de los relatos divorciada (RB-AF-MH y RB-RO-MH). Además, al contrario que con Carracedo, hay dos chicos que en sus relatos explicitan como Bouman no tiene hijos. Juan narra que Katie no tiene ni pareja ni hijos (RB-JU-MH) y Bastian cuenta: *“De mayor ella al centrarse tanto en su trabajo ayudando de manera notable con la foto del agujero negro no tiene hijos, pero si una relación con otro científico de procedencia inglesa”* (RB-B-MH).

5.1.5 Maker School: El proyecto

Como se está viendo se emplea continuamente el término Maker, esto se debe a que la filosofía y metodología en la que se fundamentan las materias de tecnología y TIC, y consecuentemente el proyecto de innovación educativa Maker School, es el “aprender haciendo” (ENT1-C, 3-4; PD, 4).

El proyecto Maker School consiste en la creación de una empresa solidaria, gestionada cooperativamente, en la que el alumnado tendrá que realizar actividades inherentes a la actividad empresarial, diseñar productos y fabricarlos utilizando una “Impresora 3D Open hardware” y comercializarlos (PD, 4). Carlos nos lo explica de la siguiente manera:

es un proyecto en el que colaboran todos los departamentos del centro, en el que los alumnos crean una empresa, una empresa que es una empresa solidaria, en la que tienen que diseñar objetos, productos, fabricarlos con las impresoras 3D, manejar ellos las impresoras 3D y esos productos luego hay que comercializarlos y con los beneficios que obtenemos lo donamos a una ONG o a un proyecto solidario que decidimos también entre toda la comunidad educativa. (ENT1-C, 1-2).

Este proyecto surgió hace cinco años, en el curso 2015-2016, a raíz de la necesidad e inquietud que tenía el docente de cambiar la metodología de dar clase y por enseñar y aprender mediante estrategias y metodologías acordes al tiempo que vivimos, donde el alumno se convierta en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Carlos apunta a la necesidad *“de salir de la zona de confort (...) entonces digamos que en un momento decidí que tenía que cambiar cosas, y... quise aprovechar la materia que doy, que es la de tecnología, para...para hacer esos cambios, y de ahí un poco surgió la idea de hacer una Maker School”* (ENT1-C, 1-2).

Este proyecto, que en la programación didáctica se cataloga como interdisciplinar – puesto que teóricamente se lleva a cabo a nivel de centro y participan todos los

departamentos didácticos, además de tener un hilo conductor diferente cada año, siendo este año la alimentación – realmente está vertebrado en el departamento de tecnología, concretamente en las materias optativas de 4º de la ESO, tecnología y TIC. Además, la colaboración de las otras áreas es anecdótica, pues el área de música crea la banda sonora para el proyecto, la de educación plástica el logo y la campaña publicitaria, las lenguas se encargan la redacción de noticias y grabación de videos explicando el desarrollo del proyecto, la de matemáticas la realización de la contabilidad a través de varias hojas de cálculo compartidas (ENT1-C, 3-4); son las materias de TIC y Tecnología de 4º de la ESO las que cargan con todo el peso del proyecto - según la programación didáctica del curso 2019/2020 se vertebran en torno al proyecto Maker School –. Concretamente en la materia de TIC se crea la página web de la empresa, la app, se gestionan los pedidos y las ventas y en la materia de tecnología se monta y programa la impresora 3D, se diseñan y fabrican los objetos para vender, se realiza el mantenimiento de la impresora, se investiga sobre nuevos materiales de impresión 3D que salen al mercado. El propio docente en su entrevista afirma que ha decidido proponer el proyecto en cuarto de la ESO porque el currículo de cuarto de la ESO es el que más se adapta para las actividades que realizamos dentro de Maker School, ya el currículum contempla contenidos de electrónica analógica, electrónica digital, control por ordenador, y al fin y al cabo una impresora 3D es una máquina de control numérica, una máquina de control por ordenador (ENT1-C, 6-7). Por lo tanto, *“la parte de electrónica, la parte de impresión 3D, es decir, el control por ordenador, la parte de robótica está integrada fundamentalmente en el currículo de cuarto y no en el de segundo y un poquito en el de tercero”* (ENT2-C, 1-2).

Carlos, aunque considera al proyecto Maker School un proyecto interdisciplinar, es consciente de que el alumnado sigue percibiendo que el mayor peso recae en la materia de tecnología de 4º de la ESO, y esto se debe a que él trabaja gran parte del currículum de esta materia a través de este proyecto: *“el alumnado lo centra mucho en la asignatura de tecnología y en las de ciencias quizás ...depende también del año, no todos los años son iguales lógicamente, pero si es cierto que, bueno claro, donde hay mayor peso porque al final está dentro de lo que es la impresión 3D pues entonces en tecnología lo tienen como más focalizado. Pero bueno yo creo que también se percibe, y de eso tratamos, de que lo vean como un proyecto de centro, pues desde donde todas las asignaturas colaboran y todas las materias colaboran”* (ENT1-C, 9-11). Esto se corrobora con la

percepción de las alumnas, que en la entrevista grupal apuntan a una fusión de la materia de tecnología con el proyecto Maker School:

Sofía: Polas comisións supoño máis tamén porque está todo relacionado con MakerSchool mentres que...en inglés...

Carla: Bueno, ahora tamén, ahora todas...

Macarena: Tecnología, xa non é tecnología é MakerSchool.

Carla: Tal cual.

Leticia: Podían cambiarlle o nome e poñer tecnología alí entre paréntesis, pero moi chiquitito.

Macarena: Claro e no resto facemos cousas ...a ver non nos vai servir todo para a vida pero o que se ten que dar. (EG-MH, 212 – 232).

Además, las alumnas consideran que lo que diferencia a la materia de tecnología del resto de materias es el trabajo por comisiones y el proyecto Maker School, planteándonos ciertas dudas sobre la interdisciplinariedad de este proyecto. En este sentido, aunque el docente es consciente de que casi todo el peso del proyecto Maker School recae en el departamento de tecnología y de que el alumnado lo centra mayormente en la materia de tecnología de 4º de la ESO, en ningún momento se replantea la pedagogía que fundamenta el proyecto, es decir, si el proyecto es verdaderamente interdisciplinariedad o no.

Carlos para organizar el proyecto Maker School emplea comisiones, comisiones que surgen debido a la ratio de alumnado en sus materias, pues ha ido aumentando en los últimos años y los recursos siguen siendo los mismos. Además, esta distribución por comisiones es única de Carlos, pues las otras materias se organizan para el proyecto según sus necesidades.

Carlos: Vale, ehh, trabajamos por comisiones dentro de mi materia ehh en las otras materias puede...

Moderadora: Sí, en TIC y Tecnología

Carlos: Si, puede haber otros profesores que trabajen así pero no tiene por qué ser así. Yo en TIC y tecnología básicamente, esto vino a raíz de la ratio de alumnado, es decir, tú de repente te encuentras que quieres trabajar, por ejemplo, pues yo que sé, electrónica o impresión 3D con 28 alumnos o 29 alumnos y tienes una impresora o dos impresoras como mucho para trabajar con ellos... entonces claro con 28 alumnos eso es inviable, que puedan ellos tocar la impresora. Claro, yo les puedo dar una clase magistral de una impresora, pero ya sabemos lo que es, eso es mirar y...perder totalmente lo que han aprendido, entonces mucho mejor que

ellos manipulen.

Para eso la única solución, o la solución que se me ocurrió fue crear distintas comisiones. (ENT1-C, 23-26).

Las comisiones son diferentes en cada materia y surgen a raíz del proyecto y de las necesidades específicas de cada materia en función de sus contenidos curriculares.

El docente me explica por encima la dinámica de la materia, funciona en torno al proyecto Maker School, por lo que la clase, al igual que la de tecnología se divide en comisiones. Estas comisiones difieren entre sí en el tipo de actividades, mientras la de informática se ocupa más de la difusión la de tecnología se ocupa del proceso. (OBS1-TIC, 3)

En la materia de tecnología, el proyecto Maker School se organiza en torno a cinco comisiones: mantenimiento de impresoras 3D, software 3D, I+D+I, vivienda domótica y robótica, que han surgido, como se ha apuntado, ante las necesidades que ha ido detectando el docente en cada materia (ENT1-C, 27-29; PD, 14).

La comisión de impresión y mantenimiento 3D consiste en el montaje de la impresora, su manejo y su arreglo y mantenimiento, puesto que cuando se imprimen piezas las impresoras se desgastan y es necesario arreglarlas (ENT1-C, 27-29; PD, 14). Por ejemplo, en una de las observaciones uno de los chicos que conforman la comisión está intentando separar una especie de tuerca de otra parte para así poder reutilizarla, pues la pieza dañada es la que está inserta en la tuerca. Asimismo, una de las impresoras estaba obstruida y necesitaba que se cambiara una de las piezas del cabezal de la impresora. Para ello, Sofía y Carla hablan con el profesor sobre la boquilla de impresión que están intentando desatascar, ya que según me explican a veces le quedan restos. Carlos les explica que tienen que buscar una varilla metálica que se usa para poder limpiarla, que debería estar en los repuestos, pero ellas dicen que ya han buscado y no la encuentran, además también les dice que la impresora debe estar a 150 grados porque si no el plástico no se va a fundir para poder desatascarla. Carla le informa que la impresora que está en el Espacio Maker chirría y Sofía le dice que hay que fijar una pieza a otra que lo hará con Marcelo que ya está fuera.

Carlos se dirige al alumno que está intentando separar las dos piezas y le explica que debería usar unas pinzas más cómodas, mientras tanto busca la caja de herramientas en la que debería estar la varilla de metal para desatascar la impresora. Sofía ayuda al chico a agarrar y mover la pieza para que él pueda tirar con comodidad y lograr separarlas. El

niño le coge las pinzas a la chica para así poder tirar con las dos manos, y le pregunta si ella puede coger una de las pinzas y tirar, entre los dos consiguen separarla.

Carlos no consigue encontrar el alambre, Sofía y Carla rebuscan por el estante de herramientas, hasta que encuentran una caja muy pequeña, mal etiquetada, en el que está el alambre. Van a informar al docente de que ya la han encontrado y que se van a poner con ello, él les pregunta que van a hacer, y ellas le repiten los pasos de cómo tienen que desatascar la impresora para cerciorarse de que lo están haciendo bien. *“Temos que quentar primeiro ben a impresora non?”*, Sofía: *“o fusor”*, mira al profesor, *“si el fusor”*.

Sofía y Carla mientras se calienta la impresora hablan, cuando está a 150°C empiezan a meter el alambre en la boquilla de impresión, Carla empieza a introducir la varilla, pero la boquilla está bastante atascada, imposibilitando que introduzca más el alambre. Como no son capaces lo intenta Carlos – el docente -, pero él tampoco consigue introducir la varilla, alega: *“non atino aquí nin de coña”*. Sofía chica coge el alambre y dice: *“é coma meter un hilo nunha agulla”* y lo mete sin demasiada complicación, sin embargo, tampoco lo da metido hasta arriba. Lo vuelve a intentar el docente, pero tampoco lo consigue. Entre los tres valoran desmontar esa pieza, mientras tanto una de las chicas intenta meter la varilla por la parte de arriba de la boquilla, por un agujero pequeño que hay en la parte superior, posteriormente lo introduce por la propia boquilla varias veces, hasta que suena la campana. Ella sigue intentándolo mientras los demás recogen, lo consigue y dice orgullosa: *“Por qué nadie me da un premio?”* (OBS1-TEC-4A, 24-30).

La comisión de diseño y laminado 3D, es decir, Software 3D, se encarga del diseño de las piezas – que, al igual que el mantenimiento, entra dentro del currículum de tecnología – (ENT1-C, 27-29), del laminado y de la actualización del Firmware de las impresoras (ENT1-C, 27-29; PD, 14). El alumnado, para el diseño y modelo 3D emplea el programa Tinkercad y Onshape. Estos diseños deben guardarlos en formato STL, formato compatible para la impresión 3D, posteriormente, dependiendo de la impresora que se vaya a utilizar deben emplear un programa determinado, pues no todas las impresoras emplean el mismo programa de impresión. Una vez se mande el archivo a imprimir, al igual que con una impresora ordinaria, se pueden elegir las calidades de la impresión – dependen de los materiales de filamentos para la impresión 3D -. Una vez seleccionemos la calidad de la impresión tenemos que generar el Gcode y pasarlo a una tarjeta SD que se introduce en la impresora y nos permitirá imprimir el archivo (OBS1-TEC-4B, 38).

Los objetos que diseña esta comisión siguen una línea temática. Esta línea, que la marca el proyecto Maker School, va cambiando cada año, el año pasado trataba sobre la música y en este curso escolar – 2018/2019 – gira en torno a la alimentación. El alumnado de esta comisión destaca la dificultad de diseñar piezas comerciables con temática de alimentación puesto que deben descartar toda la comida redonda – y según ellos casi toda la comida es redonda - por su dificultad a la hora de modelar y de imprimir. Además, afirman que han decidido que todo vaya a ser de un mismo color ya que es mucho más fácil de imprimir, pues sino tendrían que imprimir el objeto por partes y ensamblarlo, siendo el trabajo mucho mayor de cara a la venta (OBS1-TEC-4A, 19). Para sacar algunas ideas sobre los objetos que podían comercializar acudieron a la página Tinkercad, que no solo sirve para el diseño de objetos 3D, sino que también tiene una galería de diseños libres – sin copyright – que se pueden exportar; aunque no encontraron ninguno que les sirviera (OBS1-TEC-4A, 20). Como no encontraron nada en Tinkercad buscaron en otras webs objetos que cumplieran las características que habían establecido y encontraron la idea de un llavero abrebotellas con forma de pizza, se descargaron el archivo, lo adaptaron y modificaron según sus necesidades y le añadieron el logo del proyecto Maker School - MS – (OBS1-TEC-4A, 20).

Sin embargo, aunque la comisión de Software es la encargada de realizar los diseños 3D no es el alumnado que integra dicha comisión quién decide qué se va a imprimir, sino que ellos hacen propuestas de productos al resto de la clase y se elige democráticamente los objetos que serán impresos y en los colores que se van a imprimir.

Carlos les pregunta que van a imprimir, si ya han decidido cuáles son los objetos que van a comercializar este año. Ellos le enseñan un abrebotellas llavero con forma de trozo de pizza. El profesor supervisa la muestra y les pregunta si creen que va a resistir el agujero que tiene o si va a partir al abrir varias botellas. Ellos le responden que sí que creen que va a aguantar. Además, le dice que es un poco grande para ser un llavero que si lo llevan en el bolsillo no cabe, que, si se puede hacer más pequeño. Ellos le responden que no, que sino no se pueden abrir las botellas. Carlos les pregunta qué otro objeto van a imprimir, ellos le dan unos llaveros con forma de uva y otro de manzana. El profesor les responde, ah perfecto porque los de la otra clase van a hacer los posavasos. Ellos le dicen que la manzana no les convence demasiado porque hay que pintarlas, a lo que él le responde que se pongan de acuerdo con lo que quieren hacer porque tienen dos tipos de manzanas de muestra. Como anteriormente le habían pedido coger una bovina amarilla de filamento Carlos les pregunta que querían imprimir en amarillo, ellos le responden que el

abrebotellas con forma de pizza. El docente les pregunta por qué en amarillo y ellos le responden que porque creen que queda mejor. El profesor les pregunta si lo han consultado al resto de la clase, y alega: *“hombre esto es un equipo, no podéis coger un color y decidirlo vosotros, escoged un par de colores y luego se les pregunta al resto de la clase”*. (OBS1-TEC-4A, 15-18).

La comisión de domótica tiene como objetivo la construcción de una vivienda domótica empleando placas Arduino (ENT1-C, 27-29; PD, 14). Cuando les pregunto a los chicos de esta comisión que significa eso de vivienda domótica, me miran extrañados, supongo que ellos ya tienen totalmente normalizado e interiorizado el funcionamiento de una vivienda domótica. Me explican que una vivienda domótica es casa inteligente, de estas que controlas con el móvil y para explicármelo mejor me traen una maqueta: *“Esta é doutro ano pero a idea é facer cunha placa Arduino - sacan la placa y me la enseñan - unha instalación eléctrica dunha casa”*. Otro alumno continúa: *“facemos a instalación eléctrica, esta está feita con circuitos eléctricos cerrados, pero nos o que estamos facendo é deseñar todos estos circuitos conectados á placa Arduino e así poder controlala”*. (OBS1-TEC-4B, 40).

La comisión I+D+i – investigación y desarrollo – consiste en investigar sobre nuevos materiales de impresión que hay en el mercado, investigar sobre los drones y fabricar una prótesis 3D para niños y niñas que la necesiten (ENT1-C, 27-29; PD, 14). Para la realización de la prótesis tienen que imprimir las piezas que ya han diseñado o descargado de alguna de las páginas citadas anteriormente y ensamblarlas. En el momento de la observación estaban colocando los hilos que proporcionarían el movimiento de apertura y cierre a los dedos de la prótesis antigua puesto que los que tenía no eran nada resistentes y se rompían (OBS1-TEC-4A, 22).

La comisión de robótica, que se configuró en el segundo trimestre, se encarga del montaje de los robots Mbot-Ranger – se pueden montar de tres formas diferentes y dependiendo de esto pueden tener diferente velocidad y funcionalidades - , su puesta a punto, aprender a manejarlos y la crear retos para el alumnado del centro utilizando la robótica y para participar en el concurso de la Fundación Barrié de robótica (OBS2-TIC-4B, 20 y 40; PD, 14). Como la comisión de robótica se configuró a finales del segundo trimestre del curso 2018/2019, coincidiendo con las observaciones, el alumno que eligió esta comisión, tan pronto al haberla elegido, se dispone a coger las cajas de los robots y a ponerlas encima de una de las mesas del taller. Posteriormente, saca los robots de cada caja y los dispone

al lado de cada una de ellas cuidadosamente. Cuando termina, toma un manual que contiene cada caja y lo comienza a leer detenidamente – ya que como hay tres formas de montaje debe cerciorarse cómo se monta cada Mbot -. Al finalizar de leer el manual de instrucciones, el alumno desmonta por completo uno de los robots y lo vuelve a montar – para saber cómo funciona-. Comprueba que todos los robots tengan las ruedas bien montadas, algunos están montados de la forma tradicional y otros en formato Ranger - tienen unas cintas en las ruedas, recuerdan a los neumáticos continuos de la maquinaria pesada -. El alumno revisa el montaje de todas las ruedas de los Mbot y comprueba que tengan batería, poniendo a cargar los que estaban descargados. Posteriormente, comienza a montar uno que estaba medio desmontado y me explica que próximo día comprobará con una tablet si funcionan (OBS2-TIC-4B, 35-48).

Las comisiones de TIC no solo se forman a raíz de las necesidades del proyecto Maker School, sino también de las necesidades del propio centro (ENT1-C, 31; OBS1-TIC, 10) y se distribuye en las siguientes comisiones: diseño web, ventas, difusión, community manager y edición de videos (OBS1-TIC, 4-7).

La comisión de diseño web se encarga de diseñar, mantener y actualizar los contenidos de la página web del proyecto Maker School (OBS1-TIC, 4; PD, 19; ENT1-C, 31). Los miembros de la comisión me explican que los antiguos miembros de la comisión tuvieron que migrar la antigua web a Google Sites. Ellos ahora tienen que modificar el diseño a la web para que quede mejor y sea más intuitiva - suprimir ciertas áreas o pestañas que no son necesarias -, para ello trabajan con parte del código HTML que los miembros anteriores de la comisión habían creado. Los nuevos integrantes de la comisión, con ayuda de los miembros anteriores, pues los actuales no saben programar, siguen construyendo la web y unifican pestañas -la parte social, los colaboradores y la portada – (OBS1-TIC, 8).

La comisión de ventas que se encarga de la actualización del sistema de ventas – tienda online -, del diseño de las estrategias de venta, el registro de las ventas y los pedidos, y a la mediación con los patrocinadores o potenciales compradores (OBS1-TIC, 6; PD, 19). Por ejemplo, durante las observaciones Alicia, una alumna integrante de la comisión de ventas estaba mandando un email a una de las empresas patrocinadoras sobre el proyecto (OBS1-TIC, 11).

La comisión de difusión tiene como tareas la edición de fotos, vídeos y sonido, la edición y maquetación de las pistas de audio con las canciones para el timbre, la organización de las carpetas de Drive del proyecto, la recopilación de documentos – documentos, fotos y vídeos - de las tareas realizadas en todas las materias relacionadas con el proyecto Maker School, y la presentación de Maker School en otros centros (PD, 20; ENT1-C, 31). Como ejemplo, durante las observaciones, un integrante de la comisión de difusión estaba maquetando la música del timbre para el tercer trimestre mientras que los otros dos integrantes estaban intentando reparar una de las antenas de los receptores que utilizan para el programa de radio del centro y que no funcionaban. Durante la grabación de los últimos podcasts estos dos alumnos descubrieron que solo funcionaba uno de los micrófonos, tras desmontarlos y probarlos descubrieron que eran las antenas de los receptores – estaban rotas o no tenían -. Actualmente, en esta sesión están buscando en google antenas similares a las del receptor, comprueban su precio por si les compensa reparar el receptor o comprar otro nuevo. Al ver que los precios son asequibles continúan la búsqueda de la antena. Uno escribe en Google: *“tipos de antena radiocontrol”*, no encuentra nada relevante y cambia la búsqueda a antenas de micrófono, que tampoco funciona. El compañero le empieza a leer la información que contiene el receptor y le dice: *“pon antena para una frecuencia de X”*. El compañero que busca el Google escribe *“antena receptor micrófono 178, 8 Mhz”*, y clicca en el enlace *“micrófonos conceptos básicos”*. El compañero sigue leyendo información que aparece en el receptor y le dice *“es una antena VTHF”*, lo acabo de leer en las cosas blancas, el compañero lo googlea y el otro le señala con el dedo la antena que se parece. El compañero le responde: *“esa no vale”*, a lo que le responde: *“ya, pero tiene antenas, podemos mirar”* (OBS1-TIC, 10).

La comisión de comunicación o community managers que se dedican a publicar en la web del centro – no del proyecto Maker School -, a publicar en las redes sociales del centro y del proyecto Maker School, es decir, se encargan de visibilizar el proyecto a través de medios digitales, y también diseñan los formularios de evaluación sobre las materias que tendrá que cubrir el alumnado al finalizar el curso escolar (PD, 20; OBS1-TIC, 5; ENT1-C, 31).

Comisión de video, realidad aumentada y realidad virtual se encargan del diseño y uso de códigos QR, de actividades con realidad aumentada, aunque en el momento de las observaciones se estaban encargando de la realización de un video del proyecto Maker School, puesto que la comisión de ventas consiguió que una empresa les cediera una

licencia gratuita de una APP para la gestión de ventas, pero como condición tenían que enviarles un video explicativo del proyecto. Consecuentemente, la comisión de video es la encargada del montaje del video, de solaparle el audio explicándolo, de editarlo etc (OBS1-TIC, 7; ENT1-C, 31).

El alumnado, al inicio del curso, elegirá en qué comisión quiere trabajar. Sin embargo, no estará en dicha comisión durante todo el curso académico, sino que irá rotando por las diferentes comisiones a lo largo de éste. Esta rotación tiene como objetivo que todos los alumnos y alumnas puedan manipular, puedan tocar, puedan aprender haciendo cosas en las diferentes comisiones (ENT1-C, 26). Sin embargo, Carlos reconoce que en el caso de tecnología no es posible que el alumnado rote por todas las comisiones por cuestiones temporales. No obstante, afirma que existen tres comisiones que son fundamentales puesto que abarcan muchos más contenidos curriculares y estándares de aprendizajes que otras y por ello es imprescindible que todo el alumnado pase por ellas (ENT1-C, 37-38). En este sentido, el alumnado del GD3-MH (10-16) apunta que en tecnología no han rotado ninguna vez, de momento, pero que en TIC ya rotaron tres veces y afirman que esta ausencia de rotación en tecnología puede deberse a que en el primer trimestre no estuvieron en comisiones (GD3-MH, 17-23). El GD4-MH afirma que, aunque les hubiese gustado rotar más, entienden que, dependiendo de la tarea que estés haciendo o la comisión en la que te encuentras podría llegar a ser contraproducente (87-100). En este sentido:

Leticia: ...da comisión, do que estés facendo na comisión...eu por exemplo co da aplicación si me vas rotando cada mes..puff...

Xurxo: no das

Leticia: ...non non non a fago, non a acabo.

Xurxo: Ya, eso sí

Alfonso: Non das avanzado, a parte, en cambio se estás máis tempo pois...das feito bastantes cousas

Leticia: Eu creo que o de rotar debería ser dependendo do traballo que estés facendo na comisión. No de formularios ao mellor, que eu botei un montón de tempo e tampouco é que estivéramos facendo tanta cousa, si o vexo o de rotar máis a menudo, pero en cambio nuha comisión como...a da App, a da web, ou a de ventas...tes que rotar durante máis tempo, menos veces sabes, porque mentres te das acostumbrado ao que tes que facer...o

sea cando te acostumbras e o fas case mecánico xa tes que cambiar de comisión e poñerte a facer outra cousa.

Sin embargo, algunos alumnos del grupo GD3-MH, a pesar de estar contentos con sus comisiones ya considera que es hora de ir rotando, Macarena alega que es porque ya se les están haciendo bastante mecánicas las tareas.

Moderadora: Vale, las comisiones creéis que funcionan bien o no, o os gustaría tener otras comisiones que no tenéis, cuál es vuestra favorita...

Hugo: Home depende da xente que haxa en cada comisión, eu na miña comisión estou...osea cos que estou na miña comisión estou ben pero...ahora gustaríame rodar un pouco de comisión...

Marcelo: Eu tamén estou cómodo pero no meu caso a min gústame estar dentro das comisións que había pois eu estou na de mantenimiento das impresoras de levar as impresoras a punto e pois gústame bastante non sei, non quero rotar, pero bueno se hai non teño problema.

Macarena: A ver eu si que vexo que funcionamos ben en plan somos tres personas no de modelado 3D pero que si que se fai un pouco cansado porque é sempre o mesmo, en plan sacar fotos e tal, pero bueno, está bien.

De hecho, cuando se les pregunta si considerarían útil rotar más de comisión todos y todas ellas responden que si (GD3-MH, 77-78).

Nos parece importante señalar el proceso de rotación, ya que el alumnado no rota de una comisión a otra en bloque, es decir, cada alumno puede volver elegir la comisión que quiera o irá a una comisión determinada por petición del docente. Por ejemplo, los integrantes de la comisión de mantenimiento irán a robótica, domótica, software...y trabajarán con otros compañeros y compañeras en su nueva comisión (OBS2-TEC-4B, 6-9). Pero ¿cómo va a saber el alumnado qué hay que hacer en esa comisión si no se queda ningún miembro perteneciente a dicha comisión? Pues muy sencillo, podrán saber lo que estuvo haciendo esa comisión leyendo el Porfolio Maker. Éste es un documento que cada comisión tiene que ir actualizando con las actividades que van realizando a lo largo del curso y en el que tienen que explicar los pasos que han ido siguiendo para la construcción, diseño, montaje, actualización...de los diferentes elementos con los que han trabajado en la comisión (OBS1-TIC, 8; OBS1-TEC-4A, 6; OBS1-TEC-4B, 38), puesto que actúa como tutorial para los futuros integrantes de la comisión (OBS2-TIC, 10; OBS1-TEC-

4A, 6). Durante la observación OBS2-TEC-4B el docente le recuerda al alumnado, pues estaban rotando de comisiones, que el portfolio Maker es un tutorial en el cual tienen que poner enlaces que han ido utilizando durante ese tiempo en la comisión, como por ejemplo como cambiar una pieza de la impresora (4). En este sentido, en la OBS2-TIC, se puede ver como el docente les da mucha importancia a las evidencias – enlaces a webs, videos, etc. que han ido utilizando -: *“una cosa interesante de este portfolio, y lo digo para todos, veo enlaces, eso es interesante porque son evidencias de lo que habéis aprendido”, “no veo enlaces, debéis poner evidencias. Por ejemplo, os he visto trabajar como una página web para aprender HTML pues podéis ponerla o también la del dominio. Pensad que tenéis que enseñar a vuestros compañeros”* (8-9)

Sin embargo, el portafolio Maker no es sólo un tutorial para el alumnado cuando rota de comisión, sino que actúa también como herramienta de evaluación. Éste se organiza semanalmente y con tablas, cada semana el alumnado tiene que escribir qué tareas ha ido realizando a lo largo de ésta y asignarse una nota, posteriormente, el grupo debe consensuar la nota de su compañero/a (OBS2-TIC, 13-16). Por ello, el docente suele revisar los portfolios y dar feedback al alumnado, señalando tanto cosas positivas como negativas, para que puedan completarlos (OBS2-TIC, 5-15).

Nombre	Tareas realizadas	Autoevaluación	Coevaluación

Además, al final del portfolio tienen que plantear posibles preguntas para el examen, sobre contenidos que han estado utilizando durante su estancia en la comisión. Así, Carlos les indica: *“tenéis que poner cuatro preguntas sobre cosas que habéis aprendido o cosas interesantes para preguntarles a vuestros compañeros”*. A continuación, lee en voz alta una de las preguntas que están en uno de los portfolios y alega: *“veis esta no tiene mucho sentido, pero la segunda sí”* (OBS2-TIC, 7).

En adición al portfolio, para que el nuevo alumnado que conforma las comisiones se ponga al día de las tareas y funcionamiento de dicha comisión, uno de los antiguos miembros de la comisión – el que más controle - tiene que explicarle su funcionamiento y lo que estaban haciendo en ésta (OBS2-TEC-4B, 10). Además, Carlos también se va pasando por las comisiones para explicarles a grandes rasgos cómo funciona, donde están los

materiales que se utilizan, la tarea que tienen que realizar... (OBS2-TEC-4B, 11-47). Por ejemplo, en la comisión de mantenimiento Carlos se acerca y les enseña los manuales de las impresoras, además les pregunta cómo se llaman las impresoras, responden León, Ifestos e Ifestos 2 y para qué sirve uno de los cables que hay por allí. Después les enseña diversos maletines y cajas que tienen repuestos para las impresoras, en una de las cajas había un cristal roto que resulta ser la cama de la impresora – el cristal en donde se imprime -. El docente les informa de que no compró porque no lo encuentra, que tendrán que decidir si cambian a una cama caliente o lo sigue buscando. Cuando encuentra otro objeto importante, una varilla que sirve para desatascar el extrusor, les pregunta qué es y para qué sirve, una vez responden les da una caja para que guarden y ordenen todo el material que les ha enseñado. Posteriormente, Carlos encuentra una pieza rota, llama a otro de los alumnos que estuvo en esa comisión y le pregunta si cree que esa pieza se puede aprovechar, el alumno le responde que no, que solo el cable. Continúa revisando el material hasta que llega a una caja con unos cables y unas piezas, Carlos les explica que es un kit de limpieza para limpiar la impresora y llama a uno de los alumnos que ya estuvo en la comisión para que les enseñe como limpiar la impresora mientras él se va a otras comisiones (OBS2-TEC-4B, 25-35).

No obstante, no todas las comisiones están igual de bien organizadas, como se puede ver en la OBS2-TEC-4B, la comisión de vivienda domótica no tiene la carpeta bien organizada, les faltan documentos y planos, lo que dificulta la incorporación de los nuevos alumnos a la comisión (42-47).

El alumnado considera unas comisiones más importantes que otras, por ejemplo, en el grupo de discusión GD1-MH-1, los chicos alegan que la comisión que les parece más útil a largo plazo es la de I+D+i porque implica investigar, concretamente, sobre el diseño de prótesis. No obstante, a estos mismos alumnos la comisión de mantenimiento y software no les parecen demasiado útiles salvo que te quieras dedicar a algo relacionado con eso o tengas una impresora 3D en casa (GD1-MH-1, 111-125), al contrario que a sus, Sofía y Carla, que consideran que su comisión, la de mantenimiento es muy útil, al igual que Luis, pudiéndose deber a que ellas han estado menos en contacto con máquinas y por ello consideran más útil entender su funcionamiento que la innovación en la tecnología.

Sofía: Nos en mantenimiento en plan aprendemos a como vai a impresora...entón despois en calquera máquina sabes onde tocar para que funcione ben e onde cambiar ou botar

aceite e así ...

Carla: Sabes, o sea, como que aprendes a mirar ben nos...nas guías das impresoras...porque pois por exemplo tes que desatornillar o tornillo e...logo...para desmontar, pois tes que regirte polo que dice o manual...non facelo ti como queiras

Luis: En todas as comisións en general tes que buscar ti como ehhh a solución a algún problema e eso creo que pode ser...pódese poñer en práctica se tes algún problema nun futuro... e mantenimiento e como funciona unha máquina que é o que ven sendo unha impresora 3D. (GD1-MH-1, 123-125).

En este sentido, el grupo de discusión GD2-MH también considera que la comisión de mantenimiento es muy útil, al igual que la de diseño 3D (102 – 113) alegando que es una influencia a la hora de querer estudiar algo relacionado con la ciencia y la tecnología. Sin embargo, ninguna de las dos chicas considera ninguna comisión útil, incluso Alicia, que quiere ir por artes no encuentra útil la comisión de Software 3D: *“a verdade é que eso xa depende de cada persoa porque eu tiro máis por artes entón non ten nada que ver o que estou dando co que vou facer”* (Alicia, GD2-MH, 110).

Sin embargo, el alumnado del grupo GD3-MH, considera que la comisión más útil para el futuro es la de domótica (72-78). Mientras que el del GD4-MH, al igual que los otros grupos consideran útiles las de Software 3D y la de mantenimiento. Concretamente, todos y todas consideran útiles la de Software 3D y Leticia y Alfonso incluyen la de mantenimiento. Mientras que en la materia de TIC consideran útiles el mantenimiento web, ventas o realidad aumentada.

Xurxo: En tecnología, yo pienso que una de las comisiones es en la que estoy ahora que es lo de laminar, hacer diseño y eso, y en TIC lo de ventas, para mí me parece que es lo más útil digamos.

Álvaro: Pues para min en...en TIC sería, ahora realidad aumentada y realidad virtual, y en tecnología sería...o la comisión de Arduino oooo como decía Xurxo laminado.

Leticia: Para min tecnología, na que estou, que agora estou facendo modelado 3D ou coas impresoras, chamoume bastante a atención...e en TIC pois o de mantemento web ou no de redes sociais, estaría ben.

Alfonso: Para min en tecnología sería o das impresoras ou de laminado, e en TIC pois mantenimiento web máis o de ventas (GD4-MH, 101-109).

Cabe destacar que tres de las cinco chicas que cursan la materia de tecnología consideran útil la comisión de mantenimiento de la impresora. Esto parece contradecirse con la literatura que apunta que las chicas suelen huir de tareas relacionadas con máquinas y herramientas (Jozefowicz et al., 1993). Sin embargo, nosotros creemos que esto se puede deber a que estas niñas, que cabe recordar que son del ámbito rural, han tenido menos oportunidades, en su vida diaria, de trastear o manipular aparatos electrónicos. Esto lo podemos inferir de una de las observaciones en la que Sofía compara desatascar la boquilla de la impresora con enhebrar una aguja, sugiriendo que en casa suele ayudar con tareas tradicionalmente femeninas (OBS1-TEC-4A, 29).

Sin embargo, ni las alumnas ni Carlos perciben que existan intereses diferenciados entre chicos y chicas a la hora de elegir una comisión. De hecho, apunta que hay dos chicas en la comisión de mantenimiento 3D este año y que han sido ellas las que han elegido ir a esa comisión al inicio de curso. Aunque tampoco puede asegurar que no existan intereses diferenciados, tan solo que él no los ha percibido (ENT1-C, 41 – 42). Sofía y Carla, las alumnas en dicha comisión en la entrevista grupal apuntan a que no han sido ellas las que han elegido esa comisión libremente: “(...) e despois, acabara ese trimestre, porque era dos últimos días xa e veu o trimestre seguinte e fixemos as comisións e a nós as dúas meteunos directamente na de mantenimiento da impresora porque xa sabíamos como iba, non nos deixou nin decir mu” (EG-MH, 494-496). Carla y Alicia concuerdan con esta afirmación, y Alicia subraya que es lo que le pasa a ella con la comisión de ventas en TIC, que como siempre ayudó en esa comisión – incluso cuando no iba en cuarto de la ESO – tanto el año pasado como este – pues es repetidora – el docente le asignó la comisión de ventas (EG-MH, 211). Además, las alumnas en su entrevista grupal cuando se les pregunta si los chicos están más interesados en la materia de tecnología apuntan que cuando no trabajan en comisiones eran iguales, aunque también apuntan a que con las comisiones siempre hay un chico que se implica más o intenta tomar el control de la comisión:

Macarena: Non, sin traballar en comisións éramos iguais, somos iguais...a ver, en todas as comisións hai un sempre como que quere facer algo máis, por exemplo, nas impresoras Pepe implícase moitísimo

Leticia: Si

Alicia: Si

Macarena: E...non sei, as outras comisións non as controlo. Despois laminado, Javier

tamén se implica moito. Depende...depende da persoa creo (EG-MH, 141 – 157).

Con respecto a la utilidad de las comisiones Carlos también considera que es necesario modificarlas, porque según él, con el tiempo te vas dando cuenta que hay comisiones que tienen más sentido que otras, además de que éstas van evolucionando y adquiriendo más funciones. Así, apunta que el año siguiente quiere *“estructurarlas un poco mejor y definir las a lo mejor un poco más claramente lo que tiene que hacer alguna, porque a lo mejor en algunos casos tienen un poco...no tienen muy claro mmm que tienen que....lo tienen pero no queda muy definido lo que tiene que hacer cada una”* (ENT1-C, 33-36). Aunque también considera que la anarquía también es funcional, pues hay cosas que se van solucionando en el día a día del aula o *“de repente pues... tienes a uno que lo tienes en una comisión y lo pasas para otra, o de repente una cosa que no era para hacer en esa comisión se hace en esa comisión, pues porque las cosas te van llevando a ello”* (ENT1-C, 33-36). Además, Carlos en la entrevista también señala la necesidad de introducir nuevos contenidos en el proyecto como trabajar más con Arduino, profundizar más en la robótica y distintas metodologías de impresión 3D, aunque esto le resulta complicado debido a su rol como director del centro y el tiempo que esto le requiere (ENT1-C, 14 - 19).

No obstante, la modificación de la que nos ha hablado el docente se ha hecho efectiva, puesto que si atendemos a la programación didáctica del curso escolar 2019/2020, en la materia de tecnología la comisión de robótica se afianza durante todo el curso escolar y no solo se conforma en el último trimestre, cosa que demandaban las alumnas (EG-MH, 358-367); mientras que en TIC se ha incorporado la comisión de seguridad en la red y se ha reestructurado la comisión de video, realidad aumentada y realidad virtual, conformándose con estas dos últimas la comisión I+D+i y la parte de video siendo absorbida por la comisión de difusión.

La metodología de enseñanza empleada en este proyecto, como se ha podido ir viendo, es activa, siendo el rol del docente de guía del aprendizaje. Para Carlos, el proyecto Maker School

está basado en la filosofía Maker que es la filosofía de...de hacer cosas, de fedellar que decimos aquí en Galicia, ehhh pero desde un punto de vista educativo...mmm...es una palabra que utilizamos mucho en educación, que se...se vende mucho pero que muy pocas

veces conseguimos que es lo de aprender haciendo, cuando quieres aprender haciendo una cosa ¿no? Y entonces está basado un poco en esa...en esa filosofía. El proyecto consiste básicamente en...en intentar que los alumnos aprendan haciendo cosas, en concreto en la materia de tecnología lo enfocamos fundamentalmente dentro de lo que es la parte de impresión 3D, diseño 3D...aunque también lo enlazamos con la electrónica porque hay mucha electrónica en las impresoras 3D, lo enlazamos con la robótica también...etc. Es decir, cubrimos buena parte del currículo de la materia de tecnología, especialmente en cuatro de la ESO, a través de este proyecto (ENT1-C, 3-4).

Como hemos visto en la descripción de las comisiones, el alumnado no solo aprende haciendo, sino también autónoma y cooperativamente. Aunque estos dos aprendizajes puedan parecer antinómicos la realidad es que son complementarios puesto que, aunque el alumnado trabaja grupalmente emplea el aprendizaje autónomo para la resolución de problemas, organización de las tareas, búsqueda de información etc. En su entrevista, Carlos nos señala que lo que cree que lo que más le aporta a su alumnado la materia de tecnología es *“es esa parte de hacer cosas, de aprender haciendo. Yo creo que es...la autonomía, la palabra que me viene a la cabeza es la autonomía, yo creo que si algo define mis asignaturas ahora mismo es la autonomía de los alumnos, y ellos tienen que ser autónomos”* (ENT1-C-72). También el propio alumnado señala la autonomía como una de las características principales de esta materia. Luis apunta *“en todas as comisións en general tes que buscar ti como ehhh a solución a algún problema e eso creo que pode ser...pódese poñer en práctica se tes algún problema nun futuro”* (GD1-MH-1,125). Mientras que Ramón alega que con lo que cree que más aprende en tecnología es con el proyecto porque: *“non está o profesor encima, o sea temos que buscar nós as cousas, e como que aprendemos máis”* (GD2-MH, 20-22). Leticia considera que lo más importante *“é aprender a resolver as dudas nos mesmos sin que nadie esté encima nosa dicíndonos ao pé da letra como teñen que ser”*, parecer con el que concuerda Álvaro que añade: *“como decía la compañera Leticia ehh es algo que nos brinda una nueva herramienta para seguir adelante sin tener tantos problemas y tener necesidad de pedir ayuda siempre a alguien, no se, yo creo que está muy bien por esa parte.”* (GD4-MH, 17-18). En otro momento de la conversación Leticia vuelve a recalcar la importancia de este aprendizaje: *“Para min en tecnología si influye un pouco no tema que está dicindo Alfonso de explicar e así, cando fai as clases de explicar aturúllome un montón, en cambio en TIC como vamos máis ao noso rollo, vamos aprendendo nos pois é máis fácil, chegas antes, non é como estar ahí escoitando e dicir bueno pois esto ten que ser así e así, e estar copiando*

para diante” (GD4-MH, 117). En lo tocante a las diferencias entre la materia de TIC y la de tecnología en cuanto al aprendizaje autónomo, en la entrevista grupal de chicas todas las alumnas de TIC concuerdan en que esta materia emplean un aprendizaje más autónomo que en la de tecnología, aunque las alumnas que cursan sólo tecnología consideran que esta materia también se caracteriza por el aprendizaje autónomo:

***Leticia:** E moi distinto a maneira de dar clase*

***Moderadora:** ¿Por qué? ¿Cuál es la diferencia?*

***Macarena:** En TIC estamos como nós...*

***Leticia:** Si, en TIC desarrollamos nós todo*

***Macarena:** Máis independente todo, pero todo*

***Sofía:** Bueno, en tecnología tamén é independente*

***Alicia:** Porque non das TIC*

***Macarena:** Claro, porque non das TIC. En TIC tes que facer ti todo*

***Leticia:** Xa, en TIC non explica nada do que tes que dar*

***Alicia:** Non fala contigo*

***Leticia:** Non me des problemas, a min dame solucións*

***Macarena:** Exacto*

***Leticia:** E ahí mádate ti*

***Macarena:** Dache algo que tes que facer e telo que facer*

***Leticia:** Entonces como que vas ao teu ritmo, valo sacando pero vas ao teu ritmo. Non é como ala veña hoxe unha horiña de chapa veña...(EG-MH , 95 – 109).*

El docente además apunta que esta autonomía en ocasiones es difícil para el alumnado, y les suele una frase, que ya la señaló Leticia anteriormente, para que practiquen dicha autonomía “*a mí no me des problemas dame soluciones*”. Esta frase se alinea con la propia idiosincrasia del proyecto puesto que el alumnado a medida que realiza el proyecto tiene que enfrentarse a situaciones problemáticas, dudas, toma de decisiones que les van surgiendo a medida que trabajan en las comisiones. Además, el docente también les plantea retos para que resuelvan ellos y ellas investigando, poniéndolos así en el centro del proceso de E-A (ENT1-C, 72).

El aprendizaje cooperativo es el pilar que sustenta el proyecto puesto que este gira en torno a comisiones en las que el alumnado trabaja conjuntamente dentro de la propia comisión y con las demás comisiones, como apunta Hugo en el GD3-MH “*cada grupo ter que facer unha cousa para o final, que ao final estamos todos a todo nun proxecto*

común” (4). En ese mismo grupo posteriormente se sigue subrayando la imprescindibilidad del trabajo cooperativo en el proyecto puesto que si una comisión falla las demás no pueden funcionar.

Hugo: a miña comisión que é a de software, que é o que facemos os laminados e as figuras 3D, sin nós por exemplo, a comisión de Marcelo non podería imprimir...entonces...

Marcelo: Eu creo que está todo un pouco relacionado, é importante que nos coordinemos ben entre nós para poder sacar o proxecto adiante (GD3-MH, 29-39).

Para concluir la descripción del proyecto Maker School queremos destacar que el alumnado considera útil tanto el proyecto como las comisiones, ya que, al grupo GD2-MH cuando se les pregunta por la influencia del docente en el gusto o interés por una materia, Alicia hace referencia a la metodología por proyectos y al trabajo en comisiones: *“Eu creo que tamén influye, en plan, o feito de que non sea todo teoría, sabes, como estamos en tecnoloxía e TIC e divididos en comisións e así, e facendo proxectos non temos que estar sempre cos apuntes e tal dando teoría”*. Pepe, su compañero concuerda con ella (GD2-MH, 90 – 93).

Sin embargo, las chicas, en la entrevista grupal, presentan una dualidad en torno al proyecto Maker School, por un lado, afirman no sentirse excesivamente motivadas por el proyecto, aunque esta poca motivación no proviene de las características del proyecto, sino de que tanto la materia de TIC como tecnología giran exclusivamente en torno a Maker School. Además, las alumnas señalan como mayor problemática del proyecto a la escasa evolución de éste, pues todos los años es lo mismo y lo único que cambia es la temática – música, alimentación ... - no habiendo ninguna modificación en el proyecto en sí mismo, haciéndoles aburrirse o no estar tan motivadas como deberían (EG-MH, 172-232). En este sentido, Sofía en entrevista señala: *“Di que as primeiras generacións estaban moito máis implicadas que nos pero as primeiras generacións foi a súa idea, de ter a impresora, de facer as cousas...”* con lo que concuerdan sus compañeras (EG-MH, 182-186). Posteriormente, Macarena alega que para que el proyecto les atraiga más tiene que empezar a introducir cosas nuevas en el proyecto para captar más la atención del alumnado, idea con la que coinciden todas sus compañeras (EG-MH, 212-220). Por lo

tanto, no es que el proyecto Maker School no les motive, si no lo que hace que se impliquen menos es el poco poder que se le otorga al alumnado en la toma de decisiones sobre el proyecto, es decir, este proyecto que surgió de los intereses y motivaciones de un grupo de alumnos y alumnas hace varios años se repite tal y como se planteó en un principio no siendo adaptado o modificado en función de los intereses y motivaciones del alumnado que cursa la materia cada año. En este sentido, en su entrevista, Carlos apunta a que es necesario no estancarse en una metodología en concreto, sino que hay que ir las cambiando y diversificarlas (ENT1-C, 61-62), pareciendo que este es el momento oportuno para que el docente realice ese cambio e incorpore la robótica en el proyecto puesto que parece ser uno de los elementos más atractivos para las alumnas (GD1-MH-1, 95-102; EG-MH, 343-375).

Las alumnas también consideran que hay una excesiva vinculación del proyecto Maker School a las impresoras 3D, cosa que, desde su óptica, puede perjudicar a la hora de participar en dicho proyecto porque a algunas de ellas no les interesan y preferirían hacer otras cosas (EG-MH, 226-227). No obstante, otra de las chicas, Alicia, cree que el mayor problema es la organización del proyecto dentro de la materia de tecnología y las comisiones (EG-MH, 228). Puesto que, el docente imparte parte de la materia a través de clases expositivas y otras actividades diferentes al proyecto – como veremos posteriormente – y trabaja otros contenidos a través del proyecto Maker School, es decir, no trabaja todos los contenidos curriculares de la materia – al contrario que en TIC – a través del proyecto Maker School. Además, como se ha dicho, las alumnas apuntan a la organización de las comisiones como uno de los problemas del proyecto, puesto que al haber sólo una comisión de impresión y dos impresoras es difícil sacar adelante el proyecto:

Alicia: Eu creo que o que pasa é que se organiza mal para dar clase, porque se ten que dar a materia e despois quere poñernos por comisións e quere que saquemos todo adiante pero solo hai unha comisión dedicada a

Macarena: Imprimir

Alicia: ...a imprimir, claro. E entonces non facemos nada ao final, levamos tres anos coas mesmas pezas de llaveros

Sofía: Si

Leticia: Si

De hecho, el propio docente apunta como mayor dificultad para llevar a cabo el proyecto a la organización, y señala que no todos los años se tiene la misma organización. También apunta a que no se logra conseguir el mismo nivel de implicación del alumnado todos los años (ENT1-C, 12-13). Aunque considera que los beneficios compensan las dificultades asociadas al proyecto, beneficios entre los que se encuentran el aumento del número de alumnado matriculado en la materia de tecnología, pues en el curso 2018-2019, hay dos grupos – aunque esto se puede deber a como señala el alumnado a que la materia de tecnología es obligatoria para el alumnado que elija matemáticas aplicadas (GD4-MH, 128 – 168; EG-MH, 617 – 624) –. En adición, Carlos apunta que cuando pregunta al alumnado ellos alegan tener interés por el proyecto y que éste pesa más que la dureza o dificultad que pueda tener la materia de tecnología, pues como apunta él mismo tiene su propia dureza y el alumnado sabe que va a tener que estudiar (ENT1-C, 39-40).

5.1.6 Expectativas de éxito: Actitudes hacia la ciencia, identidad y autoconcepto

Las expectativas de éxito son las creencias que tienen los y las estudiantes sobre su capacidad para realizar con éxito una determinada actividad de forma inmediata o a largo plazo (González-Fernández, 2007) y, concretamente sobre sus competencias y desempeño educativo en las materias científicas-tecnológicas. Estas expectativas se configuran a partir de tres factores, las actitudes, la identidad y el autoconcepto.

5.1.6.1 Actitudes hacia la ciencia y la tecnología

Anteriormente ya hemos visto que parte del alumnado, a pesar de las metodologías activas que se emplean en la materia de tecnología, sigue considerando las materias de ciencias **aburridas**, con contenidos **poco útiles** y **difíciles**, por lo que no resulta extraño que parte del alumnado siga teniendo actitudes muy negativas hacia la ciencia y la tecnología. Macarena es una de esas alumnas “*É que eu non as soporto...eu vexo catro número e xa dóeme a cabeza, pero si que me parecen...para mín súper difíciles entonces...si non entendo*” (GD3-MH 187), al igual que Leticia y Xurxo (GD4-MH, 295-298):

Moderadora: Entonces tenéis obligatorias TIC y tecnología

Xurxo: Por desgracia si

Todos/as: Si

Moderadora: Bueno tecnología...por desgracia (me rio)

Todos/as: (se rien)

Xurxo: Por desgracia tecnología, TIC me da igual, pero por desgracia tecnología

Moderadora: Vale

(...)

Moderadora: Entonces tecnología a vosotros dos no os gusta mucho

Leticia: No

Xurxo: En sí...no, no me gusta, así de claro no me gusta, soy sincero

Leticia: A verdá e que non (GD4-MH, 157-172).

Y otros que presentan actitudes positivas, puesto que perciben a las materias de ciencias como divertidas (GD1-MH-1, 60-61 y 63; GD2-MH, 207; GD3-MH, 132 y 121-123), aunque esto difiere bastante según la materia, y la materia de tecnología especialmente práctica (GD3-MH, 184, 221 y 264-268; GD1-MH-2, 11, 13-19 y 78; GD4-MH, 345-353).

Alicia, Leticia y Macarena, ya tenían desafección por las materias de ciencias durante la educación primaria, pues no le gustaban ni matemáticas, ni conocimiento del medio. No obstante, esas actitudes de desagrado han cambiado para Alicia, puesto que en la actualidad le gustan algo las matemáticas y la biología, y para Leticia, a la que le gusta la biología. A Carla le gustaba conocimiento del medio, pero no le gustaban las matemáticas, aunque ahora es de sus materias favoritas (EG-MH, 17-52). De hecho, esta alumna afirma haber tenido malas experiencias con las ciencias, pero sigue manteniendo el gusto por ellas (GD1-MH-2, 42). Además, a Carla le gusta tecnología, pues la eligió de optativa, aunque le gustaba más con su profesora de 3º de la ESO (GD1-MH-1, 132). Mientras que a Sofía le gustaban ambas, aunque ahora tampoco es que las ciencias le apasionen, le interesan más las ciencias sociales (EG-MH, 17-52). No obstante, a Sofía le gusta la tecnología, de hecho, la eligió como optativa, sobre todo la parte de la impresora y hacer las prácticas (GD1-MH-1, 66-68). Además, las alumnas tienen unas actitudes negativas hacia determinadas áreas de ciencia, puesto que, cuando se les pregunta que carrera de ciencias elegirían – en el hipotético caso de que tuvieran que elegir una – casi todas se decantan por áreas más “laxas” de la ciencia como biología y descartan totalmente las ingenierías (EG-MH, 677-693).

No obstante, Carlos considera que el alumnado ha cambiado su actitud hacia la materia de tecnología desde que emplea metodologías activas de E-A:

Carlos: Bueno en cuanto a estas materias sin duda por el número de alumnos matriculados, es decir el número de alumnos matriculados en tecnología de cuarto que es una materia optativa ha crecido en los últimos años, y hay mucha más demanda. De hecho, este año hay dos grupos cuando hasta ahora solo había un grupo, estamos hablando de un centro pequeño, entonces sí, a ese nivel seguro, y...bueno y vienen, cada vez vienen más alumnos, eso sí se nota. Sabiendo además que luego le pregunto a ellos, pero vosotros venís y... por qué os gusta esto del proyecto y me dicen que sí, aunque siempre tienen ciertas reticencias porque saben que en fondo tienen que estudiar, porque bueno, yo también tengo mis...mis...mi dureza digamos dentro de tal, ellos saben que también tienen que estudiar, pero bueno, el proyecto les pesa más que...que el tema de tener que estudiar. Entonces sí, sí se ha notado esa...ese interés (ENT1-C, 39-40).

5.1.6.2 Identidad personal y social

El alumnado no confiere unas características particulares a los científicos y científicas en comparación con otras profesiones más allá del esfuerzo, como se expondrá posteriormente. No obstante, en lo tocante a las características que deba tener una persona para tener éxito en las materias de ciencias el alumnado no reconoce unos atributos específicos imprescindibles para ello.

Para muchos de ellos y ellas el elemento principal que determina que una persona vaya a tener éxito en las ciencias es el interés y el gusto puesto que esto influirá en su motivación (GD1-MH-2, 64-76 y 84-93; GD2-MH, 216-220, GD2-MH, 377-380; 515-520; GD4-MH, 354-362 y 368-380),

Javier: Características ninguna tienes que tener interés por ellas y ... y dedicarle algo de trabajo todos los días

Carla: Téñenche que gustar porque si estás nunha materia e non estás a gusto por moito que intentes non creo que seas capaz de sacala moi ben

Sofía: Si igual que ela

Moderadora: Pero por ejemplo cuando veis a alguien que se le dan bien las materias de ciencias decís buah esta persona es así

Todos/todas: (silencio)

Moderadora: ¿no?

Javier: *Porque le interesan*

Carla: *No*

Moderadora: *Porque le interesan*

Javier: *O sea si tienes interés por esa materia se te va a dar mejor que otra porque le vas a dedicar tiempo a ella y vas a investigar sobre ella y yo creo que vas a estar más atento en clase en una materia que te interesa que en otra que no (GD1-MH-1, 67-76)*

-----//-----

Ramón: *Nadie que non lle gusten as ciencias vai ser bo en ciencias porque ao non interesarlle nada...*

Pepe: *Vai pasar de todo*

Ramón: *Vai pasar, non vai atender na clase, non vai traballar na casa as ciencias*

Moderadora: *Entonces solo creéis que el interés es la característica*

Alicia: *Eso é o máis importante*

Pepe: *Si (GD2-MH, 235-240)*

Aunque también consideran a la un componente importante (GD2-MH, 221-232, 485-496; GD3-MH, 196, 386-401, 205-224), aunque algunos alumnos no les gustan utilizar la palabra inteligencia, y emplean la palabra capacidad. porque un profesor les dijo que se asocia con la capacidad memorística y entonces hablan de capacidad de resolución de problemas. Además, para algunos de ellos esa capacidad es innata, es decir, no va a depender de factores externos, sino que se nace con ella o no, como para Pepe (GD2-MH, 232 y 516). Las chicas en su grupo de discusión también hacen referencia a esta capacidad, subrayando que no todos y todas tienen las mismas capacidades y apuntando que a Carla se le dan bien las ciencias porque es más de ciencias que de letras (EG-MH, 130-138).

Moderadora: *¿Cómo son esos que se les da mejor? ¿Por qué? Estudian más...o...*

Leticia: *No, no caso de Carla que é máis de ciencias e menos de letras, dependendo da persoa ¿non? Supoño que si te pos todas somos capaces ¿non? Pero falta eso, a motivación*

Macarena: *Pero a ver si que é certo que non todas temos as habilidades*

Alicia: *Xa como estás explicando en clase e ti ao mellor non te estás enterando de nada e outro xa sabe facelo*

Macarena: *Si, e outro xa o pilla a primeira*

Alicia: *Si, claro*

Macarena: *Claro, eu creo que é máis de habilidade de cada persona, porque non todos temos a mesma capacidade, obviamente*

Moderadora: *¿Vosotras qué opináis?*

Carla: *Que a min dásenme relativamente ben porque a parte gústanme e pónolle ganas. Si no me gustara pois igual tamén me costaría máis (EG-MH, 130 – 138).*

Asimismo, también consideran a la implicación (GD1-MH-2, 89; GD2-MH, 281-288 y 497-504) la constancia (GD1-MH-2, 78; GD3-MH, 197) y el estudio elementos a tener en cuenta (GD1-MH-2, 81; GD3-MH, 199-201 y 204)

Marcelo: *E que se penso nunha cara penso nel, en Alberto que dánselle bastante ben todas as asignaturas, pero bueno ciencias tamén*

Moderadora: *Vale, ¿cómo es Alberto?*

Marcelo: *É tranquilo, dentro da aula digo, dentro da aula é tranquilo eeh... sempre está atendendo, e creo que tamén prepara moito os exámenes e eso pódelle axudar bastante, debe facer todos os exercicios (GD3-MH, 202-204).*

La mayoría del alumnado entrevistado considera no tener las características necesarias para tener éxito en las materias de ciencias, la mayoría alegan que es porque no les gustan, no tienen interés ni motivación (GD4-MH, 379-380, GD3-MH, 225-230; GD1-MH-2, 84-93; GD2-MH, 258-259), como Sofía que alega “*eu no, nunca me...a ver, son interesantes pero hai temas que nunca me gustaron e que era como querer salir da clase*” (GD1-MH-2, 90), mientras que otros alegan no tener esas capacidades refiriéndose a las habilidades (GD2-MH, 241-257), como Javier que considera que no tiene mucha facilidad pero que para sacar mejor nota debería dedicarles más tiempo y estudio (GD1-MH-2, 89) . No obstante, el autoconcepto, como veremos, es un elemento fundamental que influye en expectativas de éxito del alumnado.

5.1.6.3 [Autoconcepto de habilidad](#)

El autoconcepto de habilidad – creencias de competencia en una determinada actividad - es un factor que influye sobre las conductas relacionadas con la elección de actividades junto con el valor que los/las estudiantes asignan a una determinada tarea – interés, disfrute, utilidad e importancia de esa tarea –.

El autoconcepto de habilidad del alumnado y el gusto parecen estar relacionados, puesto que las materias favoritas del alumnado son también las que mejor se les dan. Así, la materia favorita y la que mejor se da a Javier es la biología, mientras que a Carla son las matemáticas. A Sofía le gustan y se le dan bien las ciencias sociales – quiere estudiar historia – y a Pedro y a Luis le encantan las matemáticas y la historia además de ser las en las que destacan (GD1-MH-2, 1-6 y 94-107). La materia en la que Ramón destaca es la historia, que es además su materia favorita. La materia favorita de Julia y Alicia es la plástica, y es también la materia en la que destacan. A Pepe, los tres años anteriores le gustaba y se le daba bien la historia, pero este año no, debido a la profesora. Juan destaca en matemáticas y es también su materia favorita junto con TIC (GD2-MH, 114-128 y 129-135). En este sentido, cuando Macarena habla de su materia favorita alude a su autoconcepto de habilidad en dicha materia, manifestando: “*dáseme bastante bien...entonces...también a profesora...*” (GD3-MH, 128-130).

No obstante, parece que el alumnado tiene un autoconcepto de habilidad un tanto negativo, puesto Felipe, cuya materia preferidas es física y química y considera las materias de ciencias interesantes, cree que no tiene las características necesarias para tener éxito en las materias de ciencias, al contrario que sus compañeros que considera que sí que las tiene (GD3-MH, 231-241).

Moderadora: *Vosotros creéis que no tenéis las características necesarias para tener éxito en ciencias*

Marcelo: *Non...*

Hugo: *Pero sempre se puede...con esfuerzo e dedicación*

Macarena: *Claro*

Moderadora: *Y vosotros creéis que sí que las tenéis*

Felipe: *No*

Hugo: *Non digas que non...*

Marcelo: *Alberto e Roberto, na miña opinión eu creo que si, Felipe tamén é inteligente pero...*

Hugo: *Pero vai por letras*

Macarena: *Pero para o ano vai facer bachiller de ciencias*

Marcelo: *Claro, eu pensei que por eso...pensei no bachiller*

Un caso que puede reflejar el bajo autoconcepto de habilidad de las chicas en las materias de ciencias es Carla que, a pesar de tener como materia preferida matemáticas o física, siendo esta primera la que cree que es la que mejor se le da, cuando habla de su materia favorita alega: *“non sei gústanme moito as ciencias pero tamén me gustan moito os números aínda que non se me dan moi alá...”* (GD1-MH-2, 4) o cuando sus compañeras afirman que a Carla se le dan bien las ciencias porque tiene mayor habilidad ella replica *“ a min dánseme relativamente ben porque aparte gústanme e pónolle ganas. Si no me gustara pois igual tamén me costaría máis”* (EG-MH, 138). Esto significa que, a pesar de que esta alumna le gusten las matemáticas y sea la materia que mejor se les da, sigue teniendo un autoconcepto de habilidad bastante bajo, no solo en matemáticas sino en general, puesto que en la entrevista segregada hablando de por qué han elegido un ciclo ella expone: *“Si eu agora, que é cuarto, estou coma estou como ía a estar en bachillerato”* (EG-MH, 298).

Macarena también tiene un autoconcepto de habilidad bastante bajo en las materias de ciencias, puesto que a pesar de tener un 8 en matemáticas y un 7 en TIC – que para ella es una nota que tampoco destaca (EG-MH, 84-89) -, que le resulta más fácil la materia de tecnología que francés (GD3-MH, 108-116) y que considera útiles para la vida diaria la materia de tecnología y TIC (GD3-MH, 299) considera que ella es una persona de letras (EG-MH, 53-59), que desde la primaria no se le daban muy allá las materias científicas (EG-MH, 32-37) y que no tiene las características necesarias para tener éxito en las materias de ciencias (GD3-MH, 231-241 y 225-230). Aunque que este bajo autoconcepto puede haber sido causado por la materia de física y química, a la que hace referencia en múltiples ocasiones *“Eu non vou por ciencias, pero non me vexo eu...con física, química...”* (GD3-MH, 230) o *“para min, se teño que coller física este ano xa...suicídome (...) dios me libre”* (GD3-MH, 139 y 141), *“meterme con número...xa me costou sacar física de terceiro que é...(..) pero sacar esa materia costoume a vida entoncesa agora en bachiller...”*(EG-MH, 271 y 274). Además, apunta que suspendía esta materia no solo porque se le daba mal - iba a clases particulares, pero tampoco conseguía realizar bien los exámenes de esta docente porque eran muy extraños (EG-MH, 450-459) -, sino también por la profesora (EG-MH, 450-459). No obstante, también alega que las ciencias no le gustan y que le resultan muy difíciles porque no las entiende y le tienen que dedicar muchas horas de estudio, al contrario que a las lenguas (GD3-MH, 187).

Otro caso que debemos destacar es el de Alicia, una alumna que quiere estudiar un FP de artes gráficas. La materia preferida de esta alumna es la plástica, además de ser la que mejor se le da. No obstante, este año también considera que una materia que se le da bien son las matemáticas, materia en la que nunca destacó, pero que gracias a la nueva profesora ha conseguido que le gusten y se le den bien, es la nota más alta que tiene (GD2-MH, 114-128, 129-135 y 544-551). Asimismo, esta alumna también debe tener un autoconcepto de habilidad, en general, bajo puesto que justifica no haber elegido bachillerato porque sería demasiado para ella: “*Eu elijo ciclo porque non quero ir a bachiller, para mín é demasiado*”, ya que tiene amigos con capacidad de sobra que están muy agobiados (EG-MH, 294-299). Este autoconcepto de habilidad bajo también se puede ver en las observaciones (OBS2-TIC, 18) en el que Alicia comenta que ella es mucho más exigente en la autoevaluación que en la coevaluación, al contrario que uno de sus compañeros que afirma ser igual de exigente en ambas. Además, el alumnado, en general, se otorga notas inferiores a las que el profesor considera tener (OBS2-TIC, 17).

En este sentido, Leticia también valoró estudiar un bachillerato científico para luego meterse en veterinaria (EG-MH, 291-293), pero finalmente ha decidido elegir un FP de auxiliar de enfermería porque considera que lo otro le viene grande, tener que estudiar dos años de bachiller – con suerte – y luego tener que estudiar la carrera, cuando ya le está costando cuarto de la eso (291-299).

No obstante, cuando se les pregunta directamente a las alumnas si creen que tienen las habilidades o capacidades suficientes para tener éxito en materias de ciencias todas responden afirmativamente, y señalan que lo que no tienen son ganas (EG-MH, 120-129); aunque posteriormente alegan que las personas tienen capacidades o habilidades concretas que les facilitarán el éxito en dichas materias, como Carla (EG-MH, 130 – 138). Posteriormente las alumnas, excepto Carla, apuntan no tener las habilidades suficientes para cursar un bachillerato de ciencias (EG-MH, 276-286), lo que denota un nefasto autoconcepto de habilidad en dominios científico-tecnológicos.

Moderadora: *Entonces creéis que no tenéis las habilidades suficientes, de momento, para hacer un bachillerato de ciencias ¿que os costaría un montón?*

Leticia: *Si*

Alicia: *Si*

Macarena: *Si, aparte de que non me chama a atención*

Carla: A min non, pero porque me gusta, pero como me chamaba máis facer o ciclo ese, pois...decidín facer o ciclo

5.1.7 Valor subjetivo de la tarea: la utilidad, coste y el valor intrínseco de la ciencia y la tecnología

5.1.7.1 La utilidad de la ciencia y la tecnología

Como se ha visto en el apartado sobre las clases de ciencias, hay disparidad de perspectivas en torno a la utilidad de los contenidos de las materias científicas, siendo los contenidos más útiles para el alumnado de la materia de tecnología algunas comisiones y las prácticas, como la de las instalaciones.

No obstante, cabe preguntarse si el alumnado percibe la utilidad de lo que está aprendiendo en el instituto, más allá de ser materias científicas o no. En este aspecto hay disparidad de visiones, puesto que, aunque la mayoría, en un primer momento destaca la relación de lo que aprenden con su vida diaria, posteriormente no son capaces de poner ejemplos concretos de esta relación. Además, también alegan que esta utilidad no depende de la materia en sí, sino de los contenidos, pudiendo haber algunos más útiles que otros.

El GD1-MH-2 (145-151) consideran que lo que aprenden está relacionado, en cierta medida, con su vida diaria, aunque esto depende de los contenidos de cada materia y ponen ejemplos muy básicos de relación entre contenido y uso diario. Además, cada alumno percibe una utilidad concreta de cada contenido, pudiendo ser útil para uno e inútil para otro. Así, la utilidad de lo que estudian radica en la relación con el futuro, no con lo que quieran estudiar, sino con lo que quieran ser.

Moderadora: Y ¿para qué os sirve lo que estáis aprendiendo, entonces?

Pedro: Para o futuro que queiras ter tí, entonces vai depender da asignatura

Todos/todas: Si

Moderadora: O sea vosotros creéis que lo que aprendéis en el instituto os va a ser solo si queréis hacer una carrera relacionada con algo de lo que habéis estudiado en el instituto

Pedro: *Home non, en todas as asignaturas hai algo como mínimo que tes que saber...*

Javier: *Hay cosas en el día a día*

Pedro: *Matemáticas hai unha base que tes que saber eh para a vida*

Moderadora: *¿Qué base?*

Sofía: *Restar, sumar...para a lista da compra e así*

Moderadora: *Pero eso en primaria ya...*

Todos/todas: *(rien)*

Pedro: *Según a profe os conocimientos ata cuarto de eso temos que telos toda a vida...despois en outras asignaturas, en castellano tes que saber algo de literatura polo menos algo...*

Moderadora: *Yo quiero saber tu opinión no la de la profe*

Pedro: *puff, home hai algunhas cousas que si, pero outras...*

Sofía: *A ver cousas de sociales que aprendes como foi a democracia en cada país*

Javier: *A mí eso no*

Sofía: *ou a repúblicas e que che axuda a intentar buscar en plan ahora que veñen as eleccións, a intentar mirar para o futuro e non copiar o pasado*

Carla: *Claro...pero por exemplo eso...depende da carreira que vayas a estudar non o vas a necesitar, ao mellor...eso non lle vería uso*

Javier: *En parte si en parte no, porque se vas votar...pues...eso sí a mi cosas de ciencias sociales de gente que vivió hace 200 años y guerras y eso a mí no me importa (GD1-MH-2, 149-167).*

Esto sucede también con el grupo GD3-MH (269-291), que, aunque en un primer momento afirman que lo que aprenden en el instituto es útil para su vida diaria, posteriormente explican que esa utilidad se relaciona con la elección de estudios, y cuando se les vuelve a preguntar sobre el uso diario alegan que “siempre hay algo que puede valer” o ponen ejemplos básicos de la utilidad, como por ejemplo para ir al supermercado y sumar en el caso de las matemáticas.

Moderadora: *Vale, ¿creéis que lo que estáis aprendiendo en el instituto está relacionado con vuestra vida diaria?*

Todos/as: *(silencio)*

Moderadora: *En general, en todas las asignaturas me refiero*

Marcelo: *¿Coo vida diaria de ahora mismo?*

Moderadora: *Si, de tu día a día*

Alberto: *Si*

Macarena: *A maioría*

Alberto: *porque...son cousas que despois que podes usar na túa vida*

Moderadora: *Un exemplo*

Todos/as: *(silencio)*

Hugo: *Hai xente que pode ir por todas as...hai alguén que pode...seguir por letras e facer inglés, ou pode ir por letras e facer francés ou outro que pode facer ciencias e facer eso...*

Moderadora: *Pero eso es el futuro, te digo para tu día a día*

Marcelo: *Eu digo que no*

Macarena: *A ver...*

Moderadora: *Que digas esto lo uso*

Macarena: *Sin as linguas non poderíamos falar...o sea nin construír unha oración...e...eu que sei...*

Marcelo: *A ver algo sempre...*

Macarena: *E para contar no súper tamén necesitamos as matemáticas...*

Moderadora: *Pero bueno eso es nivel primaria ¿no?*

Felipe: *Claro...*

Macarena: *Bueno...*

Todos/as: *(rien)*

Marcelo: *Por eso, dentro de o que é a secundaria eu creo que o básico xa está en primaria e secundaria xa é máis avanzado...creo que no día a día...a ver sempre hai algo que se pode usar pero non, a maioría das cousas non...o sea...eu que sei...*

Además, cuando se les pregunta entonces para que vale lo que están aprendiendo alegan que para determinar lo que quierens seguir estudiando (GD3-MH, 292-297).

En contraposición, el grupo GD2-MH (351-360) afirman rotundamente que lo que están aprendiendo en el instituto no les es útil para su vida diaria. Algunos apuntan que su utilidad está relacionada con el futuro, es decir, para tener un trabajo o para prepararlos para el futuro, mientras que otros alegan que es una formación básica que tienen que saber o que es necesario para tener un mínimo de cultura (GD2-MH, 361-368). Mientras que para el grupo GD4 (MH-427-438) algunas cosas que aprenden sí que están relacionadas o son útiles para su vida diaria, como el ejemplo de pone Leticia con respecto a TIC: “Aínda que...tes que facer un traballo ¿non? por exemplo para sociais, e sí que necesitas TIC porque ao mellor pasábache coma min e...uf...encender, apagar e pouco máis e ao

mellor agora sabes catro cousas máis e pois poder facer catro cousas máis plasmándoo noutra asignatura totalmente diferente” (GD4-MH, 432), aunque alegan que muchas otras cosas no están relacionadas. Consideran, por lo tanto, que lo que están aprendiendo en el instituto es relevante de cara el futuro, es decir, para elegir lo que quieres seguir estudiando.

En relación con las materias científicas, muchos de ellos perciben la utilidad a corto plazo y a largo plazo de las materias de tecnología - a pesar de que no les guste demasiado - y TIC, como es el caso del alumnado del grupo GD4-MH (272-279), que consideran que lo que aprenden en dichas materias es valioso y necesario para su vida cotidiana (GD4-MH, 10-26) y para su futuro laboral (GD4-MH, 27-39; 253-271). No obstante, también señalan la utilidad, a largo plazo, de la práctica de los circuitos eléctricos e instalaciones (GD4-MH, 72-79). Además, este grupo también señala la funcionalidad de otras materias como las lenguas y las matemáticas a nivel usuario, es decir, aludiendo su dominio básico – hablar y las operaciones matemáticas de suma, resta, multiplicación, división y porcentajes -. Mientras que apuntan a la utilidad de la materia de inglés a largo plazo, es decir, con perspectivas laborales (GD4-MH, 260-271).

Mientras que el grupo GD2-MH percibe la utilidad de las materias de TIC y tecnología a corto plazo, y aunque no lo expliciten, a largo plazo, y exponen que esta utilidad se debe a su exposición constante a las nuevas tecnologías y a que emplean continuamente aparatos electrónicos (160-170 y 369-376), viéndose esto agravado de cara al futuro (160-170).

***Moderadora:** Y para ¿ahora? que digáis esta asignatura es muy útil para mi vida ahora mismo*

***Pepe:** Tecnología ao mellor, ou TIC*

***Todos/todas:** (silencio)*

***Moderadora:** ¿Por qué?*

***Pepe:** Porque...Pois sempre...estás...sempre tes algo...*

***Ramón:** Algo que facer*

***Pepe:** Algo que facer no, sempre tes un aparato electrónico contigo e ao teu alrededor agora e aínda máis no futuro vai ser todo electrónica*

***Juan:** Tecnología e TIC porque se queres facer un ciclo xa está ahí a corto plazo*

***Julia:** Yo lo mismo que Pepe, TIC y Tecnología*

***Moderadora:** ¿Por qué?*

***Julia:** Porque ahora mismo se centra todo en la tecnología y pues por eso*

Además, consideran que la utilidad a corto plazo de estas materias depende del contenido que estén aprendiendo, siendo más valioso para ellos y ellas, como se ha visto, el tema de las instalaciones eléctricas (GD2-MH, 369-376). Asimismo, también perciben la utilidad de la materia de iniciativa emprendedora largo plazo, siendo para Pepe también útil a corto plazo (151-159).

En este sentido, el grupo GD3-MH (142-158) hay diferentes perspectivas sobre la funcionalidad de las materias a corto y largo plazo. Marcelo cree que a corto plazo la más útil es tecnología porque al estar en la era digital es necesario saber cómo funciona el mundo de la tecnología y electrónica, mientras que a largo plazo considera útil biología, porque, a pesar de no ser una materia que le guste, encuentra útil aprender cosas sobre su entorno. En este sentido, Hugo no sabe qué materia considera útil a corto plazo, aunque a largo plazo percibe la funcionalidad de biología, inglés – dominio necesario para destacar a la hora de buscar un trabajo - y tecnología, porque considera que la mayoría de los empleos se encontrarán en este sector. Alberto tiene la misma visión que Hugo, a largo plazo considera importantes inglés y tecnología, aunque difiere en las razones de esta última, ya que Alberto destaca la utilidad de tecnología en relación con el hogar. Felipe considera útil música y Roberto matemáticas, mientras que Macarena subraya la utilidad de tecnología y TIC por el uso constante de apartados electrónicos.

No obstante, algunos alumnos cuando se les pregunta si están de acuerdo con la afirmación de que las ciencias son más importantes y por ello deben estudiarse más en el instituto, aunque alegan que no, posteriormente subrayan la utilidad de las materias de ciencias, frente al resto, para entender el entorno, para encontrar un empleo o para el uso y manejo de las TIC (GD3-MH, 159-177). Asimismo, la utilidad a largo plazo de la materia de tecnología la relacionan con el proyecto Maker School y la creación de una empresa, con la electrónica digital, las instalaciones de la vivienda y la domótica (GD3-MH, 51-60; 72-78).

En el grupo GD1-MH (22-27) también hay diferentes perspectivas en torno a la utilidad de las materias, Sofía y Luis consideran a la economía la materia más útil a corto plazo, para aprender cómo funciona el mundo y cómo gestionar el dinero – hipotecas y ahorro para la universidad -, Carla, Pedro y Javier consideran útiles matemáticas, y estos dos últimos también tecnología, sobre todo los contenidos relacionados con las instalaciones.

No obstante, cuando hablan sobre lo que están aprendiendo en tecnología, aluden a la utilidad de esta materia para día a día

Moderadora: *Vale, y si tenemos en cuenta la ciencia y la tecnología, ¿para qué os están sirviendo?*

Javier: *para...a ver...*

Sofía: *Para saber arreglar cousas no teu día a día que che van facer falta*

Carla: *Por exemplo meu pai é mecánico e...ahora pódolle axudar as veces*

Javier: *Para cosas en casa, para, por exemplo... a ver si hay un un fallo de corriente o así pues saber a dónde tener que ir para arreglarlo y en cuanto a la ciencia pues...ciertos animales que son venenosos y cosas así saber que no puedes tocarlos o ...o las setas (GD1-MH-2, 168-172).*

En este sentido, Carla, posteriormente afirma que tecnología es una materia más aplicable al día a día que otras materias, como por ejemplo ciencias sociales: “*Mmmm pois que tecnología é máis aplicable á vida que...sociales ou eu que sei...que outras materias...penso que...que sí, é máis aplicable a vida tecnología, por exemplo, e física pois...ao mellor tamén...pódese dar o caso*” (GD1-MH-2, 142). Al igual que Javier, que reconoce que en un futuro va a utilizar más las materias de ciencias que ciencias sociales y lengua (GD1-MH-2, 140).

A largo plazo, este grupo considera que la materia más útil es la que está relacionada con lo que quieren estudiar en un futuro (GD1-MH-2, 28-33).

Moderadora: *Vale, y ¿a largo plazo cuál creéis que es la más útil? O sea, a largo plazo en un futuro*

Javier: *A ver...en mi parte biología porque es lo que pienso estudiar y es lo que en un futuro me va a servir de algo*

Carla: *Eu supongo que matemáticas porque ao facer un ciclo de auxiliar administrativo pois ... vanme facer falta ¿non?*

Sofía: *Supoño que historia porque se algún día estudio historia pois estes conocimientos vanme facer falta*

Pedro: *Eu creo que biología tamén porque quero tamén algo relacionado*

Luis: *Economía porque penso estudar algo de eso.*

Sin embargo, cuando se les pregunta por su grado de aceptación de la siguiente afirmación “Hoy en día las ciencias son asignaturas más importantes y por eso deben estudiarse más en el instituto” todos menos Carla, consideran que es cierta, que a pesar de que no les gusta, son materias con más utilidad a largo plazo (GD1-MH-2, 34-42). Esto concuerda con lo que exponen posteriormente sobre la utilidad de la materia de tecnología en relación con el futuro, puesto que algunos alumnos y alumnas alegan que, aunque no les vale para nada relacionado con su futuro laboral porque van a estudiar otras cosas, la consideran útil para vida personal – como el tema de las instalaciones -; mientras que otros alumnos Pedro y Luis la consideran útil tanto a nivel académico, porque aún están indecisos sobre que rama de bachillerato de ciencias van a elegir, como a nivel personal, que al igual que sus compañeros y compañeras, subrayan la utilidad de la práctica de las instalaciones de la vivienda (GD1-MH-1, 64-76). Además, este alumnado también subraya la relevancia de ciertos contenidos de cara al futuro que no han estudiado en tecnología como robótica y los proyectos de construcción de años anteriores (GD1-MH-1, 95-106), aunque también apuntan a la relevancia de la impresión 3D de cara al futuro (GD1-MH-1, 107-110). En este sentido Pedro alega: “cada vez dásele máis uso a estas cousas na vida, agora xa se fai comida con elas o próximo pode ser facer roupa ou así” (GD1-MH-1, 110). Asimismo, los chicos de este grupo apuntan que la comisión más útil, a largo plazo, es la de I+D+i, mientras que las chicas subrayan la utilidad de la comisión de mantenimiento (GD1-MH-1, 116-124)

Sofía: nos en mantemento en plan aprendemos a como vai a impresora e despois en calquera máquina sabes onde tocar para que funcione ben e onde cambiar ou botar aceite e así ...

Carla: sabes, o sea, como que aprendes a mirar ben nos...nas guías das impresoras...porque pois por exemplo tes que desatornillar o tornillo e...logo...para desmontar, pois tes que regirte polo que dice o manual...non facelo ti como queiras (GD1-MH-1, 123-124).

5.1.7.2 Valor intrínseco: gusto/disfrute e interés

El gusto parece ser un predictor de la elección de estudios y materias más relevante que la utilidad. Así, aunque el alumnado perciba la utilidad de una materia va a elegir sus estudios en función de su gusto por la materia y el contenido de dicha materia (GD1-MH-2, 13-19; GD4-MH, 127 y 626). Además, estos valores son individuales y subjetivos, es

decir, cada persona le asigna un valor determinado una materia en relación con sus ejes de interés particulares (GD1-MH-2, 1-6)

En este sentido, el alumnado del grupo GD1-MH-1 (141-147) alega que el principal motivo de haber elegido la materia de tecnología es porque les gustan más los contenidos de tecnología que los de francés; aunque Javier también expone que su elección fue en parte por el futuro y porque le gusta más aprender con la metodología que se emplea en tecnología. No obstante, ninguno de los alumnos y alumnas que componen este grupo tienen a tecnología entre sus materias favoritas. Además, el gusto por una materia parece estar ligado al autoconcepto de habilidad, soliendo coincidir las materias favoritas del alumnado con las que mejor se le dan. Así, siendo la materia favorita de Javier la biología porque desde pequeño ya le gustaban los animales y la anatomía. Las materias preferidas de Carla son matemáticas y física, porque le encantan las ciencias *“a pesar de que no se le dan muy allá”* (GD1-MH-2, 4), mientras que la de Sofía es ciencias sociales porque siempre le gustó historia y quiere estudiarla en un futuro. A Pedro le gustan las matemáticas y la historia, las primeras ya le gustaban desde pequeño, pero historia le empezó a gustar en tercero y cuarto porque los contenidos son más cercanos a la realidad (GD1-MH-2,5). Finalmente, a Luis le gustan las matemáticas y sociales, esta última porque siempre le gustaron las cosas relacionadas con las guerras mundiales.

Algunos alumnos de los posteriores grupos GD2-MH, GD3-MH y GD4-MH no tuvo la posibilidad de elegir o no tecnología puesto que, como ya se ha señalado, la organización de las materias específicas del centro imponía obligatoriamente tecnología al alumnado que eligiera la rama de matemáticas aplicadas. Ningún alumno ni alumna del grupo GD2-MH tiene como materia preferida tecnología, aunque uno de ellos, Juan tiene TIC entre sus materias preferidas, junto con matemáticas. La materia favorita de Ramón es historia y para Julia y Alicia plástica, esta última quiere estudiar un ciclo de artes. A Pepe le gustaba historia, pero este curso no, debido a la profesora (GD2-MH, 114-128). Entre las materias preferidas del grupo GD3-MH (117-133) sí que encontramos tecnología, puesto que es la asignatura favorita de Alberto junto con matemáticas. No obstante, tecnología no se encuentra entre las materias preferidas del resto de participantes. La materia favorita de Hugo es la biología, porque le gusta la materia y porque la docente explica bien, mientras que a Marcelo la única materia que le gusta es la historia. La física y la química es la asignatura preferida de Felipe porque le gusta aprender *“cosas relacionadas con eso”* y matemáticas es la favorita de Roberto porque le gusta el profesor y *“los números”*. Para

finalizar, la materia favorita de Macarena es gallego porque se le da bastante bien y por la docente, ya que las ciencias no le gustan nada y le parecen mucho más difíciles (GD3-MH, 130 y 139). En el grupo GD4-MH (179-203) las materias favoritas son música, iniciativa emprendedora, sociales y matemáticas aplicadas. En este caso Leticia menciona que, aunque nunca se le dieron bien las matemáticas y este año tampoco, este año le gusta y está contenta, todo ello por la profesora, porque va entendiendo más cosas que en años anteriores (GD4-MH, 194-198).

Si tenemos en a las alumnas, a Carla y a Sofía lo que más le gusta de la materia de tecnología es hacer prácticas y el proyecto Maker School (GD1-MH, 66-68). No obstante, a ambas les gustaba más la materia de tecnología el año pasado, cuando tenían a María, una profesora de la que destacan sus clases prácticas y la relación que tenían con ella – poder hablar de todo – (GD1-MH-1, 132-133). Carla se planteó elegir un bachillerato científico porque se le dan bien las ciencias, le gusta y le pone ganas (EG-MH, 138), aunque finalmente decidió elegir un FP medio de administración porque le parecía más interesante, novedoso y porque no se le ocurría ningún trabajo que le gustase relacionado con las ciencias (EG-MH, 276-288). Mientras que Macarena Alicia nunca se lo plantearon porque a ninguna le gustan las ciencias. Además, a la primera le gustan las letras y a la segunda el arte. No obstante, Macarena alega que tampoco pensó cursar un bachiller científico porque ya le había costado mucho sacar física de tercero de ESO (EG-MH, 267-275 y 300-305) y porque no le gusta ni le llaman la atención las ciencias, la única carrera de ciencias que estudiaría sería psicología (EG-MH, 664 y 666). Sofía eligió un bachillerato de ciencias sociales porque quiere mantener las puertas abiertas a otras carreras, aunque lo que le gustaría estudiar es historia (EG-MH, 300-305). Sin embargo, Sofía afirma que si tuviera que estudiar una carrera de ciencias sería biología marina o viticultura (EG-MH, 665 y 667).

Así, para las alumnas el gusto es un factor tan relevante que no son capaces de mencionar algún motivo que las llevara a cursar materias científicas, como la utilidad o las salidas profesionales

Moderadora: *Vale. Y si decidierais cursar una carrera de ciencia y tecnología ¿me podéis decir dos factores por los que...que serían los factores por los que os decantaríais por una carrera de ciencia o tecnología?*

Alicia: *No hay, no hay, no existen*

Macarena: *No, no hay porque primeiro me ten que gustar, primeiro ten que chamarme*

a atención

Leticia: *Si*

Carla: *Si*

Alicia: *Claro*

Sofía: *Algo cercano a ti, supño*

Leticia: *Algo que de verdade te chame*

Alicia: *A ver, si eu agora me meto a artes gráficas e de repente me me empeza a chamar a atención, por calquera motivo porque atópome a un profesor que me ten que dar algo de ciencias e si me chaman a atención e ao mellor me empezan a gustar, pois métime a algo de ciencias pero de momento... (EG-MH, 668-676).*

Además, Sofía y Macarena son las únicas alumnas de entre chicos y chicas que mencionan en sus relatos el gusto como factor imprescindible en elección de Carracedo de ser científico: “*supongo que eligió ser científico porque de verdad le gustaba y era lo único que le llegaba a gustar*” (RC-MAC-MH) y “*Supongo que no sería científico si no le gustase*” (RC-S-MH).

El interés es otro de los componentes que conforman el valor subjetivo de la tarea, y autores lo han identificado como uno de los mayores predictores de elección de materias. Además el alumnado diferencia entre el gusto y el interés hacia una materia, como por ejemplo Sofía que hablando sobre las características necesarias para tener éxito en las ciencias señala: “*Eu no, nunca me ... a ver son interesantes pero hai temas que nunca me gustaron e que era como querer salir da clase*” (GD1-MH-2, 90).

El alumnado, como los del GD1-MH-1 (39-43; 20-25) afirma que lo que más le interesa de tecnología es todo lo relacionado con temas prácticos como los robots, electrodomésticos, instalaciones y la impresora 3D. De todas formas, el alumnado de este grupo, a excepción de Luis, considera que el contenido de tecnología es menos interesante que el de sus materias favoritas (GD1-MH-2, 13-21).

Asimismo, el alumnado considera imprescindible tener interés por una materia para poder tener éxito en dicha materia, es decir, para obtener un buen rendimiento (GD1-MH-2, 64-76 y 84-93; GD2-MH, 216-220 y 258-259; GD4-MH, 127, 298, 354-362 y 379-380).

Ramón: *Nadie que non lle gusten as ciencias vai ser bo en ciencias porque ao non interesarlle nada...*

Pepe: *Vai pasar de todo*

Ramón: *Vai pasar, non vai atender na clase, non vai traballar na casa as ciencias*

Moderadora: *Entonces solo creéis que el interés es la característica*

Alicia: *Eso é o máis importante*

Pepe: *Si* (GD2-MH, 235-240).

La importancia del interés como clave para el desarrollo de vocaciones científico-tecnológicas también se hace visible en los relatos, pues José y Marcelo narran en su relato de Carracedo como este sentía un interés especial por la ciencia (RC-MRC-MH y RC-JO-MH), a pesar de no destacar en ellas (RC-JO-MH).

Sofía en este sentido estima que las chicas que se matriculan en un bachillerato de ciencias no tienen ninguna característica en concreto más allá del interés y el gusto por las materias de ciencias (GD1-MH-2, 263-265). En este sentido, el docente cree que en las materias de TIC y tecnología de cuarto de la ESO no existen intereses diferenciados entre chicos y chicas

Moderadora: *Y ¿ves diferencias entre chicos y chicas a la hora de elegir comisiones? Si ellos pueden...e proponerse...*

Carlos: *Bueno, hay una diferencia de número de chicos y chicas que eso ya lo sabes tú, diferencia de interés a la hora de ir para una comisión o para otra, yo ahí no he percibido. De hecho, lo típico por ejemplo que podías decir en tecnología, la impresora 3D manejarla, montarla, y tal...hombre a ver en el conjunto global de los años....puede que sí, pero últimamente, por ejemplo este año las chicas han sido las que primero han querido ir para esa comisión, y han sido decisión de ellas, porque las comisiones la primera vez las eligen ellos, se reparten pero las eligen ellos. Entonces no lo tengo muy claro la verdad. No lo sé.* (ENT1-C, 41-42).

Mientras que si percibe estas diferencias de interés en la materia de tecnología de 3º de la ESO, no tanto por la materia en sí, sino por las tareas manipulativas.

Moderadora: *Vale, y por ejemplo hay unos contenidos, actividades o incluso formas de trabajo específicas en las que las chicas muestren más interés, dentro de la materia.*

Carlos: *Hombre a ver, en general, sin ya pensar en este proyecto dentro de la materia, en segundo, tercero, cuarto de la ESO, si es cierto que las chicas...vamos a ser sinceros...mmm suelen tender menos a lo que son tareas manipulativas, propiamente dichas, que los chicos. Es decir, los chicos rápidamente cuando hay que cortar, taladrar*

etc etc. pues vienen, vienen muchos, algunos otros no, y a las chicas les cuesta más, a mí a veces me costaba, me costaba en segundo de la ESO si tenían que hacer un taladro pues, a las chicas les decías y te miraban como diciendo, ay no, no yo eso no lo hice. No no, si si tienes que venir a hacer un taladro también tienes que aprender a hacer un taladro, entonces sí, eso sí se nota. (ENT1-C, 43-44).

No obstante, podemos considerar que esta reticencia hacia lo manipulativo no es por falta de interés, sino por falta de costumbre, puesto que las chicas en la entrevista afirman que les hubiera gustado mucho haber realizado los proyectos con madera en tercero de la ESO, pero que por cuestión de tiempo no fue posible. Además, también destacan su interés, motivación y emoción ante el uso de herramientas, herramientas que al final nunca utilizaron (EG-MH, 233-260).

***Moderadora:** Vale. En segundo y en tercero que teníais que hacer más tipo serrar, cortar, todo eso...*

***Macarena:** Non, na viña vida serrín...*

***Todos/as:** (risas)*

***Sofía:** Na miña casa*

***Carla:** Ese era o proxecto a principio de curso, que nos dixeron vamos a facer esto*

***Macarena:** Ahh si unha torre ou unha casa ou algo así*

***Alicia:** Fixéronnos o do puente este de papel*

***Carla:** Nos tamén o íbamos facer pero ao final non o fixemos*

***Leticia:** Si, ao final nos quedamos...*

***Macarena:** Había un que era un papel de facer con papeles*

***Alicia:** Si, enrrollabas os tubitos*

***Macarena:** Pero había un que era de facer con madeira*

***Alicia:** A non, eso non*

***Macarena:** Con madeira non fixemos nada*

***Alicia:** Non toquei as ferramentas de tecnoloxía nunca*

***Carla:** Ao principio de curso te motivaba, por lo menos a min, que dicía buah vou facer eso pero ao final...*

***Leticia:** No meu grupo quedámonos no punto de enrrollar folios*

***Macarena:** Si, nós tamén*

***Moderadora:** Os hubiera gustado hacer...*

***Todos/as:** Siiii*

***Macarena:** Si, máis cousas así*

Sofía: Si, por exemplo era algo como un puente que ao tirar se subía e baixaba e que antes de facer eso tiñas que facer dibuxo de esta parte, de esta outra, de tal...despois dibuxo central e era facer tantas cousas, tantos dibuxos que non che importaban porque xa sabías como tiñas que facer pero que llo tiñas que poñer todo e pasamos tanto tempo facendo eso que non chegamos a facer o puente

Leticia: A parte de que empezamos súper tarde porque deixouno para o final, buah da tempo, da tempo, da tempo...non deu tempo

Alicia: Acórdome cando cheguei por primeira ao instituto e nos levaron á aula de tecnoloxía e vías todas as ferramentas e pensabas ayy eu quero usalas xa

Macarena: Sii

Carla: Xa, tal cual

Leticia: Si, era como, mi má vou ter que utilizar todo esto e despois eu creo que o máximo que cheguei a tocar foi a barra do pagamento
(risas)

5.1.7.3 Coste: Esfuerzo e incompatibilidade carrera STEM/familia

Aunque la percepción de las materias de ciencias ha mejorado, en tanto el alumnado las considera prácticas y útiles, éstas siguen siendo percibidas como difíciles. Todo esto influirá en el coste que le otorga el alumnado a la elección de dichas materias o carreras o al desarrollo de una profesión en este ámbito.

Así, el alumnado considera que el esfuerzo una característica, además del interés y la motivación, sine qua non para tener éxito en las materias de ciencias, esto no solo se visibiliza en los grupos de discusión (GD1-MH-2, 89; GD2-MH, 221), sino en la mayoría de los relatos descriptivos de Arkaitz Carracedo.

En el grupo GD3-MH Macarena expone: “É que eu non as soporto...eu vexo catro número e xa dóeme a cabeza pero si que me parecen...para mín súper difíciles entonces...si non entendo si..teño que dedicarlle moitas horas fáiseme súper cansado, non como por exemplo as linguas que non necesito tanto...” (187), mientras que su compañero Hugo afirma “sempre se puede...con esfuerzo y dedicación” (233) refiriéndose a que con esas dos características se puede tener éxito en las ciencias. No obstante, las alumnas parecen darle más importancia al esfuerzo que los alumnos en las entrevistas, como Macarena que en la entrevista segregada afirma que, aunque la capacidad es importante ella podría tener éxito igualmente en las ciencias, pero con más esfuerzo que otras personas a las que se

les den mejor (EG-MH, 129). Además, Carla – recordemos que es una alumna con un autoconcepto, como hemos visto, bastante bajo y que estuvo dudando entre matricularse en un FP de administración y bachillerato - alega que no se matriculó en un bachillerato de ciencias sociales y luego en ADE porque era “mucho rollo” (EG-MH,289-290). En este sentido, Leticia, que va a realizar un ciclo de auxiliar de enfermería, valoró hacer un bachillerato para posteriormente estudiar veterinaria, pero consideró que eso se le venía grande, al igual que Alicia, que también considera que el bachiller se le viene grande (EG-MH, 293-295).

Teniendo en cuenta los relatos descriptivos, la mayoría hacen alusión al esfuerzo que tuvo que hacer Carracedo, esfuerzo relacionado con el estudio, para llegar a ser científico (RC-AB-MH, RC-AV-MH, RC-JA-MH, RC-JE-MH, RC-JU-MH, RC-LE-MH, RC-LU-MH, RC-MAC-MH, RC-PED-MH, RC-PEP-MH, RC-RO-MH). Antonio en su relato apunta: *“Para llegar a ser lo que es, creo que su familia está acomodada económicamente y eso le ayudó a prepararse en una buena escuela para poder lograr lo que quería de pequeño con mucho sacrificio”* (RC-AT-MH), mientras que Jesús relata: *“Como a cualquier otra persona le habrá costado llegar a donde está pero si la ilusión es grande se podrá conseguir y este parece que ha sido su caso, ya que llegó a ser científico”* (RC-JE-MH). Las chicas, también hablan de este esfuerzo, pues Leticia narra: *“Con bachillerato estuvo a punto de dejarlo, mucha presión, poco tiempo y demasiado contenido, pero con empeño y dedicación logró sacarlo adelante y hoy es el gran científico que siempre quiso ser”* (RC-LE-MH) y Macarena expone: *“Creo que llegó a serlo con mucho esfuerzo ya que la ciencia es muy difícil”* (RC-MAC-MH).

No obstante, se puede inferir que ese esfuerzo también lo realizó Bouman, aunque no lo plasmen, ya que en las instrucciones se le señaló que debían hablar de las diferencias entre la vida de ambos. En este sentido, Alicia es la única que menciona el esfuerzo de Bouman, pero este esfuerzo no está relacionado con el estudio para llegar a ser científica, sino con el trabajo: *“trabajó duro para que las personas reconocieran su trabajo”* (RB-ALI-MH).

Así, el alumnado percibe el esfuerzo que tienen que hacer las mujeres para hacerse un hueco en el mundo científico-tecnológico, un esfuerzo que no está relacionado con la capacidad sino con las barreras que tienen las mujeres en este ámbito profesional (GD1-MH-2, 271-279 y 287-288; GD3-MH, 411-422; GD4-MH, 660-710, afectando este sobre-esfuerzo a su vida personal (GD1-MH-2, 289-291) y a la incompatibilidad con una

vida familiar o que dificultará, cuanto menos, la conciliación familiar (GD1-MH-2, 292; GD3-MH, 415-422; RB-BA-MH, RB-JU-MH).

5.1.8 Influencias más allá del profesorado

El apoyo de las familias parece ser un factor importante a la hora de cursar o proseguir con estudios científicos, pues, en algunos de los relatos de Carracedo y Bouman el alumnado escribe sobre el apoyo que sus familias les brindaron. El alumnado, todos chicos menos una chica, que escribió sobre el apoyo de las familias en el relato de Carracedo describió este apoyo como positivo (RC-AV-MH, RC-AD-MH y RC-LE-MH), por ejemplo: *“sus padres le apoyaron siempre en todo lo que quería hacer, y es así como Carracedo se hizo un científico de mucho prestigio en España”* (RC-AV-MH). Mientras que en los de Bouman hay dos relatos que narran el apoyo que esta científica tuvo de sus familias (RB-MRO-MH y RB-PED-MH), y otros dos que cuentan como los padres de Bouman preferían que se hubiera dedicado a otra cosa (RB-RO-MH y RB-JE-MH), como, por ejemplo: *“es probable que tuviese menos apoyo en su familia del que habría querido tener”* (RC-JE-MH).

Con respecto al apoyo que las familias han brindado a las alumnas de este centro, cabe decir que algunas de ellas en algunos momentos no han percibido tener el apoyo de sus familias en la toma de decisiones sobre la elección de estudios (GD4-MH, 396; EG-MH), como Leticia, que en su grupo de discusión mencionó que *“eu cheguei a casa toda ilusionada dicíndolle a meu pai, pois eu creo que vou a querer facer mecánica. Boh, porque mecánica non, porque sendo muller...porque non vas a atopar traballo en ningún sitio (...) porque non sei que...é como, o sea, estouche dicindo que quero facer algo porque creo que de verdad me enche e vas tí, e en vez de animarme a facelo, dícesme que... (...) que non o vou a facer porque é unha cousa que é para homes porque son muller non me van a coller para traballar, pois ao mellor si porque destaco máis que 3000 homes diante...”* (GD4-MH, 591-595) o Sofía, que, aunque su familia prefería que cursara un bachillerato científico por tener más salidas, ella decidió matricularse en uno de ciencias sociales (EG-MH, 698-712). No obstante, las otras alumnas si que han percibido el apoyo de sus familiares, no en tanto cursar ciencias o no, sino en elegir un bachillerato o un ciclo (GD4-MH, 459-463).

Macarena: *O sea despois xente cercana a min tipo familia ou así non*

Leticia: *No*

Macarena: ...pero profesores....

Sofía: Si a min a miña familia dicíame que me metera por ciencias porque o resto non vai ter salidas e que fora por ciencias, que era o futuro. Pero é como vale, pero e que non me gusta

Leticia: A min con respecto a eso nunca me presionaron

Macarena: A min dinme que me meta a funcionario

Alicia: Meus pais nunca me dixeron nada, e como xa saben que eu e as miñas irmás somos de artes e....ahí se queda

Leticia: A min meus pais saben as miñas capacidades e tal (EG-MH, 698-705).

Cabe señalar que el resto de las alumnas, aunque no percibieran el apoyo de sus familias, al igual que Sofía decidirían proseguir con los estudios que les interesan (EG-MH, 706-712)

Moderadora: Vale. Entonces, por exemplo, si quisierais elegir una carrera de ciencias, pero vuestras familias no estuvieran de acuerdo ¿seguiríais eligiéndola?

Todos/as: Si

Leticia: Home non me vou meter nunha cousa para que dentro de dous meses diga paso e perder outro ano

Sofía: A ver, non lle gusta o que elijo, pero deixeiille moi claro que iba a ser a miña vida e que me daba igual o que eles pensaran

Leticia: Bueno, Sofía...

Sofía: Non me da igual, pero é a miña vida e non van a influir

Macarena: Claro, vas a elixir o mellor para ti

El grupo de iguales no parece tener una influencia, explícita, tan grande como las familias, puesto que solo una alumna menciona al grupo de iguales un factor que determina la elección de materias (GD4-MH, 127).

Sin embargo, los medios de comunicación, aunque no impactan sobre las elecciones, sí que impactan sobre la imagen que los y las alumnas tienen de la ciencia, la tecnología y del trabajo científico, siendo el alumnado consciente de ello. Por ejemplo, Javier afirma, cuando se le pregunta sobre la importancia que le otorga la población a la ciencia, que en la televisión casi no suelen salir cosas sobre ciencia (GD1-MH-2, 184), y, posteriormente, Sofía expone que los medios de comunicación apenas dedican tiempo a las noticias sobre

ciencia y tecnología, mientras que a los deportes le dedican más de una hora, estando de acuerdo con ella Carla y Javier (GD1-MH-2, 188-189). Asimismo, Leticia en el GD4-MH (675; 681-686; 687-698) destaca la dificultad que cree que tienen las científicas para hacerse eco en los medios de comunicación en comparación con la de sus compañeros varones.

Además, en los relatos también hacen alusión a los medios de comunicación como promotores del interés hacia la ciencia y la tecnología a través de programas como Discovery Channel (RC-BA-MH) o de series de televisión (RC-AL-MH).

Finalmente, otros de los factores que, para el alumnado, más indican en la elección de estudios, en el caso de las chicas, son los estereotipos de género (EG-MH, 752–764; GD2-MH 453-466,).

Moderadora: Vale. Y ¿por qué creéis que las chicas deciden no cursar estudios científicos?

(silencio)

Macarena: É unha boa pregunta que non sei contestar

Alicia: Non sei por qué, pero tamén se vas a cousas de estética tampouco hai homes

Macarena: Claro, hai máis chicas. Eu creo que é máis cousa de...

Sofía: De cómo nos fai a sociedade

Macarena: da sociedade, sí.

Leticia: Exacto

Macarena: De cómo nos educan...ti miras e por exemplo en peluquerías solo traballan peluqueras

Carla: Eso tamén pasa xa nos ciclos

Leticia: E que é como xa moi de pequena

Alicia: Si

Macarena: ...e miras por exemplo, médicos pois chicos..

Leticia: Como xa de moi pequenos, non, meniñas coidar nenucos e ...meninos legos

Sofía: Por exemplo, ves unha chica que está en carpintería e xa é un macholo e non sei que non sei canto. E non ten porqué, o sea...

Macarena: Claro

Leticia: O tema mecánica que che comentaba da outra vez

Carla: Non había ningún... (EG-MH, 722 – 739).

Con lo que concuerdan el docente:

Moderadora: Vale, y por qué crees que es más agravado en el caso de las chicas. Si tienes alguna idea...

Carlos: Hombre no lo sé, la verdad que no lo sé, supongo que será una cuestión del contexto social ¿no? Más un tema social que otra cosa, es decir, pues es lo mismo que preguntarnos por qué las chicas normalmente son las que más se encargan de los niños o porque las chicas, las mujeres son las que más se encargan de la casa ¿no? Yo creo que es una cuestión social, más que...el contexto social, pero bueno se me escapa un poco dar una respuesta a eso (ENT1-C, 57-58).

Para el alumnado, una de las explicaciones sobre la baja tasa de matriculación de mujeres en las materias de TIC y tecnología o cursando carreras científico-tecnológicas, además de porque no les gusta (GD2-MH, 449-460 y 481-484; GD1-MH-2, 236-237 y 258; GD4-MH, 584-588), es la visión masculina de la ciencia que todavía existe en la sociedad (GD4-MH, 565-573 y 589-595; GD2-MH, 580-586)

Moderadora: ¿Por qué creéis que hay menos chicas que chicos en las asignaturas de TIC y de tecnología?

Todos/as: (silencio)

Xurxo: Porque no es normal ver a una mujer, yo no pienso eso eh, yo pienso que...a ver me estoy liando

Leticia: A sociedade non o ve como algo normal e sempre pon máis trabas que unha muller se dedique a eso que... (GD4-MH, 609-612).

-----//-----

Javier: A ver eu creo...

Pedro: Porque xa ven de atrás e que...

Moderadora: De atrás, de dónde, de nuestros antepasados, de atrás de pequeños...

Pedro: Da historia da ciencia que sempre houbo máis científicos que científicas entonces as mulleres ven como unha barrera ou así.

Luis: Vena como unha asignatura de homes

Moderadora: ¿Por qué?

Sofía: Por como nos educaron

Moderadora: Pero a tí desde pequena te dijeron, no hagas ciencia es malísimo...

Sofía: Jajaja no pero en general que moitas mulleres da ciencia na historia e non teñen premios nóbeles porque os homes atribuíronse o que fixeron

Carla: Desde principio da eso solo bueno solo no, tamén aparecía algunha muller no libro, pero acórdome que en naturais leeramos algunha vez sobre científicos e a maioría eran homes (GD1-MH-2, 243-250)

-----//-----

Macarena: Si, o sea como que está...non é mal visto pero que si que é raro que unha muller se poida dedicar a ingeniería, agora menos que antes pero...si que hai máis porcentaxe de homes que de mulleres (GD3-MH, 365)

De hecho, esta visión masculina no solo se hace palpable en los grupos de discusión sino también en los relatos. Jesús en su relato sobre Katie Bouman narra: “Dado que hace 30 años el papel de la mujer dentro de la ciencia no estaba muy valorizado es probable que ella tuviese mayor dificultad para conseguir sus objetivos” (RB-JE-MH) y Macarena escribe: “Encuentro diferencias entre Katie y Arkaitz, por ejemplo, de pequeña seguro que tenía más facilidades él que ella ya que es muy raro que una mujer se dedique a eso” (RB-MAC-MH).

Asimismo, las barreras en el ámbito laboral también conforman parte del ideario del alumnado sobre la escasa presencia de mujeres en determinadas ramas científico-tecnológicas (GD1-MH-2, 235; GD3-MH, 362-364; GD4-MH, 595) y los comentarios despectivos que pueden recibir al tomar una decisión no acorde con lo que establece su género (GD4-MH, 613-620). No obstante, no consideran que la baja tasa de matriculación de mujeres en estudios científicos se deba a que las chicas tengan mayor dificultad o peor rendimiento en las ciencias (GD1-MH-2, 251-252; GD2-MH, 472-477; GD3-MH, 370-374 y GD4-MH, 600-608). Aunque, Carla y Sofía sí que considera que la sociedad puede seguir teniendo esta visión (GD1-MH-2, 231-235).

Moderadora: Ahora os voy a hacer preguntas relativas al sexo. Hay menos mujeres que hombres cursando estudios de ingeniería, informática, física etc ¿por qué creéis o cuáles son las razones de esto?

Carla: Eu penso que ao mellor é que a sociedade aínda pensa que siguen sendo superiores mentalmente os homes

Javier: Non, para min eso non ten nada que ver

Carla: Vale, pero eu falo en general

Sofía: A ver neste instituto non hai moitos casos pero despois vas por fora e mentres que

un home falla facendo unha investigación pois danlle na espalda e dinlle que siga investigando, e unha muller cando falla e como non sabe facer nada.

Finalmente debemos señalar que, para las alumnas, todos estos estereotipos no son reproducidos solamente por los chicos

Moderadora: *Y ¿vosotras creéis que permearon esos estereotipos de...eh...pues lo que decías tu de más masculina una chica por hacer mecánica o...*

Carla: *Normalmente son os homes o que o dicen*

Leticia: *Si*

Macarena: *Claro, unha...*

Sofía: *O peor é que hai unhas chicas que critican a outras chicas por eso é como...*

Macarena: *Xa, porque non hai sororidade entre nós*

Leticia: *Deberíamos apoyarnos en vez de estar lanzándonos puñales (EG-MH, 465-771).*

5.1.9 Conclusiones del caso Carlos

Este caso se caracteriza por el proyecto Maker School, un proyecto que para el docente tiene un carácter interdisciplinar, aunque teóricamente poco se asemeja a este enfoque, y que se fundamenta en la metodología Maker o lo que Dewey denominaba “learning by doing”. Consideramos que este proyecto no tiene carácter interdisciplinar en primer lugar porque está diseñado y se enmarca solamente en la materia de tecnología y, en menor medida TIC, mientras que el resto de las materias hacen colaboraciones puntuales según las necesidades del proyecto; es decir, el currículum de las materias de lengua, matemáticas, inglés, entre otras, es secundario para la realización del proyecto. No obstante, el currículum de tecnología no se cumple exclusivamente a través del proyecto Maker School, sino que en esta materia se conservan actividades teóricas, prácticas y otros trabajos – que conforman aproximadamente la mitad de las sesiones de la materia de tecnología - que no se enmarcan en el proyecto Maker School como por ejemplo la actividad de las instalaciones de la vivienda. Así, en la materia de tecnología coexisten diversas metodologías de E-A desde el aprendizaje cooperativo hasta las que se fundamentan en una enseñanza tradicional. En este sentido, queremos subrayar que el alumnado no vincula la practicidad de una materia a la ausencia en sí de la metodología expositiva sino a la contextualización de la teoría que se explica en dichas sesiones y a la posterior puesta en práctica, es decir, cuando el alumnado percibe que los contenidos

están contextualizados en/a su vida diaria – uno de los rasgos característicos de esta materia - perciben la practicidad de las clases, como con la “práctica de las instalaciones” que la consideran muy útil a pesar de haber sido una clase eminentemente magistral con un trabajo práctico posterior. Así, el alumnado no tiene una cruzada en contra las clases magistrales, al contrario de los que muchos y muchas puedan pensar, y las consideran necesarias para comprender los contenidos que se van a emplear en las sesiones prácticas. Lo que determinará el gusto por el disgusto por este tipo de enseñanza es la forma de impartir la sesión expositiva por encima de la propia metodología, pues, las alumnas de este caso afirman que las clases expositivas de la docente del año anterior eran mucho más amenas y dinámicas que las de este año porque la docente empleaba juegos – Kahoot - o tarjetas para motivarlos. Otro de los elementos más destacados de este caso es el aprendizaje cooperativo, pues la mayoría de las actividades tanto dentro como fuera del proyecto se realizan cooperativamente. En este aspecto, el alumnado considera que lo más relevante de la materia y con lo que más aprenden es con el trabajo cooperativo, que en este caso funciona correctamente puesto que las comisiones no podrían funcionar si no existiera un aprendizaje cooperativo real en el que el trabajo de un grupo sea imprescindible para el funcionamiento del otro. Sobre el aprendizaje cooperativo el alumnado considera aprender más cuando trabajan de esta forma puesto que se ayudan mutuamente y se complementan, además de adquirir otras habilidades como la escucha activa, el respeto, a ser autónomos y responsables, entre otras.

No obstante, aunque la metodología de E-A influya en cierta medida en las actitudes del alumnado lo más que parece tener una mayor relevancia es la contextualización de los contenidos, pues el alumnado considerará útil una actividad en función del nivel de vinculación con su día a día o relevancia para el futuro. Además, de la figura del propio docente, que parece tener un mayor impacto que la metodología pues todos los alumnos y las alumnas afirman que el/la profesor/profesora influye en el gusto por la materia, teniendo una mayor influencia para las chicas que para los chicos. Asimismo, el/la docente también puede fomentar actitudes negativas como desagrado y desinterés hacia las materias, como el caso de la docente de Física y Química, además de condicionar indirectamente la elección de estudios.

En relación con la imagen del trabajo científico, en este caso destaca la visión heterogénea de la ciencia y la tecnología en la que la ciencia sigue siendo percibida como un corpus más teórico que la tecnología, reproduciéndose la visión descontextualizada de la ciencia

y tecnología en la que se presenta a la ciencia como una actividad aislada de la tecnología -cuyo único rol es la aplicación de los conocimientos científicos -. No obstante, el alumnado percibe la interrelación del trimonio ciencia-tecnología-sociedad, no sólo a través de la contribución de la ciencia y la tecnología al desarrollo social, sino también la influencia que ejerce la sociedad sobre la investigación científica – aunque esta es percibida en menor medida que la primera -. Además, consideran que tanto la ciencia y la tecnología son importantes para su vida diaria, aunque le conceden una mayor relevancia a la segunda que a la primera, y no están seguros de que esta relevancia sea otorgada por la sociedad en general, poniendo de ejemplo la escasa atención que se le presta a la CyT en los medios de comunicación en comparación con otros ámbitos, como el deportivo. Finalmente, debemos destacar que parte del alumnado sigue reproduciendo algunas visiones distorsionadas sobre la CyT como la concepción empírico-inductivista y ateórica y aproblemática e ahistórica.

La principal característica que le otorga el alumnado a los/las científicos/científicas es la curiosidad y, en menor medida, la inteligencia. Además, la mayoría del alumnado imagina que las científicas ya sienten una pasión o se interesaron por el campo de estudio en el que están desde que eran pequeñas y consideran a las familias un factor esencial para el desarrollo de una carrera científica – apoyo, motivación y recursos -. Asimismo, el alumnado considera que existen barreras que dificultan a las mujeres su desarrollo profesional como científicas algunas de ellas derivadas de los estereotipos sociales – visión masculina de la ciencia – y otras como la invisibilización de las mujeres en este ámbito, el escaso reconocimiento que obtienen, el acceso a un puesto de trabajo etc. lo que condicionará el esfuerzo a realizar por las mujeres en este ámbito y repercutirá en su vida cotidiana - pérdida del tiempo libre y la conciliación familiar -.

Finalmente hemos de apuntar que, pesar de las metodologías activas, algunos alumnos siguen percibiendo las materias de ciencias materias de “chapar”, aburridas, con contenidos poco útiles y difíciles, aunque también hay alumnado que las percibe como divertidas. Sin embargo, esto difiere bastante según la materia y, en este caso, perciben a la materia de tecnología especialmente práctica y útil tanto a corto como a largo plazo, concretamente los contenidos relacionados con los robots, algunas comisiones – mantenimiento, software y diseño 3D e I+D+i - y las clases teórico-prácticas como la de las instalaciones o circuitos eléctricos. Del mismo modo, el alumnado de esta materia, y concretamente las alumnas, no vislumbran un futuro en el ámbito científico-tecnológico

pues ninguna de ellas ha decidido proseguir estudios en esta rama, principalmente por su bajo autoconcepto de habilidad y por las actitudes negativas – desagrado y desinterés - que tienen hacia determinadas materias científicas como física y química y matemáticas.

5.2 Informe del Caso Rosa

5.2.1 Presentación del CPI Ada Lovelace

Rosa es la docente de las materias de programación y tecnología del CPI Ada Lovelace, un centro integrado de educación infantil, primaria y secundaria situado en la provincia de A Coruña. El alumnado procede de zonas rurales que pertenecen a las parroquias colindantes al ayuntamiento en el que se encuentra el centro y mayormente forman parte de familias con una clase social-media baja cuyo sustento económico se basa en el sector terciario o en las industrias de los ayuntamientos limítrofes. Además, la formación académica de las familias presenta un nivel predominante de estudios básicos, en ocasiones incompletos, aunque la tendencia de los últimos años es el alcance de niveles de estudios secundarios. El centro cuenta con 25 unidades y carece de bachillerato, es decir, tiene 2 unidades por curso desde la educación infantil hasta cuarto de la ESO menos en el primer curso de educación infantil que solo cuenta con una línea.

Lo primero que llama la atención de este centro no es su extensión, sino la situación privilegiada en la que se encuentra, en una colina con unas vistas impresionantes de la playa y la laguna del ayuntamiento en el que se sitúa. El centro, por su extensión, cuenta con varias entradas para facilitar el acceso al alumnado, estando la entrada principal enfrente de la puerta de acceso al centro, y contando con una rampa para facilitar el acceso a alumnado con movilidad reducida. Al entrar, al lado de la conserjería, encontramos un poblado Pitufu, un proyecto de educación primaria que cuenta con photoshoots, paneles, y una exposición de setas realizadas con plastilina. A mano derecha vemos un corcho con horarios y el menú del comedor, al lado de la puerta por la que se accede a éste. A mano izquierda encontramos el pasillo que nos lleva a las aulas de educación infantil y del primer ciclo de educación primaria, y enfrente están las escaleras que llevan a las aulas restantes de educación primaria, a la secretaría y dirección. Esta planta se divide en dos secciones, la que ya describimos con las aulas de educación primaria y otra sección – que parece un anexo al edificio principal y a la que se accede por un pasillo - a la que el profesorado del centro en broma le llama el ala STEAM, se encuentran el aula de plástica,

el laboratorio y, al final del pasillo, el aula de Tecnología. Mientras que, en la segunda planta se ubican las aulas de ESO, la de música, informática, la biblioteca, la sala de profesores, entre otras aulas de refuerzo. Todos los pasillos del centro están decorados con pósteres, murales y trabajos que ha realizado el alumnado, además de fotografías de los alumnos y alumnas que han participado en ferias, concursos, que han salido en el periódico etc.

El pasillo en la que se ubica el aula de tecnología encontramos información sobre las STEM, y justo al lado del aula, encontramos una especie de cohete que forma parte del atrezzo de los Frouximakers y un corcho con los proyectos realizados en la materia de tecnología, el club de ciencias y el taller de robótica.

El taller de tecnología, en el que es habitual encontrarse alumnado a la hora del recreo imprimiendo en las impresoras 3D llaveros – para la recaudación de fondos para la excursión de final de curso de 4º de la ESO -, piezas de proyectos o trabajando en los proyectos de tecnología – normalmente el alumnado acude en sus horas libres a terminarlo voluntariamente, pues para la profesora lo que más les satisface al alumnado, igual que a todos, es acabar los proyectos que han empezado y una norma de Rosa es que los proyectos se deben hacer íntegramente en el taller de tecnología (ENT1-R, 106) - o incluso usando los robots. Esta aula es más grande de lo habitual y está distribuida en tres espacios: una zona de trabajo con aproximadamente 20 puestos y sus respectivos ordenadores portátiles, una zona de robótica en la que encontramos una mesa con tapetes intercambiables que sirven para realizar actividades con los robots, y la zona de taller acondicionada con 6 bancos de trabajo rodeados por una zona de herramientas colgadas en las paredes.



Figura 12. Mesa de robótica del CPI Ada Lovelace y robot Lego EV3 usado en el Obradoiro de robótica. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace

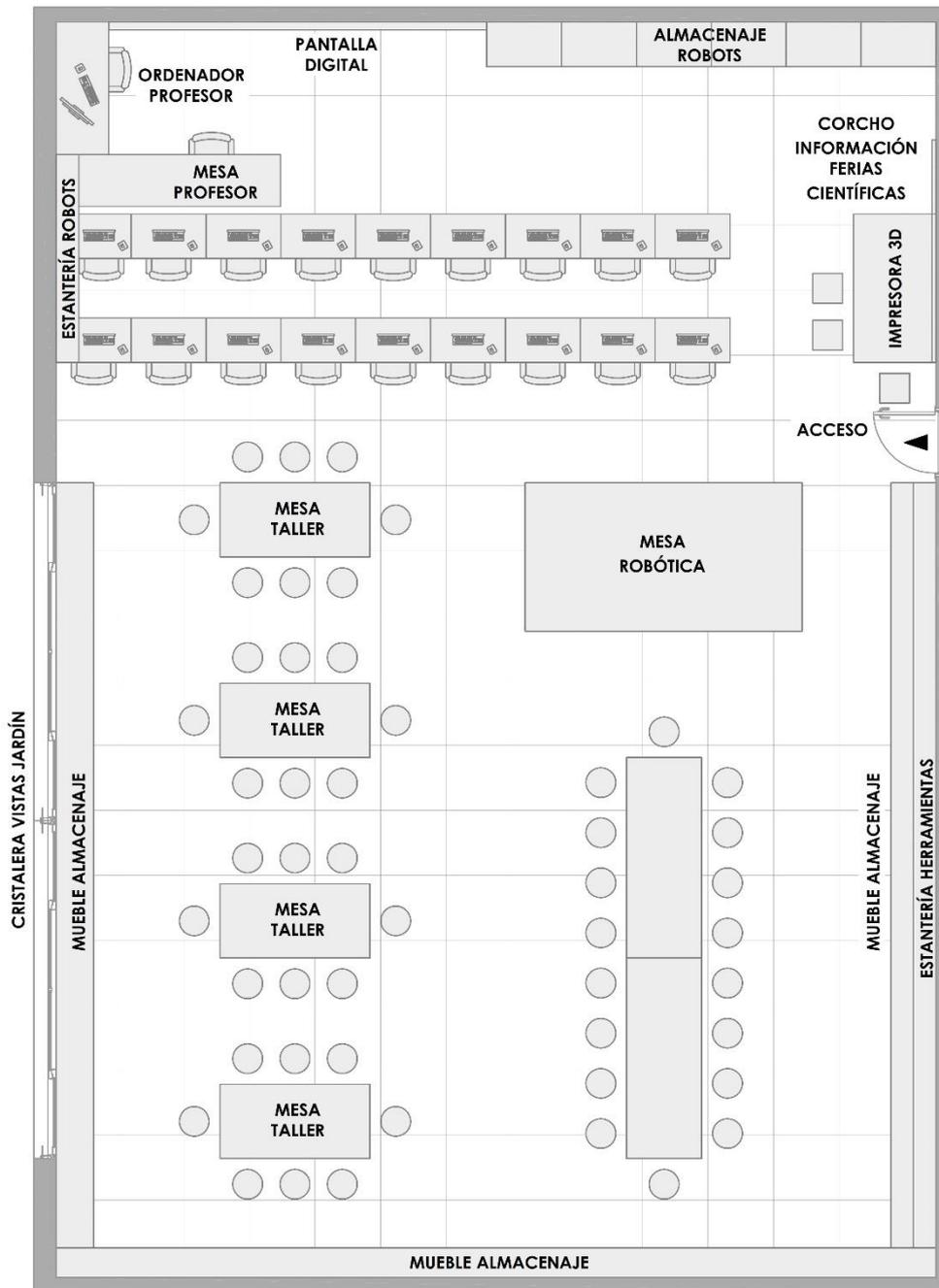


Figura 13. Plano del taller de tecnología del CPI Ada Lovelace. Fuente: Elaboración propia

5.2.2 El club de ciencias y el taller de robótica

El club de ciencia y el obradoiro de robótica, que ya van por su séptima edición – durante la recogida de datos llevaban en funcionamiento cinco años – e impartido el segundo por Rosa, la profesora de tecnología y programación, surgieron con la intención de conseguir recursos tecnológicos para el aula de tecnología – pues en aquella época la Xunta no estaba proporcionando recursos de esta índole a los centros salvo bajo programas específicos – para poder incorporar al curriculum la enseñanza de y con robots, que para la docente – tras su experiencia en otros centros – era un elemento muy atractivo y motivador para el alumnado, puesto que les permite programar en un entorno amigable y ver el resultado de lo que programan a través del movimiento del robot (ENT1-R, 66). Además, dar la oportunidad al alumnado, que es eminentemente rural, de contactar con la robótica (ENT1-R, 62-64). En la actualidad el objetivo de ambos clubes es fomentar la curiosidad por la ciencia y la tecnología en el alumnado de 4º, 5º y 6º de la educación primaria, aunque estos clubes también están abiertos al alumnado de la ESO.

La filosofía que fundamenta ambos clubes es aprender haciendo, es decir, aprender a través de actividades interactivas y contextualizadas que motiven y enganchen al alumnado. En las próximas líneas no hablaremos del club de ciencias sino del obradoiro de robótica que fue el antecedente de la materia de programación. Además de las actividades lúdicas que se realizan, este taller alberga al equipo FrouxiMakers, que son un grupo de niños y niñas a los que les gusta la robótica y la programación y que se juntan en su tiempo libre y de ocio en el taller de tecnología para realizar proyectos y participar en ferias científicas como la First Lego League o PITEAS. Debemos destacar que la incorporación a este equipo es voluntaria, es decir, se puede acudir al taller de robótica y no formar parte de los FrouxiMakers. Un proyecto realizado por los FrouxiMakers es *“Despois de roidos mellor recollidos”* que versa sobre la reutilización de los chicles. Este proyecto, surge a raíz de la participación de este equipo a la First Lego League que se desarrolla en tres partes – programación de un robot para la resolución de una serie de desafíos en un tablero, cuya temática es el reciclado, en dos minutos y medio; un proyecto científico sobre a temática de reciclado y la elaboración de un póster -. Así, este grupo de alumnos y alumnas que asisten tanto al club de ciencias como al taller de robótica, a través de una lluvia de ideas, llegaron a la idea de este proyecto, que consiste en la recolección de chicles – su desinfección y transformación en una pasta con ayuda del laboratorio de

Plásticos de la Escola Politécnica de Ferrol - para su posterior reconversión en objetos como púas de guitarra, damas, topes para las puertas, entre otros.

No obstante, para esta investigación es de mayor interés el taller de robótica en general que el grupo FrouxiMakers o el club de ciencias, puesto que el primero alberga un mayor número de alumnado, haciéndose cada año más popular entre las niñas (GD5-AL-2, 350-359; ENT1-R, 69-74), ya que muchas de ellas ante la necesidad de elegir entre ambos se han quedado con el obradoiro de robótica (EG1-AL, 155). La mayoría de las alumnas justifican haberse apuntado al taller de robótica por llamarles la atención (EG1-AL, 163-172; EG2-AL, 135-145), porque lo consideran útil (EG1-AL, 163-172), por recomendación de otras compañeras que ya asistían (EG2-AL, 135-145), por interés (EG2-AL, 135-145) o por aprender y probar cosas nuevas (EG2-AL, 135-145; EG3-AL, 143 - 158). Algunas alumnas, como Tatiana y Celia, al principio no iban muy convencidas porque pensaban que iba a ser algo muy complicado y que no se les iba a dar muy bien (EG3-AL, 157-164), pero ahora están encantadas, llevan varios años en el taller y han elegido programación de optativa.

Además, también parece desarrollar actitudes afectivas hacia la ciencia y la tecnología e influir en la elección de la materia de programación como optativa, especialmente en el caso de las chicas (EG1-AL, 225-230; EG2-AL, 124-125 y 196-204; EG3-AL, 129-142 y 192-199; GD1-AL-2, 149-169; GD4-AL-1, 312-339; GD4-AL-2, 495-505; GD5-AL-2, 350-359).

***Moderadora:** Vale, esta es la última. ¿Por qué creéis que hay tantas chicas en la asignatura de programación? Porque ya dijimos que hay muy pocas chicas estudiando carreras de ciencias, pero aquí hay más chicas que chicos, en la de programación*

***Laura:** Uff...pues porque se aplican y les interesa*

***Matilde:** También la mayoría de nuestra clase que van a programación fuimos a robótica y cosas así, digo de las niñas. Entonces ya...*

***Laura:** Y nos gustó*

***Diana:** Conocimos a Rosa (GD3-AL-2, 271-275).*

La docente también cree que el hecho de que las alumnas hayan ido al club de robótica ha influido en la buena acogida que ha tenido esta materia entre las alumnas (ENT1-R, 59-60).

Moderadora: *Y ¿por qué crees que hay tantas chicas matriculadas en esta materia?*

Rosa: *Porque creo que el hecho de que hayan venido al obradoiro de robótica ha influido mucho, que les haya gustado. Venían en grupos pequeños, con lo cual la tarea se hace más atractiva porque llegas más a ellas, consigues hacer más cosas, más divertidas...y ellas hicieron correr la voz, yo creo que es así. Contaban en clase lo bien que se lo pasaban y todo lo que hacíamos, entonces, hizo que se animaran las demás.*

Además, un alumno y una alumna en sus relatos sobre Carracedo mencionan al club de ciencias y al club de robótica como elementos fundamentales para el desarrollo de su vocación científica (RC-AN-AL y RC-CE-AL). Celia, en su relato narra: “*Cuando tenía 10 años le gustaba y hacía robótica. Se apuntó a robótica a los 12 años de edad en el colegio cuando los llamaron a él y a 5 niñ@s a unos concursos de robótica, pero también había ciencias entonces fue cuando se enganchó y entonces le pedía a los padres juegos de ciencia*” (RC-CE-AL).

Hay que destacar que el alumnado que asiste al taller de robótica también se presenta a concursos y olimpiadas, que para Rosa son un elemento motivador en sí mismos además darle al alumnado la posibilidad de medirse con otros centros y derrumbar los estereotipos que rodean a los centros rurales (ENT1-R, 66).

El taller de robótica se organiza en niveles y en función de ellos se trabaja con unos u otros elementos. Los que empiezan el primer año se familiarizan con los conceptos más sencillos de programación a través de los Mbot o Lego NXT, mientras que los que ya llevan algunos años emplean el Lego EV3, se les introduce a Arduino e incluso diseño en 3D (ENT1-R, 68). Así, el taller de robótica abarca no solo actividades relativas a la programación, sino que integra otras tareas, todas relacionadas con la tecnología, como paper circuits, e-téxtiles, construcción de máquinas con lego, Arduino, entre otros, aunque mayormente se basa en la enseñanza de la programación a través de diferentes tipos robots en función del nivel del alumnado.

Las actividades que se realizan en este taller parten de elementos que son familiares para el alumnado, como las formas geométricas, las escalas o los colores, y no consisten simplemente en darles una ficha o una explicación teórica sobre conceptos de programación como la declaración de variables, sentencias de control, bucles, etc., sino que el alumnado aprende estos conceptos intuitivamente a través de la realización de retos

– que se presentan a través de unas instrucciones sencillas y básicas que sustentan la base de la práctica – que implican, normalmente, a otras áreas de conocimiento como las matemáticas, la plástica o la música. Un ejemplo de esto sería la actividad que se realiza con el alumnado de 5º y 6º de educación primaria sobre los ángulos. El alumnado, siguiendo unas instrucciones básicas sobre la programación del Mbot – los bloques y órdenes que se deben emplear para resolver el reto - tiene que recorrer con el Mbot las figuras geométricas dibujadas en el suelo, teniendo que usar, además, conceptos más allá de la propia programación.

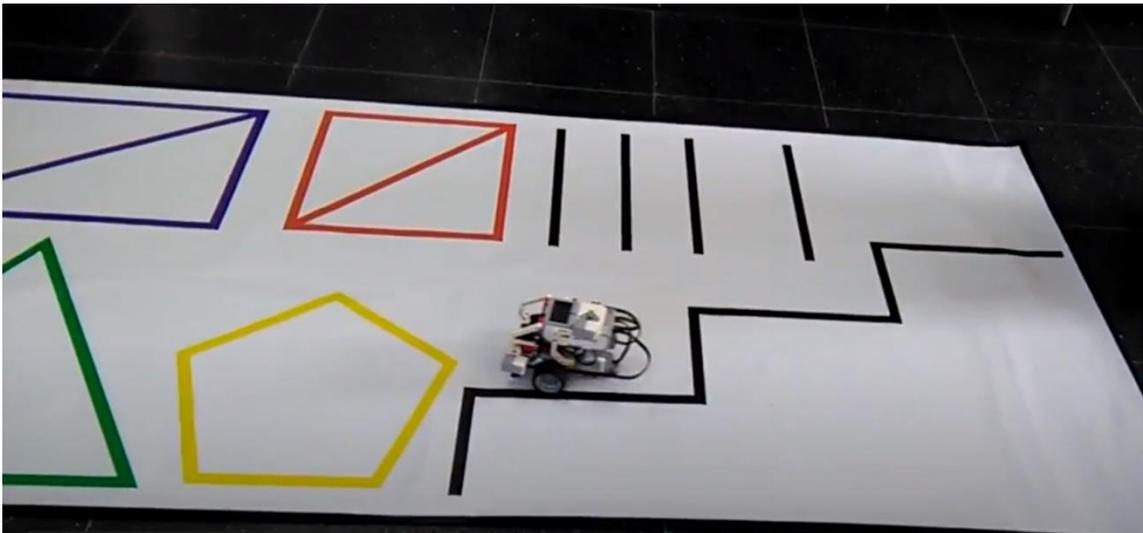


Figura 14. Actividad realizada con el alumnado del último ciclo de primaria con robots. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace.

Estos retos son de las actividades más valoradas por algunas estudiantes (EG3-AL, 169–170). No obstante, estos retos y actividades no son individuales, sino que se realizan cooperativamente, siendo la solidaridad y la pertenencia al grupo el elemento más valorado por las y los estudiantes con respecto al taller de robótica (EG2-AL, 146–157; EG1-AL, 189-191; GD5-AL-1, 190), además de la profesora que lo imparte (EG3-AL, 169-170).

Matilde: Lo de equipo, que se trabaja todo en equipo. La mayoría de la gente que va a robótica en primer turno, cuando voy yo, somos de los Frouximakers entonces nos hicimos muy amigos

Diana: Claro, te enseñan a trabajar en equipo, todos juntos, y eso está muy guay.

Matilde: Y nos distribuimos las tareas siempre. (EG1-AL, 189-191)

Para el alumnado que asiste al taller de robótica y a la materia de programación, los grupos cooperativos del taller funcionan mejor que los instaurados en programación, según ellos y ellas por la mayor implicación del alumnado, pues alegan que en programación hay alumnos que no se interesan por la materia y que la eligieron una escapatoria a música (EG1-AL, 205-224). Esto también lo destaca Rosa en su entrevista, que señala a este aspecto afectivo como una de las dificultades a las que se enfrenta en la materia, que deriva en un aumento del número de alumnado – no del todo interesado – y con diferentes niveles haciendo más complicada prestar una atención individualizada que es muy necesaria en esta materia (ENT1-R, 21-24)

Finalmente destacar que las alumnas asistentes consideran que lo más útil de este taller es su valor a largo plazo, es decir, de cara al futuro (EG3-AL, 174-175), mientras que para otras apuntan a la utilidad a corto plazo: aprender cosas nuevas sobre la ciencia y la tecnología, como que es un sistema hidropónico o a programar (EG1-AL, 183-188; EG1-AL, 198-204), aprender valores (EG1-AL, 198-204) y saber el porqué de las cosas:

Moderadora: Y ¿qué creéis que os aporta o para qué os sirve el club de ciencias y el obradoiro de robótica?

Diana: Para saber más de una cosa que no sabes.

Matilde: Saber el porqué

Iria: Si

Diana: Si, porque muchas veces te haces muchas preguntas de por qué eso hace eso o por qué no lo hace y el obradoiro de robótica y el club de ciencias te lo pueden responder

Martina: Claro (EG1-AL, 192-197).

5.2.3 ¿Cómo es la Programación en el CPI Ada Lovelace?

La materia de programación de 1º de ESO es de libre configuración autonómica, esto significa que son las consellerías de educación de las comunidades autónomas las que establecen la relación de materias bajo este paraguas, pudiéndose encontrar la programación entre ellas, como es el caso de Galicia, o no. Esto implica que no es una materia regulada estatalmente, y que es voluntad de los centros incluirla entre su oferta educativa, además de poder ser ofertada en un solo curso de la ESO, en el caso del Ada Lovelace, en 1º de la ESO. Este centro decidió incluirla entre su oferta educativa porque, al haberse presentado ya ha diversos concursos de robótica, tener material suficiente

gracias a los clubes, tener algunas horas disponibles la docente y, al no ofertarse la materia de tecnología – en Galicia – en primero de la ESO, consideraron que sería una oportunidad para introducir tempranamente al alumnado a la programación y comenzar a despertar el interés por ella (ENT1-R, 3-7).

El currículo de esta materia, tal y como indica la programación del curso 2018/2019, contempla contenidos como el pensamiento computacional, el razonamiento lógico, algoritmos, diagramas de flujo, programación web y herramientas de la web 2.0, siendo, desde el punto de vista de la docente un contenido un tanto extenso y complejo para el curso de 1º de la ESO a sabiendas de que solo cuenta con una locación temporal de una hora semanal (ENT1-R, 12). Por ello, la docente vislumbra esta materia como eminentemente práctica, es decir, considera que para poder introducir al alumnado a la programación se debe de hacer a través de actividades prácticas que permitan que el alumnado razone y le vea la lógica a la programación, para posteriormente, en otros cursos, poder enseñar lo que es el algoritmo, los diagramas de flujo etc. (ENT1-R, 12). Por lo tanto, la materia de programación está concebida como una introducción básica a la programación que intenta, más que enseñar los contenidos establecidos en el currículum, desarrollar un vínculo afectivo entre el alumnado y la programación a través de actividades contextualizadas, asequibles y motivadoras para el alumnado (ENT1-R, 14). Como ya hemos apuntado anteriormente, la docente considera que la asistencia a ferias, jornadas y concursos pueden ser motivadores para el alumnado puesto que le otorgan la posibilidad al alumnado de ver todo lo que han ido aprendiendo. Así, en esta materia, como se indica en la programación, el alumnado asistirá a diversas ferias y jornadas como la semana STEM organizada por la Delegación de Innovación, las Jornadas de Robótica organizadas pola Fundación Barrié y la II Olimpiada de Robótica organizada por la Escola Politécnica de Serantes (Ferrol).

Además, debemos destacar que, la mayoría del alumnado ha asistido al club de robótica (OBS1-PROG-1B, 22 y OBS1-PROG-1A, 5). Teniendo en cuenta específicamente a las alumnas, la mayoría ha asistido en algún momento al taller de robótica (EG1-AL, 143-153; EG2-AL, 146 - 157; EG3-AL, 129 - 142), y algunas de ellas, como Diana, Matilde, Martina Tatiana, Celia, Cintia o Noelia siguen asistiendo (EG1-AL, 173-182; EG2-AL, 146–157; EG3-AL, 129 - 142). Mientras que otras: Laura, Cristina, Iria o Zeltia, lo han dejado este año ante imposibilidad de compatibilizar los horarios con otras actividades o de que alguien las llevara al centro, no porque no les guste (EG1-AL, 173-182; EG2-AL,

146 - 157). Astrid y Emma, unas alumnas que asistieron al taller de robótica el año pasado, eligieron programación para darle una segunda oportunidad a la robótica, puesto que el año anterior no les había entusiasmado, cosa de la que no se arrepienten porque ahora les gusta más y si fuera posible seguirían escogiendo programación como optativa (EG3-AL, 129-142; GD5-AL-1, 177-202). Para otras alumnas, como Luna, Bea, Susana y Aitana, es una materia nueva que la han elegido por probar algo diferente a música – la otra materia ofertada – (EG3-AL, EG3-AL, 129-142; GD7-AL,81-88).

Con respecto a la organización de la materia, esta asignatura se divide principalmente en dos partes, la primera, que supone un acercamiento y familiarización con el entorno y la lógica de la programación – bucle de inicio, sensores, actuadores, operadores matemáticos, textos etc. – a través de Scratch¹⁹, para, en la segunda parte, introducir robótica con los Mbot, ya que el entorno de programación es similar al aprendido, pues el programa Mblock - con el que se programa el Mbot – está basado en Scratch. Las actividades de la segunda parte se componen de tareas prácticas en las que, además de emplear conceptos de programación, también incorporan contenidos de otras áreas como geometría, ángulos, escalas musicales, composición de colores, entre otros (ENT1-R, 14). Estas tareas, que se denominan “fichas” – aunque difieren totalmente del concepto tradicional de éstas – tienen como objetivo que el alumnado entienda y aprenda no solo a programar, sino la lógica de la programación, pues no son un tutorial de lo que deben hacer o los pasos a seguir para programar el robot, sino que tienen como propósito enseñarles a pensar y razonar (ENT1-R, 18). Por lo tanto, estas fichas siguen la filosofía del obradoiro de programación, que es, además de aprender a programar, desarrollar actitudes positivas y afectivas hacia la programación.

Estas fichas, que se caracterizan por su contextualización al entorno e intereses del alumnado – que para la docente es imprescindible para establecer un vínculo afectivo con el alumnado – y su vinculación a otras áreas de conocimiento, presentan, a través de unas instrucciones sencillas, claras y gráficas, la tarea a realizar, además de los contenidos de programación que conforman la base de la práctica, es decir, se les dan los “*bloques que*

¹⁹ Scratch es un lenguaje de programación visual, desarrollado por el Grupo Lifelong Kindergarten del MIT Media Lab.1, que permite el desarrollo de habilidades mentales mediante el aprendizaje de la programación – a través de retos juegos y pequeños proyectos - sin tener conocimientos profundos sobre el código, que funciona como lenguaje introductorio por su relativa facilidad para desarrollar programas.

pueden usar para programar el robot, y a partir de ahí, ellos tienen que razonar como utilizarlos y para qué” (ENT1-R, 18).

Las fichas de las que estamos hablando son tres, puesto que el alumnado no realiza una ficha por día, sino que tiene varios días para completarlas, aunque debemos destacar que no tienen un tiempo ilimitado para completar la tarea, sino que la docente asigna una fecha límite en la que deben completarla, puesto que estas fichas forman parte de la evaluación de la materia – que carece de examen – (OBS2-PROG-1A, 8; OBS2-PROG-1B, 3, 19 y 29). Las tareas son las siguientes: “Arco da Vella”, “Star Wars” y “Patrullando X” - la equis es el nombre del lugar en donde se encuentra el centro que por motivos de protección de datos no podemos desvelar -. La primera actividad es “Arco da Vella”, consiste en que el alumnado programe al Mbot para que emita en una secuencia continua los colores – por orden – del arcoíris. Esta tarea, además de contenidos y conocimientos de programación, requiere que el alumnado aplique conocimientos del área de plástica, concretamente la combinación de colores primos para la conformación de colores secundarios.

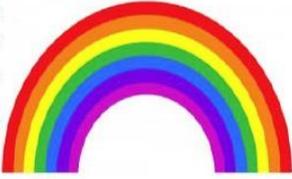
Departamento de Tecnoloxía do CPI de Programación 1º ESO

Tarefa 1.- O arco da vella

Esta tarefa consiste en programar o mBot para que acenda as luces de a bordo (da placa) coas cores do arco da vella. (violeta, azul oscuro, azul cián, verde, amarelo, laranxa e vermello)

O robot deberá acender sucesivamente as 7 cores do arco da vella, cun intervalo de 2 segundos.

Deberás empregar os seguintes bloques;



al presionar O bloque de inicio do programa, cando premas na bandeira verde, comezará a executarse.

por sempre O bloque repetir, para que repita o proceso de forma indefinida.

O bloque encender LEDs de a bordo, onde debes configurar os valores de vermello, verde e azul, para obter as diferentes cores do arco da vella.

establecer el led de a bordo todos roxo 150 verde 0 azul 60 O bloqu e de espera, para que cada LED permaneza acendido durante o tempo establecido nesta tarefa.

esperar 1 segundos

Cando teñas rematado o programa, gárdao co nome **Tarefa 1_o arco da vella** na túa carpeta do teu equipo.

A continuación; contesta ás seguintes preguntas;

Que valores de vermello, verde e azul, empregache para construír as seguintes cores?

- Violeta:
- Azul Cián:
- Laranxa:
- Amarelo:

Figura 15. Ficha actividad Arco da vella de la materia de programación. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace.

La segunda tarea, se denomina “Facendo música Star Wars” que consiste en que el Mbot emita la canción principal de esta película, y una vez terminada esta melodía, la canción de la marcha imperial. Así, en esta actividad, además de programación, se trabajan contenidos musicales – escalas, notas y figuras musicales, tiempos, etc. -.

Tarefa 2.- FACENDO MÚSICA-STAR WARS

Para facer música co mBot, empregaremos a nomenclatura anglosaxona, na seguinte

Fa Fa# Sol Sol# La La# Si Do Do# Re Re# Mi
F F# G G# A A# B C C# D D# E

imaxe tedes a equivalencia coas nosas notas musicais.

A seguinte imaxe representa a duración das notas e o número correspondente á escala (1=grave, 5= agudo)

NOMBRE	FIGURA	mBlock	VALOR
Redonda	♩	Doble	2 Tiempo
Eloca	♪	Entero	1 Tiempo
Negra	♫	Medio	1/2 Tiempo
Crochea	♬	Cuarto	1/4 Tiempo
Semacoches	♭	Octavo	1/8 Tiempo

Aquí tedes a partitura de STAR WARS anglosaxona;

Para programar no mBot, deberedes empregar os seguintes bloques:

Figura 16. Ficha actividad Star Wars de la materia de programación. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace.

Mientras que la tercera tarea, “Patrullando X”, consiste que, ante el incremento de robos en el pueblo en el que se sitúa el centro, el coche de patrulla debe recorrerlo para estar atento a los posibles incidentes, para ello el coche – que será el Mbot – debe describir un rectángulo de 2x1 baldosas del aula – 80x40 – además, de como siempre ocurre, emitir unas luces y una sirena que indiquen que está patrullando el pueblo.

Tarefa 3.- Patrullando por

Deberedes deseñar un programa que faga que o mBot percorra patrullando. (no noso caso será describir un rectángulo de 2x1 baldosas (80x40 cm)



- Empezaremos coa orde “ESPERAR HASTA QUE “ o botón da placa estea premido, para que o coche non bote a andar segundo descarguemos o programa.

```

Programa de mBot
esperar hasta que botón de la placa presionado
    
```

- Para que o robot avance empregaredes o bloque; no que escolleremos a velocidade

```

avanzar a velocidad 100
    
```

- A continuación engadimos o tempo “durante o cal” queremos que avance.

```

esperar 8 segundos
    
```

- Para que se deteña

```

avanzar a velocidad 0
    
```

- Para os xiros á dereita e esquerda;

```

avanzar a velocidad 100
avanzar
retroceder
girar a la derecha
girar a la izquierda
    
```

- Lembrade que os lados do rectángulo son iguais (2 a 2), así que poderemos empregar un “BUCLE” ou repetición;

```

repetir 10
    
```

Como sabedes os coches de policía teñen luces azuis e brancas, así que programaredes o robot, para que acenda **ALTERNATIVAMENTE** os LEDs de A BORDO de cor azul e branco, que deberán alternarse (ESQUERDO E DEREITO) mentres o coche está patrullando.

```

establecer el led de a bordo led derecho rojo 0 verde 0 azul 150
establecer el led de a bordo led izquierdo rojo 255 verde 255 azul 255
esperar 1 segundos
    
```

Por último, deberá emitir o son dunha serea “ni-no” que correspondería coas notas SOL-LA

```

Programa de mBot
repetir 20
    reproducir tono en la nota A4 pulsación Medio
    reproducir tono en la nota G4 pulsación Medio
    
```

Sube o programa á placa coa opción “SUBIR A ARDUINO” e comproba que patrulla correctamente.

Garda o programa como **Tarefa3.- patrullando en** **no teu cartafol**

Deberás facer varias probas:

1. A velocidade 100 que distancia en centímetros percorre en 1 segundo?
2. Cantos segundos necesitara para percorrer 80 centímetros?
3. Para que xire 90 graos, a velocidade 100, canto tempo necesitarás poñer?
4. Completa a seguinte táboa

Velocidade (avanza)	Tempo	Distancia percorrida
100	1 segundo	
150	1 segundo	
255	1 segundo	

5. A distancia percorrida é **directamente** ou **inversamente** proporcional á velocidade?

6. Agora proba a cambiar o tempo, e manter a velocidade constante

Velocidade (avanza)	Tempo	Distancia percorrida
100	1 segundo	
100	4 segundos	
100	8 segundos	

7. Neste caso a distancia percorrida é directamente ou inversamente proporcional ao tempo?

8. Se mantemos constante a distancia, e escollemos as diferentes velocidades do mBot, observa o tempo que tarda en percorrer as dúas baldosas (80 cm), **cal é a velocidade en cm/segundo?**

Velocidade (avanza)	Distancia percorrida	Tempo	Velocidade en cm/s
100	80 cm		
150	80 cm		
255	80 cm		

Se empregamos o BLUETOOTH, podemos executar os 3 programas de mBot á vez, con so facer dobre clic nun deles, o mesmo que se está conectado por cable, pero co inconveniente que o cable non deixará que avance correctamente.

```

Programa de mBot
esperar hasta que botón de la placa presionado
repetir 2
    avanzar a velocidad 100
    esperar 4 segundos
    girar a la derecha a velocidad 100
    esperar 1 segundos
    avanzar a velocidad 100
    esperar 4 segundos
    girar a la derecha a velocidad 100
    esperar 1 segundos
    avanzar a velocidad 0
Programa de mBot
repetir 20
    reproducir tono en la nota A4 pulsación Medio
    reproducir tono en la nota G4 pulsación Medio
Programa de mBot
repetir 20
    establecer el led de a bordo led derecho rojo 255 verde 255 azul 255
    establecer el led de a bordo led izquierdo rojo 0 verde 0 azul 150
    esperar 1 segundos
    establecer el led de a bordo led derecho rojo 0 verde 0 azul 0
    establecer el led de a bordo led derecho rojo 0 verde 0 azul 150
    establecer el led de a bordo led izquierdo rojo 255 verde 255 azul 255
    esperar 1 segundos
    
```

Figura 17. Ficha actividad Patrullando X de la materia de programación. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace.

Cuando el alumnado acaba la tarea llaman a la docente para enseñarle el resultado (OBS1-PROG-1B, 64; OBS1-PROG-1A, 15, 19-20, OBS2-PROG-1A, 32; OBS2-PROG-1B, 19-20): *“Rosa manda silencio absoluto, el grupo tres está probando la primera melodía de la tarea de Star Wars y con tanto ruido no es posible escucharla. Tras comprobar que la canción les va bien, Rosa les manda pasar a la segunda tarea de Star Wars, que el Mbot emita la Marcha Imperial.”* (OBS2-PROG-1B, 9-10). No obstante, el alumnado no suele esperar a terminar de programar para comprobar si están realizando correctamente la tarea, sino que, durante su desarrollo van cerciorándose de que la melodía, en este caso, se está adecuando a la realidad, por lo que, durante la tarea activan el robot y escuchan si el segmento de melodía es correcto (OBS2-PROG-1B, 7; OBS2-PROG-1A, 14-16; OBS1-PROG-1B, 52 y 60), como el grupo de trabajo 3 de la OBS1-AL-1: *“mientras tanto el grupo 3 comprueba lo que han programado de la segunda tarea de Star Wars, suena bastante bien, se emocionan porque están a punto de acabarla”* (21). Si la tarea está bien realizada pueden pasar a la siguiente (OBS1-PROG-1A, 15; OBS2-PROG-1B, 10), mientras que, si la tarea no está realizada correctamente, y no hay fallos significativos, la docente les explica en dónde está el fallo o lo pueden comprobar a través de una plantilla los errores que han tenido y pasar a la tarea siguiente (OBS1-PROG-1A, 19-20; OBS2-PROG-1A, 32; OBS2-PROG-1B, 20). Como por ejemplo en la OBS1-PROG-1A cuando Rosa va a comprobar la tarea del arcoíris de Celia y Max. La docente dice: *“Play”* y cuenta, más o menos los segundos que tarda de pasar de un color a otro y que éstos estén bien saturados. Les va mal el amarillo, está en un tono más anaranjado de lo debido, les explica que tienen que bajar el color rojo. Al bajarlo y volver a comprobarlo se dan cuenta de que este es un amarillo más vivo en comparación con el anterior. Como ya tienen la tarea bien hecha Rosa les manda pasar a la siguiente, la de Star Wars (19-20).

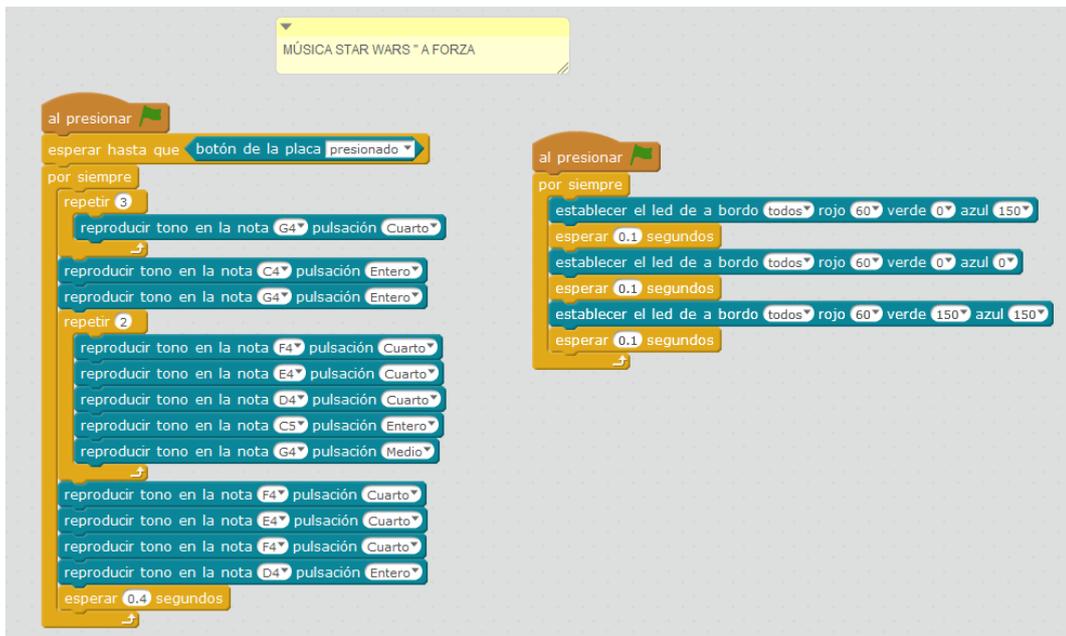


Figura 18. Plantilla de corrección de la tarea Star Wars. Fuente: Blog del Obradoiro de Robótica del CPI Ada Lovelace.

Una vez delimitado el sistema de fichas con el que se trabaja en la materia, debemos señalar dos cosas, en primer lugar, que la metodología – aunque se hará hincapié específicamente en esta posteriormente – que la docente emplea en esta materia es el aprendizaje cooperativo, que en ocasiones el alumnado lleva a cabo satisfactoriamente y en otros no. En primer lugar, destacar que el alumnado sigue diferentes ritmos de aprendizaje por lo que es habitual encontrarnos que los grupos están realizando diferentes tareas (OBS1-PROG-1B, OBS2-PROG-1A, OBS2-PROG-1B), porque, aunque se intenta que los grupos sean lo más equilibrados posible (ENT1-R, 34), éstos siguen ritmos diferentes. Esto se puede deber al funcionamiento interno del grupo, a las habilidades de liderazgo del alumnado (ENT1-R, 36) o, a que, como apunta la docente este tipo de tareas, que requieren una lógica y razonamiento, pueden requerir, para algunos alumnos y alumnas, de mucha guía, debiendo ser y siendo esta guía proporcionada por la docente (ENT1-R, 18). Y, en segundo lugar, que los grupos cooperativo no son exclusivos de esta materia, sino que el alumnado lleva trabajando en cooperativo desde la educación infantil (ENT1-R, 32), por lo que ya deberían estar acostumbrados al funcionamiento de este tipo de aprendizaje. No obstante, el aprendizaje cooperativo, como hemos apuntado y se explicitará en el siguiente apartado, en la mayoría de los casos se asemeja más al trabajo en grupo en donde algunos alumnos y alumnas son los que realizan la mayor parte de la tarea. En este sentido las chicas, aunque están de acuerdo en la utilidad de aprender cooperativamente - es beneficioso puesto que se pueden ayudar entre ellos y ellas -

también alegan no estar muy de acuerdo con el aprendizaje cooperativo, que tal y como lo describen sería un trabajo grupal más que cooperativo, porque son ellas normalmente las que acaban realizando las tareas o implicándose más en el aprendizaje (EG1-AL, 449-479; EG2-AL, 227-279; EG3-AL, 457-465). Esto se puede comprobar en algunas de las observaciones, como la de Celia, que hace primero la tarea y luego intenta ayudar a su compañero de forma poco satisfactoria puesto que él hace caso omiso (OBS2-PROG-1A, 22-23), o como Rafael, que se ha perdido y no entiende bien lo que hay que hacer, acaba copiando la tarea de su compañera (OBS2-PROG-1B). Martina y Diana, que alegan que no es útil trabajar en cooperativo con Enrique y Pedro, porque se pelean constantemente lo que afecta a la dinámica del grupo (EG1-AL,452-479) esto se puede corroborar, en cierta medida, en la observación OBS1-PROG-1B, en la que Pedro colabora con las dos chicas, pero porque no está Enrique.

Como hemos dicho esta materia tiene dos bloques principales, uno en el que se programa con Scratch, recordemos que actúa como una herramienta de introducción a la programación y su lenguaje, y los robots – Mbot – que deben ser montados desde cero por el alumnado y con los cuales realizarán las actividades descritas anteriormente. La mayoría del alumnado considera que lo más útil, lo que más les gusta y con lo que más aprenden en la materia, aunque algunos y algunas afirman aprender con todo (GD2-AL-1, 18-35; GD4-AL-1, 23-35), es con los Mbot (GD1-AL-1, 11-16;GD2-AL-1, 60-72; GD3-AL-1, 15-30; GD4-AL-1, 3-10 y 46-65; GD5-AL-1, 1-31; GD5-AL-2, 360-373; GD6-MH-1, 3-17 y 25-37; GD6-AL-2, 360-373; GD7-AL, 22-27) y, consecuentemente con las fichas.

***Moderadora:** Vale, y específicamente, ¿con qué parte aprendéis más? Algo concreto de esta asignatura que decís pues con esto aprendo un montón*

***Laura:** Con lo de hacer que el robot haga algo*

***Todos/as:** Sii*

***Enrique:** Si, con lo de la música y que ande y todo eso*

***Todos/as:** Siii*

***Moderadora:** O sea con los robots, por ejemplo, la parte que tuvisteis al principio que era más Scratch, aprendéis más con los robots o con Scratch*

***Diana:** No...con los robots*

***Enrique:** Con Scratch*

Matilde: Yo que se, si...

Laura: A mí me gusta más con los robots

Matilde: Lo de los videojuegos y esas cosas, pero los robots, no sé, es más...

Diana: Los robots molan más porque ves que tú lo puedes hacer

Laura: Lo ves

Matilde: Claro

Enrique: Y ves lo que pueden hacer y todo eso lo hiciste tu

Resto: Claro (GD3-AL-1, 15-30).

El alumnado suele considerar estas fichas útiles, porque, al darles unas pautas e indicaciones de lo que necesitas saber para realizar la actividad les hace pensar y visualizar cómo deben realizar la tarea, entenderla, es decir, le otorga la posibilidad al alumnado de aprender no a través de unas reglas que les da la docente sino por ellos y ellas mismas autónomamente (GD3-AL-1, 51-71; GD7-AL, 37 – 54; EG2-AL, 205-209)

Moderadora: Y ¿creéis que esta asignatura es diferente al resto en cómo está estructura y explicada, la de programación? ¿Creéis que es parecida a las otras asignaturas del cole?

Luna: No

Cristina: No, yo creo que me gusta más porque Rosa no es de estas personas que llega y se pone a explicar como algo para chapar. Rosa te da como una fichita y tú lo tienes que entender o intentar visualizarlo y después si no lo entiendes te lo explica ella, no es llegar y chapar, chapar, chapar, es entender y visualizar lo que estás haciendo

Bea: Que bien hablas (EG-AL, 208-209).

A la par de entretenidas, divertidas y motivadoras (GD1-AL-1, 238-249; GD3-AL-1, 51-71; GD4-AL-180-193; GD5-AL-2, 360-373). No obstante, también consideran que son algo difíciles y complicadas (GD1-AL-1, 238-243; GD4-AL-180-187; GD7-AL, 37-54) como Susana, Noel y Aitana que indican que estas fichas son útiles pero que les cuesta seguirlas, al igual que Cristina y Martina, pero con ayuda de la docente la acaban entendiendo y realizando sin mayor dificultad.

Moderadora: Vale, Rosa ahora os da unas fichas que tenéis que programar en el Mbot, ¿qué opináis de esas actividades?

Ismael: Son complicadas esas fichas de entender

Moderadora: Pero son motivadoras o no...

Martina: Si, son complicadas, pero...

Cristina: *Si, por ejemplo, yo el otro día estaba mi compañera, mi compañera estaba aquí, por ejemplo, y cuando lo hacía con ella me liaba un poco porque ehhh claro estaba con ella y no entendíamos nada y después vino Rosa, nos lo explicó y cuando ella vino para aquí hice yo la partitura entera en un día, porque como ya lo había comprendido gracias a Rosa hacía todo más fácil. Pero la verdad que, al ver la ficha, me la puso delante Rosa y yo en plan...ehhh que es esto y no lo entendía hasta que nos lo explicó.*

Martina: *Claro, yo tampoco lo entendía, pero nos leímos la ficha entera y nos lo explicó un poco Rosa y ya lo entendíamos*

Moderadora: *O sea con la ayuda de Rosa*

Todos/as: *Si (GD4-AL-1, 180-187).*

No obstante, como indican Bruno y Amadeo con el paso del tiempo y al ir aprendiendo se empiezan a simplificar (GD1-AL-1, 238-243). Dentro de estas fichas la que menos éxito ha tenido para el alumnado es la del “Arco da Vella”, pues es la que consideran menos útil en comparación con las otras (GD2-AL-1, 36). Esto se puede deber a que el alumnado no está familiarizado con el aprendizaje por descubrimiento, porque las niñas en la entrevista alegan, como si fuera algo negativo, que para realizar la tarea fueron probando porcentajes aleatoriamente para ver si salía el color que necesitaban (EG3-AL, 416-432), concordando con las observaciones en las que van probando números hasta que les salga el color (OBS1-PROG-1A, 9-11; OBS1-PROG-1, 40). Sin embargo, el objetivo de la tarea era programar el arcoíris y descubrir que las tonalidades cromáticas dependen del porcentaje de saturación de cada color, el único contenido que deberían conocer son los colores primarios y la formación de los colores secundarios. En este sentido, durante la OBS1-PROG-1B, la docente pregunta al alumnado qué creen que tienen que hacer para ver si han comprendido la actividad, tras escuchar lo que dicen, explica que los colores secundarios no vienen en el Mblock, que para hallarlos tienen que mezclar los colores primarios para poder formar otros, y les pregunta si en plástica no aprendieron la combinación de colores primos para formar los secundarios, añade: *“por exemplo para que os saia fucsia tedes que mesturar azul e verde en diferentes cantidades”* (OBS1-PROG-1B, 31).

Las niñas, en las entrevistas, confirman la idea expuesta anteriormente, que lo que más les gusta y lo que les es más útil de programación es aprender con los Mbot (EG1-AL, 403-406; EG2-AL, 167-175; EG3-AL, 416-432). Así, el alumnado en general considera más útil aprender a programar con los Mbot porque es mucho más visual y ven como el

Mbot hace lo que ellos han programado (GD3-AL-1, 20-30; GD4-AL-1, 46-65 y 209-214; GD5-AL-1, 13-20), con esto concuerda Rosa que en su entrevista afirma que cree que las tareas que más le gustan y le llaman la tanto a los niños como a las niñas son las que implican el robot porque se mueve (ENT1-R, 47-54).

Moderadora: Y preferís programar algo real, como un robot, o algo virtual. ¿Qué os gusta más?

Cristina: A mí me gusta más algo real porque es...lo puedes...no verlo en una pantalla si no vivirlo

Ismael: Claro, porque tú dices al robot ponte en modo (incomprensible) le pones una raya y claro el sigue, el aprende...

Todos/as: (risas)

Ismael: entonces, claro...

Martina: Es como los perros le vas enseñando cosas y va aprendiendo

Ismael: Es listo (GD4-AL-1, 46-52).

El alumnado considera que Scratch es lo que menos les gusta y con lo que menos aprenden en la materia, es decir, que aprenden menos que con los Mbot (GD1-AL-1, 17-33; GD2-AL-1, 37-44 y 64-72; GD3-AL-1, 20-36; GD4-AL-1, 66-74; GD5-AL-1, 21-31; GD6-MH-1, 25-37; EG1-AL, 410-431), menos Susana y Aitana que alegan aprender más con Scratch (GD7-AL, 22-36). No obstante, la mayoría del alumnado, menos el GD2-AL-1 (73- 83), consideran Scratch necesario para iniciarse a la programación (GD1-AL-1, 34-42; GD3-AL-1, 37-40; GD4-AL-1, 30-45; GD7-AL, 22-36).

Moderadora: Y ¿con lo que menos aprendéis?

Todos/as: (silencio)

Amadeo: Yo creo que con Scratch porque...

Luna: Si, puede ser

Iria y Bruno: (asienten)

Amadeo: ...en algunas cosas, en otras sí, pero en algunas porque ehhh son programas ...

Bruno: Muy simples

Luna: Si

Amadeo: Muy simples, y a ver, nos aportan, pero no...

Bruno: Pero no son tan difíciles como bueno, difíciles por decir alguna cosa, pero...

Amadeo: No enseñan tanto

Bruno: Claro

Moderadora: Vosotras qué creéis

Iria: Que también

Luna: Yo estoy de acuerdo con ellos, el Scratch, a ver es otro tanto, pero no se aprende tanto como con el otro

Moderadora: Que con los robots ¿no?

Todos/as: (si)

Moderadora: Pero por ejemplo creéis que os hace falta, os hizo falta haber aprendido Scratch para poder hacer cosas con los robots

Todos/as: Si (hablan todos/as a la vez)

Luna: Si, porque si no no sabríamos hacer...

Amadeo: A mi parecer Scratch es, digamos, como la iniciación

Bruno: y después pasas a Mbot

Amadeo: ..al mundo de los programas y luego...

Luna: Si, si

Bruno: Pasas a Mbot

Luna: Claro, con los robots ya pones en práctica todo lo que llevas aprendido (GD1-AL-1, 17-42).

Rosa, como se ha visto, es consciente de que al alumnado le gustan y le atraen más las actividades con robots, por ello le gustaría hacer más grupos de la materia de programación, puesto que en el curso académico 2018-2019 tenía dos grupos con 26 y 17 alumnos y alumnas, que le permitiría tener una ratio menor de alumnado e incorporar más juegos – como los del club de programación - como por ejemplo carreras de siguelíneas, las luchas de sumos – los Mbot actúan de sumos – (ENT1-R, 26).

Además, debemos señalar que para el alumnado que ha asistido con anterioridad al taller de robótica la materia de programación se les queda algo corta, es decir, es un tanto sencilla porque es un nivel básico, de iniciación a la programación (EG3-AL, 139- 142; GD2-AL-2, 354-360; GD6-AL-1, 42-59; GD4-AL-1, 194-225) y prefieren utilizar otro tipo de robots más complejos como los de Lego:

Moderadora: O que te valió para muy poquito

Celia: El Mblock

Anastasio: El Mblock es de los robots

Tatiana: Ya, pero es...

Celia: pero es distinto

Anastasio: Pero es para programar los robots

Tatiana: No, pero es distinto

Celia: Si, es distinto el Lego que el Mbot

Anastasio: Ahá

Celia: En el Mbot se aprende más que..., perdón con el Lego se aprende más que con el Mbot

Moderadora: Vale, vosotras utilizáis más Lego

Celia: Si

Tatiana: Si, bueno, utilizamos...

Celia: Si, antes en robótica se utilizaba más Lego

Moderadora: Y creéis que se aprende más con el Lego que con el Mbot

Celia: Si

Tatiana: Tiene un nivel más...

Celia: Más alto, entonces tienes que hacer más (GD6-AL-1, 42-59)

-----//-----

Martina: A mí me gusta más programar con el otro robot, pero este tampoco está mal

Moderadora: ¿Con que otro robot?

Martina: Con ¿cómo se llamaba?

Todos/as: (silencio)

Moderadora: ¿Con el de lego?

Martina: Si

Cristina: Si, era el lego

Aldán: Si

Moderadora: ¿Por qué te gusta más?

Martina: A mí me gusta más porque le puedes montar más accesorios y el otro como que...solo tiene eso, bueno le puedes enganchar una gomita con el boli para que vaya pintando y todo eso, pero es que eso lo puede hacer también el otro, y puede hacer más cosas el otro también

Ismael: Más multiusos

Aldán: Si, a ese de lego se le pueden poner muchas

(...)

Ismael: Con los robots de lego puedes hacer un poco lo que te dé la gana y...o sea haces el robot que quieres y después con la programación pues le dices; pero si haces solo programación de estar en un ordenador haciendo programas pues no...no

Moderadora: ¿Y vosotros lo hicisteis antes programación?

Cristina: *Yo si*

Todos/as: *Si*

Moderadora: *Claro, entonces ¿creéis que este robot es más básico para los que quieren aprender...*

Cristina: *Si*

Aldán: *Si*

Ismael: *Si*

Moderadora: *y el de lego podría ser un poco más...*

Cristina: *Avanzado*

Aldán: *Intermedio (GD4-AL-1, 194-225).*

Además, en ocasiones, algunas alumnas o alumnos – que han asistido varios años al Obradoiro de robótica – ya han realizado alguna de las actividades anteriormente (OBS1-PROG-1B, 23). Si este es el caso el alumno o alumna en cuestión tendrá que coordinar y dirigir a su grupo cooperativo para hacerla (OBS1-PROG-1B, 23) o realizarán otras actividades, como Tatiana que como ya había realizado esta actividad está terminando una tarjeta para el día de la madre que había comenzado en el club de robótica la cual tenía en la portada un cupcake con una vela que se iluminaba cuando se abría – este es un ejemplo de los paper circuits que trabajan en robótica – (OBS2-PROG-1A, 8).

5.2.4 Las clases de ciencias: ¿Son la metodología de enseñanza y el docente las claves para el fomento de actitudes STEM?

5.2.4.1 Metodología

Como se ha expuesto en el apartado anterior, en la materia de programación se emplean metodologías activas de enseñanza-aprendizaje, principalmente el aprendizaje cooperativo. En este sentido, el alumnado es plenamente consciente de que la metodología de E-A empleada en la materia de programación dista de lo que suelen estar acostumbrados, pues en las entrevistas grupales las alumnas apuntan como una de las diferencias entre programación y el resto de las materias – a excepción de biología - el carácter activo de la impartida por Rosa (EG1-AL, 352-383; EG2-AL, 205-209):

Moderadora: *Y ¿creéis que esta asignatura es diferente al resto en cómo está estructura y explicada, la de programación? ¿Creéis que es parecida a las otras asignaturas del cole?*

Luna: *No*

Cristina: *No, yo creo que me gusta más porque Rosa no es de estas personas que llega y se pone a explicar como algo para chapar. Rosa te da como una fichita y tú lo tienes que entender o intentar visualizarlo y después si no lo entiendes te lo explica ella, no es llegar y chapar, chapar, chapar, es entender y visualizar lo que estás haciendo.*

Bea: *Que bien hablas*

(todas asienten) (EG2-AL, 205-209)

Rosa está convencida de que la clave de la enseñanza y la fórmula para que el alumnado se implique en la materia y aprenda, un aprendizaje significativo que traspase los muros de la memorización o la repetición, es fundamental una enseñanza activa, una enseñanza maker, o como decía Dewey “learning by doing”:

Rosa: *Si, convencida, estoy convencidísima de que se aprende con las manos, se aprende manipulando, se aprende así. Y ese aprendizaje es más significativo, cuando ellos crean algo con sus propias manos y eso queda siempre en su recuerdo, queda interiorizado. Cuando aprendes algo que has oído o que has leído, una vez que lo has plasmado en el examen lo olvidas; algo que has creado con tus propias manos no lo olvidas nunca.* (ENT1-R, 93-94).

Esta filosofía no la aplica solamente a la materia de programación, que es la que nos compete, sino también a la materia de tecnología – de carácter obligatoria en 2º y 3º de la ESO y optativa en 4º de la ESO -.

Rosa: *(...) Sigue la metodología de proyectos, que es buscar un problema o una necesidad, a partir de ahí investigar posibles soluciones o cómo se podría solucionar ese problema o esa necesidad, representarla mediante una idea, un boceto, un croquis, poner en común, o sea trabajo en equipo porque muchas mentes pensantes pueden dar lugar a ideas mucho mejores, es decir, el equipo es la fortaleza y una vez que tenemos una idea común pues llevarla a cabo de proceso a fin y durante esa construcción pues aprender el currículum de tecnología.* (ENT1-R, 92).

No obstante, también le otorga una gran importancia a la teoría, que también considera imprescindible sobre todo en la materia de tecnología que imparte en cursos superiores, porque entiende que los conocimientos teóricos son los que van a servir para introducir y darle al alumnado una base para poder desarrollar la práctica, es decir, contextualizar el

proyecto que van a realizar (ENT1-R, 107-108). En este aspecto, el alumnado, cuando se les pregunta lo que más les motiva o gusta de la materia de tecnología, en la segunda visita al centro tras año y medio de la recogida de datos, afirman que ir al taller – suelen tener 1 sesión magistral a la semana y 2 en el taller, aunque depende de la fase en la que se encuentren en el proyecto -. Sin embargo, si se les pregunta sobre la función de las clases teóricas alegan que son necesarias para saber qué es lo que tienen que hacer en el taller y cómo lo tienen que hacer, es decir, para introducirles los contenidos que van a utilizar en la realización, en este caso, del proyecto de la casa nido o el coche.

***Moderadora:** Una última pregunta, a colación de todo lo del taller...bueno como hemos visto en las clases estos días es que lo que más destaca el alumnado de la materia de tecnología o lo que más le gusta, al preguntarles, es ir al taller. Pero ¿tú crees que ellos perciben la utilidad y la necesidad de la teoría, que también se da en las clases teórica porque también das clases teóricas para explicarles el contenido que van a aplicar en el taller, consideras que el alumnado percibe la utilidad de esa teoría?*

***Rosa:** Sí, sí, yo creo que sí, no les gusta tanto, pero si la perciben, o sea, comprenden que es útil, que luego sí que le es útil en taller (ENT2-R, 83-84).*

Esta filosofía, como hemos visto anteriormente, se plasma en todas sus clases en las que el alumnado debe realizar, en grupos cooperativos, tareas o retos autónomamente, aunque actuando siempre el profesor como guía (OBS1-PROG-1A, 8-13 y 23; OBS1-PROG-1B, 40-42 y 44-54; OBS2-PROG-1A, 10-17, 20-31; OBS2-PROG-1B, 10-18, 24-27).

El aprendizaje a través de métodos activos de E-A es una característica resaltada por las estudiantes en las entrevistas grupales, pues el EG1-AL (124-165), que apuntan que la asignatura de programación es mucho más “didáctica”, refiriéndose a que aprenden a través de actividades prácticas, autónoma y significativamente:

***Moderadora:** Y...o sea, creéis que es diferente al resto, ¿cómo, en qué sentido es diferente al resto?*

***Diana:** En lo que dijo Matilde*

***Iria:** Si*

***Diana:** Que es más didáctica, más divertida y como que lo llevas mejor. Y tampoco hay exámenes y eso cuenta mucho*

***Matilde:** Y aun así tampoco hay que estar atendiendo mucho para que te quede una cosa*

para el examen, no.

Diana: *Claro*

Matilde: *Vas aprendiendo poco a poco (EG1-AL,)*

(...)

Moderadora: *Con más didáctico ¿a qué os referís a que es más entretenida?*

Diana: *Si, más llevadera*

Moderadora: *¿Que vosotras sois ehh tenéis más autonomía para aprender? ¿Hacéis las cosas solos en vez...?*

Matilde: *Si, sí. Hacemos las cosas solos*

Diana: *Rosa nos lo dice y luego lo hacemos*

Matilde: *No, o sea no nos lo dice, si tenemos dudas en plan, intenta que lo hagamos solos*

Diana: *No, no me refiero a que nos diga el reto, me refiero a que nos lo explica*

Zeltia: *Claro, nos dice el reto, lo intentamos hacer y si no nos sale pues nos ayuda*

Diana: *Claro (EG1-AL, 124 – 133, 352-368, 375-383).*

Como hemos visto anteriormente al alumnado le gusta y considera divertido aprender de esta forma, sobre todo si implica a los Mbot (GD1-AL-1, 11-16; GD2-AL-1, 60-72; GD3-AL-1, 15-30; GD4-AL-1, 3-10 y 46-65; GD5-AL-1, 1-31; GD5-AL-2, 360-373; GD6-MH-1, 3-17 y 25-37; GD6-AL-2, 360-373; GD7-AL, 22-27). No obstante, esta metodología activa la valoran más en programación que en otras materias, pues por ejemplo las niñas señalan que, para aprender otras materias, prefieren una metodología tradicional de E-A (EG1-AL, 384-402)

Moderadora: *Y ¿preferís aprender así o con libros de texto?*

Todos/as: *Así*

Moderadora: *¿Por qué?*

Zeltia: *No sé, es una forma más divertida*

Matilde: *Y te queda más*

Zeltia: *Es una forma divertida y se aprende jugando*

Martina: *Claro*

Matilde: *Desde que aprendes a programar, pues en quinto o así nosotras, pues ya te queda*

Diana: *Aunque yo, por ejemplo, para programación sí que prefiero hacerlo así, pero para otra asignatura preferiría mil veces tener libro de texto. Por ejemplo, para biología preferiría tener libro de texto*

Iria: *Si*

Diana: *Porque es muy rollo porque yo en casa antes no podía entrar en la página y no podía hacer los ejercicios ni estudiar, entonces eso sí que es un rollo*

Iria: *Es igual que con historia, hacemos las clases más orales, pero yo preferiría tener libro*

Diana: *Y poder subrayar y todo*

Iria: *Ya se que lleva más... un poco... pero luego es muy lio*

Moderadora: *¿Y vosotras qué preferís?*

Zeltia: *Si, también que para unas cosas se prefieren libros, para las ciencias*

Martina: *Si*

Diana: *Si*

Matilde: *Bueno, programación no (EG1-AL, 384-402).*

En este sentido, sus materias favoritas – las lenguas - suelen seguir este tipo de metodología de corte tradicional (GD1-AL-1, 155-167; GD2-AL-1, 358-380; GD3-AL-1, 182-188; GD5-AL-1, 209-218; GD6-AL-1, 224-243; GD7-AL, 240-251), a excepción de la biología, que para algunas es de sus favoritas (GD1-AL-1, 155-167; GD2-AL-1, 358-380; GD3-AL-1, 182-188; GD4-AL-2, 1-23), puesto que no sabemos si trabajan con métodos activos de E-A debido a que algunas alumnas la consideran didácticamente similar a la de programación (EG1-AL, 124 – 133). Así, a la mayoría del alumnado les gusta mucho la materia de biología, pudiendo tener actitudes positivas hacia ésta, y destacan como rasgos distintivos de esta materia la forma de explicar del docente, los resúmenes que les hace para facilitarles el aprendizaje y los juegos, como el Kahoot o explicación a través de videos (GD5-AL-1, 117-127; EG1-AL, 124 – 133).

Otro de los elementos clave de la materia de programación, además del aprendizaje autónomo a través de actividades prácticas, es la contextualización de las tareas al entorno de los y las estudiantes y a sus intereses. Como se ha visto todas las tareas parten de elementos cercanos a la vida del alumnado, como un arcoíris o un coche de policía patrullando el pueblo en el que viven, o de elementos de interés para el alumnado – Star Wars -. La docente considera esta contextualización imprescindible para conseguir la atención y motivación del alumnado: *“Hombre pues para hacerlo más cercano a ellos, más atractivo, que tengan cierto vínculo con el alumnado ¿no? Ehhh tenía otras actividades como cumpleaños feliz, o el himno de la alegría, pero yo creo que es más cercano la música de Star Wars, o que les puede llamar más la atención conseguir esa música que no la del himno de la alegría. Y patrullando por X pues en lugar de hacer*

dibuja un rectángulo en el suelo pues que piensen que es un coche de policía, que se está movimiento, es decir, hacerlas un poco más cercanas a ellos y más atractivas, esa es la finalidad” (ENT1-R, 20). Además, también considera que, en el caso de tecnología, esa contextualización le permitirá al alumnado conectar la materia de tecnología con la tecnología de la vida cotidiana:

Moderadora: Crees que la gente, tanto padres como incluso los propios niños y niñas no son capaces de establecer esa conexión entre la tecnología de la escuela y la tecnología que nos rodea, que son como mundos diferenciados. Que aún siguen viendo la tecnología del cole como construir un puente con madera...

Rosa: Hombre eso dependerá de cómo impartamos la materia ¿no? Yo creo que si la contextualizamos yo creo que no debería, es decir, cuando nosotros...cuando yo les propongo un proyecto les propongo y les hago hincapié una y otra vez que esto es la vida real, que vamos a trabajar como en la vida real, trabajamos en equipo como vamos a trabajar en la vida real en una empresa, eh... con herramientas reales de la vida real. Cuando trabajamos circuitos son circuitos reales, cuando trabajamos electrónica es electrónica real, entonces no creo que vean ese desapego (ENT1-R, 132-133)

Con respecto a la contextualización de la materia de programación, un alumno, Amadeo destaca que cree que *“aprendemos a programar de una manera fácil y divertida, a mí me parece, porque siempre nos pone cosas famosas que conocemos muy bien y que sabemos cómo hacerlas”* (GD1-AL-1, 249). Además, esta contextualización también se la proporciona el uso y manejo de ordenadores, pues de lo que consideran más útil de la materia, además de los robots es el uso del ordenador (GD3-AL, 2-4; GD2-AL-1, 11-14; GD5-AL-1, 1-8; GD7-AL, 89-94 y 399-400).

Moderadora: Vale, y qué creéis que es lo que más os vale para el futuro de esta asignatura

Susana: Pues andar con el ordenador ya es una...porque dentro del programa de Scratch siempre hay para buscar imágenes ya directamente de una forma y...pues nos enseñó también Rosa a buscar de esa forma directamente

Noel: Pues aprendes muchas cosas, eh...saber entrar en redes sociales, manejarlas bien, manejarte bien

Aitana: Saber manejar bien yo que se el ordenador...

Noel: Si, el ordenador y toda la tecnología que hay ahora

Aitana: Las teclas...y todo eso (GD7-AL, 89-94).

Otra de las características de la materia de programación es la vinculación con otras áreas de conocimiento, como la música, la plástica y la matemática. Esta vinculación puede ser explícita, pues para realizar la tarea se necesitan contenidos de otras áreas:

Aldán: Bueno Scratch es igualmente mates porque tienes que calcular la dirección, los pasos...

Ismael: Si, bueno como va...imagínate que el muñeco va a si en vez de así y tienes que calcular el giro de 90 grados. (GD4-AL-2, 221-232).

-----//-----

Moderadora: ¿Qué aprendéis?

Celia: Nosotras dos ya aprendimos...

Tatiana: Si ya aprendimos

Celia: ...las tablas de multiplicar y todo...

Tatiana: Si

Celia: Y a hacer circuitos (GD6-AL-1, 18-24)

-----//-----

Moderadora: Y ¿qué es lo más útil que aprendéis?

Laura: Lo de los robots

Cristina: A manejar robots

Luna: Si

Laura: Porque después todo va a ir...

Cristina: Y además también aprendes muchísimas matemáticas con los ángulos y todo

Noelia: Si, para medir y todo

Luna: Si

Bea: Si (EG2-AL, 176-186).

O implícita, pues el alumnado percibe la vinculación intrínseca de las matemáticas con la programación, más allá de los contenidos que tratan las fichas, y algunos y algunas llegan a poner ejemplos concretos de ello:

Moderadora: ¿Para qué?

Laura: No se, para un robot a lo mejor las matemáticas también hacen algo de falta

Diana: Obviamente

Laura: *Por eso tecnología y ciencia van juntas (GD3-AL-1, 321-324)*

-----//-----

Martina: *Bueno, pero la base de programar es saber mates, porque a ver...*

Noelia: *Claro, porque tienes que ver los ámbitos*

Aldán: *Si, sobre todo*

Ismael: *A mi es lo que no me gusta*

Aldán: *Tienes que calcular (GD4-AL-1, 3-22).*

-----//-----

Tatiana: *¿En qué usas las ecuaciones?*

Nicolás: *Pues si quieres programar un robot ahora tengo que hacer una ecuación (GD6-AL-282-283).*

-----//-----

Aldán: *Porque hay cosas que no se me dan bien, una de ellas son las mates y aún encima quiero ser informático y ya...quiero ser informático y voy mal en mates (GD4-AL-2, 196).*

Esta vinculación no sólo la encontramos en la materia de programación, sino también en la materia de tecnología que imparte en los cursos posteriores, puesto que, a parte del currículum de tecnología también trabajan contenidos de otras áreas:

(...)Entra la investigación, entra el uso de herramientas, las normas de seguridad, el trabajo en equipo, el saber trabajar en un taller, en diseñar, dibujar, ehmm trabajar la geometría, trabajar las matemáticas, eh los materiales, y luego analizar ese producto terminado, es decir, los errores que se han cometido, lo que han aprendido a lo largo del proyecto y cómo podrían solucionar todos esos errores, lo mismo que analizar el trabajo en equipo, cómo ha sido la convivencia y el trabajo y qué se podría mejorar. Y todo eso plasmarlo trabajando las TIC, las tecnologías de la información y comunicación, mediante una memoria donde ellos plasman todo lo aprendido utilizando las lenguas (ENT1-R, 92).

Aunque, en muchas ocasiones el alumnado, en este caso de tecnología, no es capaz de vincular los contenidos que han aprendido en otras áreas con los conocimientos que necesitan aplicar para la elaboración del proyecto, como por ejemplo la geometría:

Moderadora: Como que ellos no son capaces de vincular la teoría que han dado en otras materias y aplicarla a la tecnología, porque claro, tampoco se hace explícita en las otras materias la aplicación práctica de ese conocimiento.

Rosa: Exacto, exacto. Si, exacto. Porque ellos han visto la geometría en matemáticas, han visto las ecuaciones, han visto dibujo técnico en plástica, pero no saben aplicarlo...entonces tú tienes como que retomarlo, volverle a recordar cuántos grados tiene una circunferencia, cuál es la diferencia entre radio y diámetro, o el teorema de Pitágoras para calcular una medida, o qué es una paralela y una perpendicular...y claro, eso para un proyecto es imprescindible, las matemáticas y la geometría y...y el dibujo técnico e incluso si me apuras la ciencia, es decir, si tú quieres hacer un circuito eléctrico tienes que saber que material es conductor, que material es aislante, por qué meto esto aquí, por qué esto no, es física y química (ENT2-R, 91-92)

Rosa lo que más echa de menos a nivel de centro es poder establecer vínculos específicos con otras materias y trabajar el currículum interdisciplinariamente, porque, aunque ella ya lo haga en sus materias, considera necesario la implicación de los y las docentes de las otras áreas

Moderadora: Y, has dicho que trabajas formas geométricas, lo de la música, etc. ¿Tú echas en falta una vinculación con el resto de las materias para que te proporcionen incluso horas o incluso que ellos también trabajen esos contenidos?

Rosa: Si. Bueno, lo que más echo de menos quizás es sentarme con otros departamentos a ver qué cosas del currículo podríamos trabajar con la robótica. Y por supuesto que ellos se implicasen también. Porque no sólo se pueden trabajar las matemáticas con la robótica, sino muchas otras cosas. Es decir, eh... aunque está el razonamiento lógico, que es pura matemática, lo que se trabaja con robótica, la geometría que está claro que es pura matemática, pero también se pueden hacer multitud de experimentos de ciencias con la robótica. Entonces, el que otros departamentos y el departamento de tecnología nos sentemos juntos y digamos, a ver, qué contenidos de aquí se pueden trabajar con la robótica e intentar aplicarlos. Aunque sea, no sé, una vez al mes (ENT1-R, 76).

Además, considera que una de las claves para el fomento de actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología es la interdisciplinariedad:

Moderadora: Sería como llevar un poco la filosofía del obradoiro de robótica o del club de ciencias a las propias aulas.

Rosa: A las propias aulas de primaria, sí. Y de forma interdisciplinar. Bueno, se está empezando a hacer, por lo menos aquí, utilizándola de forma interdisciplinar pues eso, para las matemáticas, usar los robots y así aprenden la geometría, pues relaciones de proporcionalidad entre velocidad y tiempo que anda un robot una determinada distancia, proporcionalidad directa, proporcionalidad inversa, se empieza, espero que tenga continuidad. Y luego tampoco los cambios de profesorado favorecen, cuando ya tienes un profesorado formado, involucrado, cambio de centro, entonces... (ENT1-R, 206-207).

De hecho, las alumnas consideran que una de las cosas más útiles que aprenden en programación, pesar de como veremos tener actitudes muy negativas hacia las matemáticas, son geometría, ángulos y otros conceptos matemáticos (EG3-AL, 416-432; EG2-AL, 176-186), resultándoles mucho más sencillas y divertidas.

Moderadora: Y ¿con qué es con lo que más aprendéis en esta asignatura? O sea, con que actividad o...

Tatiana: Yo, por lo menos, cuando nos ponía a hacer circuitos en matemáticas, nos decía hallar los ángulos...

Celia: Es que depende porque nosotras por ejemplo...

Tatiana: Claro, al llevar más tenemos...

Celia: al llevar más y fuimos al STEM a los niños más pequeños les enseñábamos a multiplicar con los robots y a sumar y todo eso

Moderadora: ¿Creéis que sería más fácil aprender mate utilizando los robots?

Todos/as: Sii

Moderadora: ¿es más fácil?

Todos/as: Siii

Moderadora: Aprender lo de los ángulos utilizando los robots que en libros

Tatiana: Bueno aparte no se sabe...porque no dimos ecuaciones con programación

Celia: Bueno, a ver, Tatiana olvídate de las ecuaciones (EG3-AL, 416 – 432).

-----//-----

Moderadora: O sea, estáis aprendiendo matemáticas en programación

Todos/as: Si

Bea: Dos por uno

Moderadora: Y os es más fácil aprender las mate usando los robots o

Todos/as: Sii

Moderadora: ...o en clase de mate?

Cristina: Con los robots

Noelia: Robots

Luna: No, no, con los robots

Bea: Robots

Laura: Robots

Moderadora: ¿Por qué?

Noelia: Es más divertido

Laura: Porque en clase de matemáticas...

Bea: Es más divertido y...uff, a ver Rosa lo explica más no como el profesor que tenemos... (EG2-AL, 176-190).

Aunque esta materia emplee diferentes metodologías activas, como aprender haciendo o aprendizaje autónomo, la metodología que destaca, sobre las otras, es el aprendizaje cooperativo. Rosa en su entrevista nos subraya la imprescindibilidad de este tipo de aprendizaje:

Rosa: (...) Creo que el aprendizaje entre iguales puede ser muy gratificante y también permite que el conocimiento llegue a más alumnado que solo cuando lo imparte el profesor ¿no? Porque si dentro de cada grupo cooperativo, si están bien hechos, pues puedes tener mientras tú estás atendiendo a un grupo, otro grupo puede apoyarse en sus propios compañeros, aquellos que han entendido mejor la actividad y puedan entenderlo mejor porque van a usar un lenguaje similar, lenguaje entre iguales (ENT1-R, 32).

El alumnado considera que aprende más a través del aprendizaje cooperativo que individualmente (GD1-AL-1, 79-87; GD2-AL-1, 188-198; GD3-AL-1, 102-107; GD4-AL-1, 149-169; GD5-AL-1, 85-94; GD7-MH, 122-133), aunque para muchos y muchas esto dependerá de con quién les toque en el grupo (GD2-AL-1, 199-214; GD4-AL-1, 149-160). No obstante, que más destacan del aprendizaje cooperativo no es que unos alumnos o alumnas trabajen más que otros, que también ocurre (GD2-AL-1, 94-105), sino el apoyo y ayuda que se brindan entre ellos/ellas (GD1-AL-1, 68-87; GD2-AL-1, 84-93 y 188-198; GD3-AL-1, 72-83 y 102-107; GD4-AL-1, 131-139 y 279-287; GD5-AL-1, 48-59 y 85-94; GD7-MH, 122-133), además del aprendizaje de otras habilidades más allá de las académicas, como escuchar, tener en cuenta y respetar diferentes opiniones (GD1-AL-1,

68-78; GD2-AL-1, 199-214; GD3-AL-1, 72-83; GD5-AL-1, 48-59; GD6-AL-1, 70-80 y 121-129), el compañerismo (GD1-AL-1, 68-78; GD4-AL-1, 131-139; GD7-MH, 122-133) y ceder el control (GD2-AL-1, 84-93). En este sentido, tanto las alumnas como los alumnos conciben el trabajo cooperativo de la misma forma, es decir como complementariedad y ayudarse mutuamente (GD1-AL-1, 68-87; GD2-AL-1, 84-93 y 188-198; GD3-AL-1, 72-83 y 102-107; GD4-AL-1, 131-139 y 279-287; GD5-AL-1, 48-59 y 85-94; GD7-MH, 122-133).

Algunos grupos son conscientes de que lo que están realizando no es aprendizaje cooperativo (GD2-AL-1, 94-105; GD3-AL-1, 84-97; GD4-AL-1, 155-169; GD5-AL-1, 60-71; GD7-AL, 95-105), puesto que algunos integrantes de los grupos, normalmente niños, no cooperan y/o que se limitan a copiar la tarea (GD2-AL-1, 94-105; GD7-AL, 95-105). Zeltia y Bea subrayan que en su grupo hay alumnos a los que hay que ayudarles más o forzarlos a que hagan las cosas, y en el caso de Zeltia, en muchas ocasiones es ella y su compañera Cristina las que acaban realizando la tarea (GD2-AL-1, 106-126), siendo esto confirmado por Cristina, que afirma que hay personas en su grupo que no lo intentan (GD4-AL-1, 140-148). Bea afirma que ella ayuda pero que es Laura la que acaba realizando la tarea (GD2-AL-1, 106-126), siendo confirmado esto por Laura en su grupo de discusión, que alega que en su grupo a veces se trabaja individualmente (GD3-MH-1, 84-101), no obstante, Ismael afirma que no es que ellos no quieran hacer nada sino que Laura es la que quiere hacer todo, ya que es muy activa y necesita hacer muchas cosas, y que cuando están intentando hacerlo todos juntos ella intenta tomar las riendas y hacerlo todo (GD4-AL-1, 140-148). De hecho, este chico afirma: “(...) *lo que intentamos ahora es repartirnos un poco el trabajo para que no lo haga ella todo, porque además queda mal si una persona hace todo, los demás se aburren y además nos gusta hacerlo entre todos*” (GD4-AL-1, 148). Valentín apunta a que él tiene que hacer todo en su grupo porque sus dos compañeros nunca van a clase y cuando van tiene que ayudarles en todo (GD2-AL-1, 103-126). Y César se considera el lastre de su grupo, a pesar de que intenta ayudar. Además, apunta que él, como persona que va peor, prefiere que su grupo se lo explique en vez de copiarlo, aunque subraya que lo primero es mucho más complejo que lo segundo (GD2-AL-1, 106-140). Con esto concuerdan Ceferino, Astrid, Tomás, Cintia, Anastasio, Aitana y Noel que consideran que prefieren que sus compañeros les ayuden en vez de dejarlos copiar (GD5-AL-1, 72-84; GD6-AL-1, 100-120; GD7-AL, 106-121), aunque los dos últimos alegan que a menudo en vez de explicarles les dan la solución

(GD6-AL-1, 100-120). En este sentido, Zeltia y Valentín – que son más hábiles en programación pues han asistido y él sigue asistiendo al club de robótica – apuntan que intentan explicárselo a sus compañeros, pero muchas veces no saben cómo hacerlo o se lo intentan explicar múltiples veces, pero ellos no consiguen entenderlo (GD2-AL-1, 133-140), y Celia, Tatiana y Nicolás afirman que ellos siempre intentan explicarlo y no suelen dejar copiar (GD6-AL-1, 100-120).

No obstante, otros grupos, que si consideran que trabajan en cooperativo (GD3-AL-1, 84-101; GD5-AL-1, 60-84; GD6-AL-70-80), de hecho, una de las niñas, Matilde, afirma que su grupo sí que trabaja en cooperativo y que por ello van mucho más avanzados, al igual que Enrique y Diana que consideran que van todos haciendo la tarea a la vez (GD3-AL-1, 84-101), aunque posteriormente Diana en la entrevista grupal, junto con Martina – su compañera de grupo – afirma no gustarle trabajar en cooperativo porque realmente son ellas las que acaban realizando la mayor parte del trabajo porque Enrique y Pedro se pelean constantemente (EG1-AL,452-479).

Esta disparidad se puede comprobar en las observaciones, pues hay grupos que trabajan cooperativamente, como el de Matilde, como se verá posteriormente, otros en los que el alumnado lo realiza individualmente y después ponen en común lo que han realizado o uno supervisa a otro:

“Max le pregunta a Rosa: *“¿Cuál es esta nota?”*, es *“la F4”* responde la docente. La profesora se va a otro grupo, Max añade *“F4 1/4”*. No sabe cómo continuar y dice en voz alta: *“Buah ¿pero ¿cómo se pone esto?, Nicolás ayúdame. ¿Este de aquí cómo se pone?”*. Mientras tanto su compañera intenta explicarle, pero él no parece prestarle demasiada atención. Espera con paciencia a que acabe de preguntarle al compañero. Nicolás le responde: *“C4 1 entera”*, *“Grande este chaval”* replica Max. La compañera intenta ayudarlo, le dice: *“Una pregunta y ¿si haces así?”* y le explica cómo hacerlo de una forma más sencilla. Max le responde: *“Porque no quiero”*, ella le responde: *“Así es más fácil”*. Él ignora lo que le está diciendo, continúa haciendo la tarea, mientras Celia espera, porque tienen que ir los dos a la vez, por lo tanto, tiene que ayudar a su compañero hasta que estén en el mismo punto. En un rato Max añade: *“Criminal lo que estamos haciendo”*. Celia mira el ordenador de Max para ir controlando lo que está haciendo y le pregunta: *“¿Pero ¿cuántos huecos estás poniendo? Te vas a liar”*. Max no le responde y continúa haciendo la tarea. Llega la profesora y Celia le dice: *“Yo lo hice primero y luego lo voy corrigiendo”*. *“Pero eso no es cooperativo”* añade la docente. Max responde: *“Eso es*

Celia a su bola". (OBS2-PROG-1A, 23)

Otros grupos hay un par de alumnos y alumnas que realizan la tarea y los demás se limitan a copiarla (OBS2-PROG-1B, 17-18; OBS2-PROG-1A, 25), como por ejemplo el grupo uno, integrado por Astrid, Tomás y María (OBS2-PROG-1A, 14-17):

Tomás: *"Aquí hay D"*, *"aquí es G"* replica María, Astrid añade: *"Ya está, y ¿cuánto dura?"*. Tomás le responde: *"Un cuarto. Hay que duplicar esto, le damos a reproducir tono de la nota 3 veces. La siguiente será una blanca ¿no?"*. María se levanta para mirar bien la hoja y Astrid añade: *"No, porque mira"* (señala el plano que enseñó Rosa con la escala)". Entonces Tomás añade: *"¿Entera?"* y Astrid le responde: *"Sí, un tiempo"*. María algo perdida dice: *"¿Entonces al final?"*. Tomás afirma que es mejor duplicar ahora, y Astrid le responde a María que la nota es un Sol entero, el niño sin embargo le dice *"G4 entero"* mientras coge el robot y añade *"¿Quién prueba?"* (...) Astrid añade *"Bueno pues ya está. Se duplica ¿no?"*, Tomás afirma *"Sí, se duplica"*. María pregunta cuál es la siguiente, no ve bien la hoja desde dónde está. Astrid responde: *"En una nota hay tres y son diferentes, ¿qué hay que hacer?"*, Tomás replica: *"Pues entonces vamos una, otra y otra"*. Astrid dice: *"¡Claro! Ponemos tres"*. *"Ponedlo cuando lo dupliquéis, ya sale"* añade Tomás. Se van preguntando los unos/as a los/as otros/as. Tomás le recuerda a María que tiene que duplicarla. Astrid le dice a María que la primera no es esa (comprueba el ordenador de Tomás), coge la hoja y empieza a debatir con Tomás sobre qué nota es. María pregunta: *"¿es la D4?"*, Tomás le responde: *"Sí, D4"*. Comprueban si la melodía suena bien. Astrid no convencida dice: *"Es una C"*, Tomás le dice: *"Sí, pero tiene un hastag (#)"*.

A pesar de que algunos y algunas se quejen de que no trabajan cooperativamente, entienden que los grupos tienen que estar equilibrados y que no sería justo que los que tienen mejor rendimiento académicos conformaran uno o varios grupos, sino que los grupos deben estar conformados por diversos tipos de estudiantes (GD2-AL-1, 155-168; GD4-AL-1, 162-179). Este es uno de los criterios que sigue la docente para conformar los grupos cooperativos, entre otros como que sean mixtos, que haya un /una líder por grupo y que no excedan de cuatro personas (ENT1-R, 34 y ENT2-R, 6), criterios que le aconsejaron en cooperativo:

"(...) Normalmente hay que escoger a una persona que tenga buenas capacidades de

aprendizaje, interés por la materia...y que sea un poquito líder, también. Ehh en el mismo grupo tiene que haber otra persona, bueno, los grupos no deben exceder de 4 o 5 personas, otra persona que académicamente no le cueste, aunque no tenga esa personalidad de liderazgo, pero en la que se pueda apoyar, digamos el líder, y bueno luego las otras dos, digamos con más necesidades o que les cuesta más” (ENT1-R, 34).

Las alumnas en las entrevistas segregadas consideran útil trabajar cooperativamente, por las razones que apuntamos con anterioridad (EG1-AL, 449-479; EG2-AL, 227-236 y 265-279; EG3-AL, 433-447), aunque algunas señalan que depende bastante de las personas con las que te toque en los grupos (EG1-AL, 449-479; EG2-AL, 227-236 y 265-279). No obstante, no ponen el foco de atención sobre el rendimiento académico de los estudiantes, pues no lo perciben como un problema, sino sobre su conducta (EG1-AL, 449-479) o su implicación (EG2-AL, 227-236 y 242-252). Además, aunque algunas no están contentas con sus grupos cooperativos no quieren trabajar individualmente y perciben que los beneficios que les aporta con mayores que los inconvenientes (EG2-AL, 265-279). En este sentido, la docente no considera que existe una diferencia de género en relación a la concepción del aprendizaje cooperativo, ni que las alumnas ayuden más que los alumnos, aunque sí que percibe que las alumnas se implican mucho más en el aprendizaje, generalmente, que los alumnos, porque son más responsables y más comprometidas (ENT2-R, 37-38) ocasionando que sean ellas las que vayan más avanzadas y tiren más del grupo porque quieren conseguir los mejores resultados posibles. Además, también percibe que las niñas se encuentran más cómodas trabajando en grupos segregados, aunque no sabe si es por la confianza o por el nivel de compromiso e implicación, es decir, porque ellas van a dar y exigir, generalmente, el mismo nivel de compromiso con el grupo (ENT2-R, 39-43).

Rosa también realiza autocrítica con el funcionamiento de los grupos, puesto que es consciente de que hay casos en que los grupos han funcionado bien, como el de Matilde, Amadeo o Tatiana (ENT1-R, 36), confirmando la percepción que tenía Matilde sobre el buen funcionamiento de su grupo (GD3-AL-1, 84-101) y siendo esto confirmado con las observaciones.

Una vez Rosa les ha explicado la tarea y se ha marchado a atender a otro grupo, por turnos comienzan a decir la nota que corresponde. Empieza Matilde: “F4, fuera el repetir eh.

¿Todo el mundo está aquí?”. El siguiente, Eloy, dice “C3”, Matilde le replica “¿Por qué? Sería C4” (cuenta en el pentagrama). Eloy le da la razón “Ah si C4”, Matilde responde “No, no C5”. Cada uno va completando la programación en su ordenador. Matilde: “¿Listo?, Camilo di tú la siguiente”, Camilo le pregunta que en dónde están, Matilde le señala en el pentagrama dice “aquí”. Camilo le responde “A4”, Matilde le pregunta “Pero ¿cuánto dura?” y Camilo añade “Medio”. Es el turno de Luna no sabe que decir, Matild le dice “Otra vez Luna, la tenemos antes”, Luna le responde “F4” y Matilde vuelve a preguntar “Y ¿cuánto dura?”, Luna le responde “media”. Matilde afirma “Me toca, C5 entera...” Espera a que todos hayan terminado de escribir en el ordenador y Eloy dice: “Me toca, A4” y Matilde le responde “A4 ¿qué?”, Eloy le contesta “A4 entera”, Matilde le indica que sí. Es el turno de Camilo que dice “No sé”, (está en una escala diferente y no sabe cuál es), Matilde le explica “Mira está en la misma escala que el C. Míralo, si sabes el C sabes el E, están en la misma escala”. Camilo no responde, Eloy le dice “Si es C5 el E ¿cuál será?”, Camilo responde “5”. Matilde le dice “Muy bien, y creamos bucle porque se repite tres veces”. Eloy le dice a Camilo: “Acuérdate de repetir x3 que vi que no lo pusiste”. Matilde pregunta “Camilo ¿vas bien?, ¿vas siguiendo?”. Luna pregunta en voz alta “x3 ¿no?” Matilde le responde que sí, Luna le pregunta si es lo mismo que antes y Matilde le responde “Sí, no ves que está en la misma escala”. (OBS2-PROG-1B, 14-15).

Mientras que considera que hay otros grupos que no han funcionado siempre como cooperativos, si no que algunos alumnos y alumnas se limitaban a hacer la tarea y los otros se limitaban a copiarla, pudiéndose esto deber a que el/la líder no era capaz de introducir en la dinámica al resto de los compañeros o a que no están acostumbrados a trabajar en cooperativo – porque realmente en primaria no han trabajado realmente en cooperativo o por la incorporación de nuevo alumnado que nunca ha trabajado de esta forma – (ENT1-R, 36 y ENT2-R, 6 y 14). En este aspecto, la docente subraya la complejidad para la reconfiguración de los grupos cooperativos en el caso de tecnología debido a la realización del proyecto, puesto que implicaría que el alumnado dejara a medias un proyecto o no pudieran continuar con el suyo. En este caso, lo que intenta es motivarlos y despertar su responsabilidad, es decir, hacerles ver que la ausencia de compromiso repercute en todo el equipo y en la realización del proyecto (ENT2-R, 8). Aunque en la materia de programación sería más fácil realizar esta reconfiguración por el tipo de tareas que se llevan a cabo, tareas más puntuales y cuya finalización es a corto plazo, ésta presenta una particularidad que dificulta la reconfiguración de los grupos, su carga lectiva, puesto que se trata de una materia, como hemos visto, con cincuenta

minutos semanales, que en el mejor de los casos serían 50 horas anuales (ENT2-R, 10). Por lo tanto, cuando fallan los grupos cooperativos la docente opta por diferentes estrategias antes que por la reconfiguración: si en un grupo el/la líder no es capaz de ejercer como tal es ella la que está más pendiente del grupo para ejercer ese rol y suplir esa carencia, o si un alumno o alumna no entra en la dinámica de cooperativo hablar con él o ella para intentar motivarlo y/o explicarle las implicaciones que tiene su escasa colaboración (ENT2-R, 46), aunque , la docente apunta a la dificultad de a tantas necesidades en clases tan numerosas, de 50 minutos y con alumnado que no conoce. Sin embargo, también reconoce que la mayor dificultad que se encuentra cuando trabaja en cooperativo es que hay alumnado que no tiene interés por el aprendizaje – debiéndose a factores tanto externos como internos al centro – y, en el caso de programación, en lugar de elegirla por ser una materia que les atrae la escogen como descarte, es decir, porque la otra opción les gusta todavía menos y porque creen que al usarse ordenadores va a ser una materia sencilla (ENT2-R, 52). En este aspecto, algunos alumnos y alumnas reconocen en los grupos de discusión haber elegido programación porque no les gusta música, la otra optativa ofertada (GD2-AL-1, 301-315; GD6-AL-1, 210-223; EG1-AL, 119-129), y las alumnas del EG1-AL (205-224) perciben que algunos de sus compañeros, que la eligieron una escapatoria de la música, no colaboran y no se implican en la materia. La docente también considera que los grupos cooperativos funcionan mucho mejor en tecnología y nota que este alumnado está mucho más implicado y motivado (ENT2-R, 14) y que esto se debe al proyecto. Apunta que para conseguir esa implicación es necesario que el proyecto lo decidan y elijan ellos y ellas – dentro de unas posibilidades – para que tengan ilusión y vinculación con el mismo, además de tener una utilidad, relevancia social y finalidad – resolución de un problema - (ENT2-R, 82 y 34). En este sentido, alumnos que no cooperaban en programación como Anastasio y Max – repitieron curso y no volvieron a elegir programación como optativa – son líderes en la materia de tecnología. De hecho, la docente considera que tecnología, al contrario que programación, es una materia en la que el alumnado que no destaca académicamente se puede sentir a gusto, porque al ser más práctica y aplicarse diferentes destrezas, esos alumnos que académicamente no destacan están más motivados y participan más, y, se acaban sintiendo más valorados además de poder encontrar cierta vocación profesional (ENT2-R, 88). Este es el caso de Anastasio, que es un niño que no saca buenas notas, que ha repetido curso varias veces, que en programación no estaba motivado y este curso – 2020-2021- está muy implicado y es líder. De hecho, como le gusta tanto la materia arrastra a

otros alumnos como a Daniel y ayuda a otros compañeros con dificultades de integración:

Moderadora: Claro, hay ciertos algunos que por mucho que el líder tire o que tu pongas vayas al grupo intentes explicárselo o motivarlo van a seguir pues...haciendo lo mínimo...

Rosa: Claro, porque son alumnos que no tienen interés por el aprendizaje ehhhh sea cual sea la materia que les propongas o la tarea que les propongas. Aunque otras veces te sorprenden, bien viste el caso de Anastasio, que en programación no tenía interés ninguno y ahora en taller está implicadísimo y es líder. Y es un niño que no saca buenas notas, pero con el arrastra...como le gusta la materia arrastra a Daniel. Es más, hoy conseguí que le ayudara a Juan, que es un niño que no está muy bien aceptado en clase. Y le pedí a Anastasio que lo ayudara y lo ayudó, y hasta sus compañeros se sorprendieron de que le ayudara... ¿por qué? Porque este año está motivado y le gusta la asignatura, entonces claro, aunque sea un niño al que le cuesta pues necesitas un mínimo de motivación para aprender (ENT2-R, 29-30).

Así, las metodologías activas de E-A parecen ser un elemento fundamental para implicar y motivar al alumnado, pues, como se ha visto el alumnado prefiere las actividades que impliquen a los robots y un aprendizaje autónomo y cooperativo que el trabajo con el programa de Scratch. En este sentido Ismael y Aldán afirman que cuando usaban Scratch las clases eran mucho más dirigidas, donde la profesora les indicaba que tenían que poner en vez de descubrir por ellos mismos cómo funcionaba el programa.

Ismael: No sé, yo creo que al principio del curso, cuando empezamos a usar el Scratch, porque Rosa iba muy rápido, hacer esto, hacer esto y hacer esto, y al final no hacíamos, o sea no descubríamos por nosotros mismo que...por ejemplo...poniendo, yo que se...esperar tres segundos para que haga eso, sino que ya directamente nos lo decía Rosa y así, pues no sé, quita un poco de emoción.

Aldán: Le quita un poco de emoción a la programación (GD4-AL-1, 71-72).

De hecho, hay alumnas que alegan que, si no se trabaja con robots o se realizaran actividades más dirigidas, como Scratch, no se apuntarían a la materia

Moderadora: Y si os enseñaran con otras actividades menos dinámicas, o solo a través de Scratch o programar...

Diana: Yo si supiera que iba a ser solo de Scratch y eso pues no me apuntaría la verdad

Laura: No...

Diana: Y si supiera que tampoco estaría Rosa pues tampoco

Laura: Yo no, no lo escogería (GD3-AL-1, 177-181).

En este sentido, para Rosa la metodología es uno de los principales problemas en la enseñanza de la ciencia y la tecnología, que hace que muchos alumnos y alumnas rechacen estas materias. Además, considera que, si fueran más prácticas, más experimentales en vez de teóricas y abstractas muchos más alumnos y alumnas la elegirían (ENT1-R, 149). Como se ha visto anteriormente, Rosa considera que la mejor forma de aprender es haciendo, manipulando (ENT1-R, 94). En este sentido, también apunta a las metodologías como elemento clave para el desarrollo de actitudes positivas hacia, en este caso, la ciencia y la tecnología. Pone como ejemplo un alumno que suspende todo y va a ser propuesto para un programa de refuerzo y mejora académico. No obstante, en su materia está muy implicado, *“le encanta estar en el taller y tiene aptitudes y habilidades para el taller, es decir, le gusta el dibujo técnico, lo hace bien, lo entiende, le gusta es taller, es muy curiosos trabajando, pone interés, pero en el resto de las materias no hacía nada, estaba como un mueble en el aula”* (ENT1-R, 209). De hecho considera que el alumnado – en general – elige sus optativas – programación de 1º y tecnología de 4º - porque: *“no es una materia teórica, o eminentemente teórica, porque en clase están haciendo algo práctico, pueden moverse, pueden manipular, pueden hablar con los compañeros, crean cosas con sus manos; es decir, es una materia práctica que se les pasa volando y que no son conscientes que están aprendiendo, que no están obligados a mantener su atención a lo que está contando un profesor durante 50 minutos. Que no tienen, quizá, que memorizar tanta cantidad de materia o datos, que simplemente tienen que poner en práctica lo que saben”* (ENT1-R, 163). En este sentido coinciden las alumnas, que apuntan estar más relajadas y disfrutar de la materia porque no tienen examen y no tienen que estar pendientes de éste (EG1-AL, 362-374), mientras que los alumnos no mencionan nada relativo a la ausencia de exámenes en esta materia. Esto se puede deber a que, como se verá posteriormente, las alumnas tienen un valor de logro mucho más alto que los alumnos, pues consideran que ellas se esfuerzan mucho más que sus compañeros en los estudios (GD2-AL-2, 163-182; GD3-AL-2, 151-177 y 114-126; GD4-AL-2, 506-522; GD7-AL, 496-507), y la ausencia de examen puede ser más significativa para ellas porque, aunque se van a esforzar igualmente en la materia, no se sienten presionadas por el rendimiento en el examen.

Moderadora: *Y...o sea, creéis que es diferente al resto, ¿cómo, en qué sentido es diferente al resto?*

Diana: *En lo que dijo Matilde*

Iria: *Si*

Diana: *Que es más didáctica, más divertida y como que lo llevas mejor. Y tampoco hay exámenes y eso cuenta mucho*

Matilde: *Y aun así tampoco hay que estar atendiendo mucho para que te quede una cosa para el examen, no.*

Diana: *Claro*

Matilde: *Vas aprendiendo poco a poco*

Diana: *Claro, yo si no hay exámenes no es que no te importe, pero es que tampoco como...*

Iria: *Te sientes obligado a tener que ...*

Diana: *A tener que atender porque eso va a entrar en el examen. No porque aquí no hay examen*

Matilde: *Aquí atiendes porque quieres*

Diana: *Pero claro que atiendes porque quieres, porque quieres que te salga*

Iria: *Si de verdad te gusta vas a atender no tienes que estar pendiente del examen (EG1-AL,362-374).*

Además, la docente tras haber realizado una reflexión profunda sobre las causas del bajo número de alumnado que ha decidido cursar ese año tecnología de 4º de ESO, ha llegado a la conclusión de que esto se debió a la materia eminentemente teórica que impartió el año anterior, en 3º de ESO. Esto se debió a la elevada ratio que tenía el año anterior en tecnología - un grupo con 32 alumnos y alumnas y otro con 29 – haciéndole inviable bajar al taller y pagándose las consecuencias (ENT1-R, 109-110). Esto impidió que el alumnado viera la aplicación práctica de la materia, además de exigirles un esfuerzo mental bastante grande, ocasionando que el alumnado huyera de esta materia en cuarto:

Rosa: *No le están viendo la aplicación práctica, efectivamente. Tú puedes explicar circuitos eléctricos, pero si no los ves, si no los montas, es todo...imaginártelo, es todo abstracción. Bueno, pues si la profe me dice que, si yo uno con un cable una pila y una bombilla pues se va a encender, porque me lo dice, viene en el libro o me lo proyecta allí, pero si no lo veo y no lo monto con mis propias manos pues...pues no lo asimilo igual (ENT1-R, 114).*

Además, también considera otro problema la desconexión de las materias con la realidad, siendo imprescindible para solucionar la desafección hacia las materias científico-tecnológicas “conectar su materia con la realidad y con la realidad cercana del

alumnado para que este le vea una aplicación real y una aplicación práctica” (ENT1-R, 153). Así, apunta como una de las posibles causas del incremento del declive con el paso de la primaria a la secundaria, entre otras como el mayor número de materias, un currículum cerrado que no atiende a la diversidad del alumnado, la abstracción que requieren algunos contenidos, a la desvinculación de las áreas de conocimiento.

Rosa: Ufff, quizá un mayor número de asignaturas, quizá que el currículum está enfocado para que todos aprendan lo mismo y por igual sin atender a la diversidad del alumnado. Que la enseñanza se hace más abstracta, más teórica, más...luego claro, somos especialistas en nuestra materia entonces nos centramos solo de nuestra materia sin acordarnos de todas las demás. Y somos como departamentos estancos, entonces, eso lo que tu comentabas antes, si nosotros no trabajamos en cooperativo, profesores de diferentes materias ¿cómo vamos a pretender que luego los niños apliquen conocimientos de matemáticas en la tecnología, o de ciencias en las matemáticas, o de matemáticas en las ciencias, si nosotros mismos somos incapaces de hacer o diseñar tareas donde apliquen todo. Y usarlas en todas las materias, porque seguramente es factible, diseñar tareas en las que trabajemos la misma tarea en matemáticas, en ciencias y en tecnología (ENT1-R, 201).

Pues, como se ha visto anteriormente, aunque el alumnado sabe que las matemáticas están detrás de la programación, y Rosa considera, que sus alumnos de tecnología perciben la relación de las matemáticas con la tecnología. Considera que no son capaces de establecer vínculos entre los contenidos de la materia de matemáticas y la materia de tecnología: “No, automáticamente no las vinculan. Es más, cuando yo les hablo de la vinculación uffff matemáticas otra vez. Es decir, bueno ahora tenéis que calcular el área de la madera, uffff matemáticas. Cuando podría ser ahh sí, ya lo sabemos hacer, que ya lo dimos en mates” (ENT1-R, 161), para que el alumnado fuera más consciente de estas relaciones, Rosa considera imprescindible ir parejos en cuanto a los contenidos con las demás materias, es decir, cuando en matemáticas se trabajen áreas pues trabajar también áreas también en la tecnología - calculando el área de un proyecto, la cantidad de madera, la superficie de un tablero de madera que necesitan para construir una casita o un coche (ENT1-R, 159). No obstante, el alumnado de programación sí que parece percibir, como se ha visto, la vinculación intrínseca de las matemáticas con la programación, más allá de los contenidos que tratan las fichas, llegando algunos y algunas a poner ejemplos concretos de ello:

Martina: Bueno, pero la base de programar es saber mates, porque a ver...

Noelia: Claro, porque tienes que ver los ámbitos

Aldán: Si, sobre todo

Ismael: A mí es lo que no me gusta

Aldán: Tienes que calcular (GD4-AL-1, 3-22).

-----//-----

Tatiana: ¿En qué usas las ecuaciones?

Nicolás: Pues si quieres programar un robot ahora tengo que hacer una ecuación (GD6-AL-282-283).

-----//-----

Además, Rosa considera que la materia de programación y tecnología no son suficientes para cambiar la visión que tiene el alumnado de la ciencia y la tecnología -difícil, incluso a veces algo aburrida, descontextualizada – pues necesitan de un trabajo interdisciplinar para poder modificar dicha percepción por mucho que ella incorpore contenidos de otras materias en las suyas (ENT1-R, 154-155):

Rosa: Puede algo, ayuda a cambiar, pero necesita de las matemáticas, y necesita de la física, y necesita de la ciencia para que cambie toda esa percepción porque la tecnología sola no va a poder hacerlo porque en la tecnología usamos las matemáticas, usamos la física y en la tecnología usamos también, a veces, incluso la química o la biología, es decir, es que van parejos. Si yo programo un robot o un Arduino para que me haga un análisis de agua estoy usando la programación y la tecnología, pero el análisis de agua propiamente dicho y cómo funciona ese sensor que va a analizar el PH o que va a analizar la turbidez, esos conceptos los tienen que ver y los tienen que manipular en clase de ciencias. (ENT1-R, 154-155).

5.2.4.2 Rol del docente

Aunque la metodología es influyente a la hora de desarrollar actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología, lo cierto es que la figura del/de la docente parece tener un mayor impacto que la metodología, pues, cuando se le pregunta directamente al alumnado si creen o consideran que el/la docente influye en el gusto por la materia todos y todas,

aunque por diferentes motivos, afirman que sí (GD1-AL-1, 88-102; GD2-AL-1, 215-238 y 263-288; GD3-AL-1, 108-119; GD4-AL-1, 233-245; GD5-AL-1, 95-127; GD6-AL-1, 130-143; GD7-AL, 134-154 y 179-185; EG1-AL, 231-237; EG2-AL, 354-369; EG3-AL, 216-223). Además, esto parece agravarse en el caso de las chicas puesto que ellas, al explicar cuál es o era su materia favorita aluden a la figura del/de la docente en vez de hacer referencia a cómo trabajan en la materia (GD3-AL-1, 182-186; EG1-AL, 12-27).

Diana: Gallego porque me encantaba la profe y porque mmm explicaba muy bien, y...o sea la entendía perfectamente y nunca tuve ningún problema con ella y, pues me gustaba mucho como llevaba eso.

Matilde: Matemáticas también por la profe porque nos hacía mucho reír y porque ya me gustan las matemáticas. Y música porque es la misma profesora que tenía ellos de gallego y es muy buena.

Martina: Si, básicamente por lo mismo que Matilde.

Iria: Yo inglés porque me gustan las lenguas y me gustaba inglés, aunque la profesora no mucho pero bueno...y luego naturales porque siempre me gustó, y la profesora también era buena.

Zeltia: Si, a mí también, la profesora era muy buena y luego porque no sé, me gusta chapar las cosas esas

Moderadora: ¿De naturales dices?

Zeltia: Y sociales

Moderadora: ¿Os sigue gustando la biología a vosotras?

Iria y Zeltia: Si

Martina: Yo en eso siempre sacaba nueves y dieces, y ahora...

Matilde: Si, pero siempre nos tocaron buenos profesores

Moderadora: Este año os tocó un profesor muy bueno de biología ¿no?

Diana: Si

Matilde: Si

Iria: Buenísimo

Zeltia: Si (EG1-AL, 12-27)

Además, varias chicas, como Matilde – que siempre ha ido al club de ciencia y al obradoiro de robótica, además de este año apuntarse a los Frouximakers – y Laura han tenido cambios actitudinales hacia la materia de biología por el profesor que imparte la materia este año. A la primera no le gustaba nada la biología, era lo que más odiaba, pero con este profesor le encanta (GD3-AL-1, 116), es de sus materias favoritas (EG1-AL,

303) y a la segunda no le entusiasmaba la biología, pero con Daniel, el nuevo profesor, le gusta (GD3-AL-1, 117). A Diana este año le gustan más las ciencias que las letras y pone de ejemplo al profesor de biología “*a mí me gustan las ciencias porque por ejemplo biología me gusta mucho como lo dio nuestro profesor*” y añade “*y es muy bueno explicando y todo, y este año me gustan más las ciencias porque antes no sabía cómo era y me gustó mucho este año*” (EG1-AL, 104 y 107). Sus compañeras, Iria y Matilde, le dan la razón y estiman que este año los profesores de ciencias han sido buenísimos (EG1-AL, 109-111). Además, a Astrid y a Aitana este año también le gustan más las asignaturas de ciencias por los profesores (EG3-AL, 100-119). No obstante, no solo las chicas ponen de ejemplo a este profesor, los niños también ponen de ejemplo a Daniel como profesor que puede hacer que te guste una materia (GD4-AL-1, 287-297; GD5-AL-1, 111-127; GD7-AL, 215-223), de hecho, Ismael y Aldán, señalan que su materia favorita es biología por el docente (GD4-AL-2, 4-12) y Noel apunta a que nunca tuvo otro profesor tan bueno como Daniel (GD7-AL, 217). Sin embargo, a los chicos del GD2-AL-1 (225-238) prefieren a la nueva profesora de biología, a pesar de que explique peor que Daniel.

Para algunos, el trato o la relación interpersonal con el/la docente es lo más influyente a la hora de gustarte o no una materia (GD1-AL-1, 97-101). Esto parece ser más relevante para las niñas puesto que Celia considera programación diferente al resto de las asignaturas por el trato que tiene con la docente (EG3-AL, 364), para Cristina es un ejemplo de mujer luchadora y a seguir (GD4-AL-1, 235 y 299; EG2-AL, 412-423), de hecho, en su grupo de discusión afirma: “*Yo creo que sí. Para mi Rosa es un ejemplo de mujer luchadora. Sinceramente, yo creo que sí porque lo que se propuso lo consiguió y ahora mismo es una profesora que me gusta mucho. Me gusta porque Rosa me parece muy buena, inteligente y sobre todo que explica muy bien las cosas*” (GD4-AL-1, 235), al igual que para Bea (EG2-AL, 412-423). Matilde, Diana y Laura destacan que siempre está pendiente y preocupada por ellas:

Moderadora: *¿Y me podéis decir un poco cómo es Rosa como profe? Si os gusta o no como profe, lo que más os gusta o lo que menos, en qué os ayuda si os ayuda etc*

Todos/as: *Siiii*

Matilde: *A mí que me conoce, que también estoy en Frouximakers, entonces es muy cariñosa, siempre está preocupada por ti.*

Diana: *Siempre está pendiente del grupo, por si necesitas algo*

Matilde: *Si, por si necesitas cualquier cosa*

Laura: *Siempre que la llamas siempre va rápido y te explica todo lo que necesitas*

Matilde: Claro

Diana: Si, la verdad

Laura: Y está ahí el tiempo que necesites

Matilde: Y fuera de esas cosas también, y es muy atenta y trabajadora

Laura: Si (GD3-AL-1, 120 – 130).

También la paciencia la consideran una característica fundamental (EG1-AL, 118-123 y 231-271; EG2-AL, 240-251 y 460-472; GD6-AL-1, 130-143). Sin embargo, el factor más repetido por el alumnado a la hora de explicar la influencia del/de la profesor/profesora por una materia es su forma de explicar dicha materia (EG1-AL, 100-123 y 231-271; EG2-AL, 240-251; EG-AL, 240-251; GD1-AL-1, 120-123; GD2-AL-1, 239-243, 289-294 y 346-357; GD3-AL-1, 108-119, 144-156 y 182-188, GD4-AL-1, 233-240; GD5-AL-1, 95-127 y 161-173; GD5-AL-1, 193-208; GD6-AL-1, 130-164; GD7-AL, 134-140) y explicarla las veces que haga falta y de diferentes formas hasta que lo entiendan (EG1-AL, 118-123; EG2-AL, 240-251).

Moderadora: Vale, y ¿cómo influye el profesor? Me dijisteis que influye, ¿cómo influye?

Valentín: Pues en la manera en la que explica, o en la manera en la que nos habla

César: Nos da la clase

Valentín: Eso mismo, no me salía

César: Doy un ejemplo, si una persona está explicando todo lentamente, de una forma en la que lo podamos entender, es distinto a uno que se pone a escribir ejercicios durante toda la hora (GD2-AL-1, 239-243).

Así, la forma de explicar es tan significativa que el alumnado sigue aludiendo a esto durante las conversaciones, aunque no se les haga una pregunta específica sobre la influencia del docente sobre la materia. Como por ejemplo cuando se les pregunta cómo definirían las clases de ciencias, ellos y ellas responden que dependiendo de la clase y el profesor (GD1-AL-1, 192-200; GD2-AL-1, 493-497) o, como se ha visto, cuando hablan de su materia favorita que aluden a la figura del docente. Asimismo, tanto las alumnas como los alumnos le otorgan las mismas características a Rosa, es decir, accesible, paciente, que explica bien, aunque también es cierto que las alumnas a mayores hablan de Rosa como una figura que les brinda apoyo y les anima a seguir adelante y (EG1-AL, 285-291; EG2-AL, 428-433)

Moderadora: Y Rosa ¿cómo os motiva a seguir cursando materias de ciencias?

Diana: Pues, por ejemplo, cuando algo no nos sale bien o un reto no nos salía nos decía que no nos preocupásemos, que lo volviéramos a intentar hasta que nos saliera y que nunca nos rindiéramos.

Matilde: Claro, y así pues te motiva a seguir con eso

Diana: Y así lo conseguías. Y siempre te decía que eras muy buena, que tu podías y ahí ya te salía

Matilde: Y a aspirar a algo más grande

Martina: Si

Zeltia: Si (EG1-AL, 285-291).

Llegados a este punto parece innegable la influencia que tiene el profesorado sobre el gusto y motivación hacia una materia, pues como ya hemos visto el alumnado pone ejemplos positivos, Rosa y Daniel, pero también tienen ejemplos negativos de profesores que han ocasionado su disgusto por la materia, como el docente de matemáticas (EG1-AL, 292 – 303; EG2-AL, 280-289; EG3-AL, 280-296; GD2-AL-1, 263-269; GD4-AL-1, 261-285; GD6-AL-1, 325-332).

Moderadora: Bueno, y en los grupos anteriores me habéis comentado bastante sobre la asignatura de matemáticas

Cristina: Ufff

Bea: Hay mi madre, que cruz

Moderadora: ¿Por qué no os gusta?

Laura: Porque no

Noelia: Porque no

Laura: Tres razones: el profesor

Luna: Efectivamente

Noelia: Si (EG2-AL, 280-289).

A la mayoría de las niñas ya no le gustaban demasiado las matemáticas y según ellas tampoco se les daban bien como Diana, Iria, Martina, Zeltia, Bea, Noelia, Cristina, Luna, Cintia, Astrid y Aitana (EG1-AL, 492-505; EG2-AL, 303-307; EG3-AL, 297 - 313), pero este profesor está agravando su desafección hacia ellas (EG1-AL, 292-303 y 503-530; EG2-AL, 293-299; EG3-AL, 297 - 313). Zeltia, por ejemplo, en el grupo de discusión GD2-AL-1 (254) afirma: “si no se te dan bien las matemáticas pues dices: No, ya paso”.

Moderadora: O sea ya me habíais comentado en otros grupos lo de las matemáticas y también me lo han comentado en otros grupos...

Cintia: Normal

Moderadora: ¿Por qué no os gusta matemáticas?

Celia: Por el profesor

Tatiana: No es que no nos guste, pero es que el profesor...

Celia: Te quita las ganas

Tatiana: Lo fastidia todo

Moderadora: En vuestro caso es el profesor

Celia y Tatiana: Si

Moderadora: El vuestro es que nunca os han gustado o el profesor

Cintia: A mí por las dos, a mí no se me dio bien y esta vez por Agustín

Astrid: A mí por las dos también

Aitana: Si

Astrid: A mí las mates no se me dan bien

Moderadora: Ya no se os dan bien y el profesor tampoco ayuda

Celia: El profesor te quita las ganas

Tatiana: Y no ayuda nada (EG3-280-296)

El alumnado argumenta que el mayor problema de este docente es su forma de explicar la materia (EG1-AL, 304-344; EG2-AL, 176 – 193 y 293-299; EG3-AL, 280-296; GD3-AL-1, 238-262; GD4-AL-1, 261-271; GD7-AL, 141-154) y su actitud hacia ellos y ellas cuando no entienden lo que está explicando (EG1-AL, 304-344 y 503-530; EG3-AL, 280-296; GD2-AL-1, 239-262; GD6-AL-1, 130-143).

Celia: Porque te quita las ganas de es...o sea de dedicarte...

Tatiana: No lo explica bien

Celia: ...de seguir esa asignatura

Tatiana: ...y te quedas atascado

Celia: Te grita y te...

Tatiana: Te desmotiva mucho

Astrid: Si. Lo primero hacer los ejercicios y luego te explica

Cintia: Te enseña algo pero no te lo explica

Aitana: Es verdad

Celia: Lo primero es que no somos vacas o animales para que nos grite, somos personas como él (EG3-AL, 280-296).

La forma de explicar de este docente, la actitud hacia el alumnado, que parece afectarles más a las chicas puesto que en muchas ocasiones ellas destacan a que el docente grita, aunque no sea a ellas directamente (GD2-AL-1, 249-252; GD6-AL-1, 137-152 y 322-332; EG1-AL, 305-310; EG2-AL, 460-472; EG3-AL, 246-259 y 296), aunque algunos alumnos también destacan esta característica del docente (GD2-AL-1, 253-259; GD7-AL, 149-154). No obstante, esto concuerda con la creencia de Ismael, que alega que como los chicos suelen ser más rebeldes el profesorado les suele gritar más (GD4-AL-2, 505), dando a entender que ellos están más acostumbrados a eso y no siendo, por lo tanto, tan característico que este docente grite, puesto que además, además apunta a que Rosa también grita – cuando ningún otro niño o niña lo destacó - pero añade *“pero claro, con los de nuestra clase es normal gritar...quién no grita”* (GD4-AL-1, 305).

Así, la forma de explicar y la actitud del docente, unido a la mayor abstracción que requiere la materia en comparación años anteriores – ecuaciones - (EG2-AL, 293-299; EG3-AL, 342-358) está provocando un desarraigo y un declive actitudinal del alumnado hacia esta materia, a pesar de que en matemáticas también se emplea un aprendizaje cooperativo (EG1-AL, 512 y 518), aunque en menor medida que en programación (GD2-AL-1, 178-182).

Así, a varios alumnos y alumnas que les gustaban las matemáticas ahora ya no les gustan tanto a causa de este docente, como a Valentín (GD2-AL-1, 365-375), Nicolás (GD6-AL-1, 314-329), Matilde que en la entrevista grupal afirma: *“a mi mira que me encantaban las matemáticas pero...”* o *“pues a lo mejor por la manera del profesor, a ver me sigue gustando porque me gusta, pero no sé, es un poco...que te tiene que salir todo y si no te sale...”* (EG1-AL, 296 y 315). Celia y Tatiana dos alumnas que siempre tuvieron éxito en las matemáticas, les gustaban y han ido desde pequeñas a los clubes de ciencia y robótica este año están teniendo problemas con las matemáticas y una desafección, en tanto que alegan *“El profesor te quita las ganas”, “Y no ayuda nada”* o *“Y porque no lo entiendes y por miedo a que te grite no le vas a preguntar”* (EG3-AL, 312, 313 y 320) o cuando hablan de si volverían a elegir la materia de programación por la docente o por el contenido Tatiana alega que por el contenido pero Celia le recuerda lo que ocurre en matemáticas:

Moderadora: *¿Si volvierais a elegir esta asignatura sería por la profesora o por el*

contenido?

Celia: *Por las dos cosas*

Tatiana: *Yo por las dos, pero más por el contenido porque si fuera otra profesora la elegiría igual*

Celia: *Pero no sería lo mismo*

Tatiana: *Bueno, pero si te gusta, te gusta*

Celia: *Ya, pero si te gusta y la profesora te quita las ganas*

Tatiana: *Hombre ya...*

Celia: *Y te quita las esperanzas no te gusta*

Tatiana: *Tiene que ser normal la profesora*

Celia: *Porque matemáticas nos gustaba y ahora no nos gusta*

Tatiana: *No ya, ya, ya*

Celia: *Pues entonces, te estás contradiciendo a ti misma (EG3-AL, 200-211).*

Para concluir sobre la influencia del profesor sobre las actitudes del alumnado de agrado/desagrado debemos subrayar que las alumnas consideran que él y la docente influyen no solo en el gusto hacia la materia, sino también en su motivación hacia esa materia (GD1-AL-1, 115-118; GD3-AL-1,145-154; EG2-AL,424-436; EG3-AL, 389-403)

Diana: *Pues, por ejemplo, cuando algo no nos sale bien o un reto no nos salía nos decía que no nos preocupásemos, que lo volviéramos a intentar hasta que nos saliera y que nunca nos rindiéramos.*

Matilde: *Claro, y así pues te motiva a seguir con eso*

Diana: *Y así lo conseguías. Y siempre te decía que eras muy buena, que tu podías y ahí ya te salía*

Matilde: *Y a aspirar a algo más grande*

Martina: *Si*

Zeltia: *Si (EG1-AL, 286-291).*

Además de en su rendimiento. Este es el caso de Laura o Tatiana que siempre se le dieron bien las matemáticas hasta este año (GD6-AL-1, 314 – 321 y EG3-AL, 314-341). Amadeo, en este sentido apunta: “A mi parecer la verdad depende un poco, porque sí, obviamente si tú estás con un profesor del cual no entiendes nada en absoluto...eh....te va a costar un poco más, pero con determinación puedes hacerlo. Obviamente siempre

es una ayuda.” (GD1-AL-1, 123) con lo que concuerda su compañero Pepito.

Como ya hemos visto el alumnado considera que el profesorado puede influir positiva o negativamente sobre el gusto por una materia. La mayoría del alumnado está seguro sobre la influencia del profesorado en la elección de materias, en este caso relacionadas con la ciencia y la tecnología. Pues todos los alumnos y alumnas de los grupos GD1-AL-1 (108-127), GD2-AL-1 (289-300), GD3-AL-1, (145-154); GD4-AL-1 (246-257); GD5-AL-1 (161-173); GD7-AL-1 (169-178) estiman que sí; aunque, en un principio, el alumnado del GD6-AL-1 (144-164) alegaron que no, pero posteriormente, cambiaron de idea apuntando que si ya han tenido clase con un docente y no les gusta su forma de explicar o su actitud hacia ellos dejarían de elegir la materia si la impartiera dicho/dicha docente (GD6-AL-1, 144-164), y de alegar que Rosa les influiría a la hora de volver a elegir programación (GD6-AL-1, 197-209).

***Moderadora:** ¿Creéis que influye en que queráis elegir o no asignaturas relacionadas con la ciencia y la tecnología?*

***Ismael:** Algo influye*

***Resto:** (silencio)*

***Moderadora:** ¿En qué sentido influye?*

***Ismael:** En que te pone más ansias y ...*

***Aldán:** Si*

***Ismael:** ...hay profesores que pasan más y otros que están más aplicados, y que sienten más como el niño.*

***Cristina:** Que les gusta su trabajo*

***Martina:** Claro, sí.*

***Aldán:** Efectivamente*

***Ismael:** Hay veces que están por razones equivocadas, dinero o ...*

***Martina:** Claro, porque hay algunos...bueno hubo una vez un profesor que te dejaba hacer lo que te daba la gana mientras que él estaba mirando algo en el ordenador (GD4-AL-1, 246-257)*

Además, algunos alumnos y alumnas llegan a afirmar que hay docente que pueden llevar a condicionar directamente, las elecciones, poniendo de ejemplo a una chica que empezó a estudiar un ciclo superior de mecánica, pero que al final lo acabó dejando, entre otras

causas – presión de sus compañeros, apoyo - por el trato del profesorado (GD1-AL-2, 4-38; GD2-AL-2, 129-144; GD4-AL-2, 423-431; EG1-AL, 835-841). Aunque, posteriormente, cuando se les pregunta si ellos creen que el profesorado enseña o los tratan de forma diferente según su sexo afirman todos que no (GD1-AL-2, 39-42).

No obstante, cuando se le pregunta directamente al alumnado sobre si Rosa les influyó a la hora de elegir programación como optativa algunos alegan que no (GD1-AL-1, 128-134; GD4-AL-1, 312-314; GD5-AL-1, 174-186; GD7-AL, 229-233) y otros alegan que si (GD2-AL-1, 301-315; GD3-AL-1, 157-165; GD4-AL-1, 312-314; GD5-AL-1, 174-186; GD6-AL-1, 197-209 y 210-223). Para los estudiantes esta elección, incluso los que consideran que Rosa influyó en su elección, dependió de su interés por los contenidos (GD1-AL-1, 128-134; GD2-AL-2, 344-350; GD3-AL-1, 157-165; GD4-AL-1, 312-314), porque no les gusta la música (GD2-AL-1, 301-315; GD6-AL-1, 210-223; EG1-AL, 119-129) o por apetecerles probar algo nuevo (GD1-AL-1, 128-134; GD2-AL-1, 301-315; GD2-AL-2, 344-350; GD7-AL, 81-88). Sin embargo, hay alumnos que no conocían a Rosa (GD1-AL-1, 134; GD3-AL-1, 157-165; GD7-AL, 229-233) pudiendo esto ser un motivo por el cual no consideran que haya influido en su elección de la materia de programación. Esta hipótesis se sustenta en que Ismael y Aldán alegan que han elegido esa materia pero que con Rosa se ha hecho mucho más llevable a que si no estuviera (GD4-AL-1, 312-314), además de que, Ismael considera a Rosa la mejor profesora del planeta (GD4-AL-1, 348-365). Además, posteriormente, cuando se les pregunta si tuvieran la opción de tener como optativa programación en segundo con Rosa o sin ella la mayoría elegirían con Rosa (GD1-AL-1, 135-154; GD2-AL-1, 327-345; GD3-AL-1, 166-171; GD4-AL-1, 340-347; GD5-AL-1, 202-208; GD7-AL-1, 234-239).

Concretamente en el caso de las niñas Matilde, Iria, Martina y Zeltia alegan haber elegido programación por la docente Rosa (EG1-AL, 134-140), Diana, afirma haberla escogido porque no le gusta música y porque al haber ido al club de robótica ya le gustaba la robótica (EG1-AL, 134-140), aunque posteriormente también afirma que Rosa le influyó (EG1-AL, 225-230). Estas alumnas también consideran que el haber ido al club de robótica les ha influido en elegir programación porque ya sabían más o menos cómo iba a ser la materia y porque ya tenían actitudes positivas hacia la robótica (EG1-AL, 225-230). Con esto concuerdan Cristina, Noelia y Laura que afirman que el club de robótica fue lo que hizo que se decantaran por elegir programación. Salvo Noelia que también

alega que lo eligió por Rosa, porque es muy buena (EG2-AL, 196-204). Con esto concuerdan Cintia, Tatiana y Celia que consideran que el obradoiro de robótica les influyó a la hora de elegir esta materia, aunque Celia también señala a Rosa como factor influyente en su elección (EG3-AL, 192-199). No obstante, tras un debate sobre la influencia del docente sobre la elección, las alumnas de este grupo – Tatiana, Celia, Astrid y Cintia – consideran que tanto el gusto por el contenido como la profesora influirían si tuvieran que volver a elegir la materia, al contrario que Aitana que solo considera que influye el gusto por el contenido (EG3-AL, 200-215).

En definitiva, las alumnas tienen bastante claro la influencia de Rosa a la hora de haber promovido su interés por la programación

***Moderadora:** Y ¿creéis que con otro profesor la asignatura ya no os gustaría tanto, o igual o...?*

***Matilde:** Eso sí, eso influye un poco*

***Diana:** Para mí yo creo que no me gustaría tanto*

***Laura:** Si fuera otro profesor que no fuera tan bueno y no tuviera tanta paciencia ...*

***Diana:** A ver, depende del profesor que tuviéramos*

***Moderadora:** Y si os enseñaran con otras actividades menos dinámicas, o solo a través de Scratch o programar...*

***Diana:** Yo si supiera que iba a ser solo de Scratch y eso pues no me apuntaría la verdad*

***Laura:** No...*

***Diana:** Y si supiera que tampoco estaría Rosa pues tampoco*

***Laura:** Yo no, no lo escogería (GD3-AL-1, 172-181)*

A pesar de todo lo expuesto anteriormente, hay niñas que afirman no haber tenido docentes que los motivaran a seguir cursando materias de ciencias (EG2-AL, 443-448), salvo este año Daniel (EG2-AL, 449-451). Sin embargo, muchas de ellas afirman que eligieron programación por la docente (GD6-AL-1, 220-229) o que Rosa les hace seguir queriendo continuar con la robótica y la programación (EG1-AL, 285-291; EG2-AL, 424-436). Otras niñas señalan que si han tenido docentes que las hayan motivado a seguir cursando materias de ciencias como Daniel o Rosa, o en primaria las dos Anas (EG1-AL, 272-284), con lo que concuerdan las niñas del EG3-AL (260-279) que apuntan a estas docentes y a Cristina y Laura como docentes que han suscitado su interés por las STEM y a que siguieran por ese camino.

Como se ha visto el profesorado claramente tiene una gran influencia, indirecta, sobre la elección de estudios a través del fomento de actitudes – positivas o negativas – en el alumnado, en este caso, hacia la ciencia y la tecnología. Esto se constata con las alegaciones de Cristina y Laura en la entrevista grupal EG2-AL (453-457) la cual Cristina afirma que el docente matemáticas la hizo cambiar de dirección y está considerando ir por letras, a pesar de querer estudiar criminología, pues afirma: *“yo porque quería ser criminóloga y eso se necesita una carrera de ciencias...entonces como que ya ni me lo planteo porque si ahora ya me cuestan y estoy viendo que hay muchos profesores así, imagínate pues cuando sea mayor”* (EG2-AL, 459). Mientras que Laura alega que, aunque antes le encantaban las mates, este profesor ha hecho que no le gusten nada de nada-. En este sentido, Jaime y Ceferino, alumnos que tienen problemas con los estudios, afirman que a ellos no les gustaba nada la materia de programación, pero ahora, por Rosa, les gusta más porque la docente les dejó hacer un proyecto de programación propio y esto incluso les ha hecho darse cuenta de que quieren estudiar un FP de mecánica (GD6-AL-1, 128-136).

No obstante, aunque a todos les gusta mucho Rosa como docente, la consideran paciente (GD7-AL, 200-215, GD2-AL-1, 322-326; GD3-AL-1, 131-137 y 166-171; GD6-AL-1, 169-181), accesible (GD6-AL-1, 188-192), que los trata con respecto (GD1-AL-1, 148-151) que explica bien (GD2-AL-1, 316-321; GD4-AL-1, 298-311; GD5-AL-1, 148-160 y 193-208; GD7-AL, 186-199) y las veces que haga falta hasta que lo entiendan (GD1-AL-1, 153-154; GD2-AL-1, 322-326; GD3-AL-1, 120-130; GD4-AL-1, 298-311; GD5-AL-1, 148-160; GD6-AL-1, 193-196; EG3-AL, 379-388) y que los motiva a hacerlo lo mejor posible (GD1-AL-152; EG1-AL, 285-291; EG2-AL, 424-436), pocos alumnos tienen como materia favorita la programación, a excepción de Enrique, Martina, Nicolás, Celia y Tatiana (GD3-AL-1, 188; GD4-AL-2, 18-23; GD5-AL-1, 224-243). Aunque, la mayoría del alumnado, salvo el grupo GD7-AL (1-19 y 63-80), tienen actitudes positivas hacia esta materia (EG1-AL, 141-142; EG2-AL, 127-128; GD2-AL-1, 328-345; GD4-AL-1, 357-365; GD5-AL-1, 263-271; GD6-AL-1, 210-214; GD6-AL-2, 230-238).

5.2.5 Imagen del trabajo científico

5.2.5.1 Imagen de la ciencia y la tecnología

En un principio el alumnado, en general, tiene problemas para explicar qué es para ellos y ellas la ciencia y la tecnología (GD1-AL-1, 260-269; GD2-AL-1, 591-645; GD3-AL-1, 295-309; GD4-AL-2, 233-234; GD5-AL-2, 47-58; GD6-AL-1, 383-393; GD7-AL, 366-384), puesto que algunos incluso intentan dar una definición exacta de estas (GD2-AL-1, 591-645; GD6-AL-1, 383-393). Si que es cierto que poco a poco van otorgándole algunas características tanto a la ciencia como a la tecnología, siendo bastante heterogéneas, pero, alguna de ellas, bastante simples y abstractas. Así, perciben a la ciencia como: *algo de listos* (GD5-AL-2, 47-58), *que te tiene que gustar para estudiarlo* (GD5-AL-2, 47-58), *medioambiente* (GD7-AL, 366-384), *lo que nos rodea* (GD4-AL-2, 233-244), *estudio de un determinado campo* (GD1-AL-1, 262), *estudios de la vida* o que ayudan a comprenderla (GD2-AL-1, 652 y 654; GD2-AL-2, 67; GD4-AL-2, 233-244); *innovación* (GD3-AL-1, 302 y 309), *experimentos* (GD3-AL-1, 303; GD1-AL-2, 84 y 86), *descubrimientos* (GD3-AL-1, 306 y 307), *base del futuro* (GD3-AL-1, 305), *investigar* (GD2-AL-1, 648; GD6-AL-1, 391), *curar enfermedades* (GD2-AL-1, 653), *mejorar la calidad de vida* (GD2-AL-2, 72).

Lo mismo ocurre con la tecnología, hay alumnos que tienen una percepción más simple, tecnología como algo *informático* (GD5-AL-2, 47-58), *avance* (GD6-AL-1, 395), *futuro* (GD4-AL-2, 245-250; GD2-AL-1, 641), *mejora de la calidad de vida* (GD2-AL-1, 638; GD7-AL, 355) y *la comprensión y programación de máquinas* (GD1-AL-1, 260-269).

Esta heterogeneidad se puede deber a que el alumnado no es capaz de expresar, oralmente, como se ha visto al principio, la idea que tienen sobre la epistemología de la ciencia y la tecnología, puesto que en los relatos, cuando narran la vida de Carracedo o Bouman el alumnado alude a su trabajo y emplean mayormente cinco o seis nociones, concretamente: investigar (RB-CF-AL; RB-CE-AL; RC-IS-AL; RC-JA-AL; RB-JA-AL; RC-LU-AL; RC-MAT-AL; RC-ZE-AL), descubrir /inventar curas para enfermedades (RC-JA-AL; RC-MAX-AL; RC-SA-AL), hacer experimentos (RC-AD-AL; RC-AM-AL; RB-TA-AL; RC-NOE-AL; RC-MAX-AL), conseguir avances (RC-AM-AL; RC-IR-AL; RC-NOE-AL), inventar (RB-BRU-AL; RC-CE-AL; RB-SA-AL), mejorar la calidad de vida de las personas (RC-JA-AL), hacer descubrimientos (RC-JA-AL; RC-JO-AL;

RB-NI-AL; RC-NI-AL). Perpetuando, muchos de ellos, una visión empirista de la ciencia, puesto que, además, tanto en los relatos como en algunas entrevistas reproducen una imagen estereotipada de los y las científicas como profesionales que trabajan en laboratorio haciendo experimentos (GD1-AL-2, 80-86; RC-NOE-AL, RB-NOE-AL, RC-LU-AL,) y mencionan los elementos típicos de una ciencia empirista: la bata (EG3-AL, 649; GD1-AL-2, 80-86) y el microscopio (RC-AN-AL, RC-CF-AL, RC-JA-AL, RC-NI-AL).

Además, parte del alumnado, aunque perciben la relación entre la ciencia y la tecnología (GD1-AL-1, 355-362; GD3-AL-1, 295-309; GD5-AL-2, 186-196) y cuando se les pregunta que entienden por materias la mayoría incluyen programación o matemáticas entre las materias científicas (GD3-AL-1, 224-231; GD4-AL-2, 134-139; GD5-AL-1, 257-262; GD6-AL-1, 289-295; GD7-AL, 299-312); algunos grupos alegan que la tecnología depende de la ciencia (GD1-AL-1, 363-283), o no saben responder si programación y tecnología son materias de ciencias (GD2-AL-1, 511-520), o no pueden explicar la relación entre la ciencia y la tecnología, perpetuando, en cierta medida una visión descontextualizada de la ciencia y la tecnología:

Moderadora: *¿Creéis que están relacionadas la ciencia y la tecnología?*

Ceferino: *Si*

Tomás: *Si*

Emma: *Si*

Jaime: *Si*

Astrid: *Si (tono dubitativo)*

Moderadora: *¿Cómo?*

Jaime: *Se trata de....cómo funciona un aparato*

Todos/as: *(silencio)*

Jaime: *...la otra parte se me olvidó (GD5-AL-2, 186-196)*

En este sentido, en la observación 1 de 1ºB (OBS1-PROG-1B), cuando están realizando la encuesta para el proyecto europeo sobre las chicas y las STEM, tiene una conversación sobre lo que se consideran profesiones científicas, puesto que, un alumno le pregunta a la docente qué responde a una pregunta en la que tiene una duda:

Alumno: *“Pero yo no quiero trabajo en mates, quiero ser informático”*

Rosa: *“Ya, pero ¿la informática no está relacionada con las mates?”*

El alumno no responde.

Rosa: “Pero si te preguntan por ciencias no solo se refiere a mates, biología...”

Una niña se une a la conversación y añade: “Ya, también es Física y Química”.

Rosa: “Ya y a otras, ya comprobaréis que la tecnología va de la manita con las otras ciencias”. (OBS1-PROG-1B, 14-16)

En los relatos de algunas alumnas también aparece esta separación, como en el de Bea, que considera a Arkaitz científico pero no tiene muy claro lo que es ella: “Katie Bouman de pequeña le gustaba muchísimo las estrellas y a Arkaitz sin embargo no le gustaban las estrellas, a él le apasionaba ser científico y a ella le apasionaba sobre todo el universo y todo eso” (RB-BE-AL), o Celia que considera a Katie ingeniera, y éste un campo totalmente diferenciado a la ciencia: “Esta tenía más capacidad para estudiar pero nunca hizo ciencia (...) Esta chica sufrió más ya que tuvo más dificultad para estudiar ingeniería, nunca en su vida hizo ciencia o fotografía” (RB-CE-AL). Diana narra que Arkaitz se interesó por la ciencia y la química, y Katie por la astronomía, aunque luego habla de que estudiaron la misma rama de conocimiento, pero sin especificar cual: “Yo creo que la infancia de Katie también fue muy feliz, aunque no creo que se interesara tanto por la ciencia y la química como Arkaitz. Si no que a ella le interesó más la astronomía y descubrir cómo era nuestro gran planeta tierra. No creo que los dos hicieran la misma carrera si no que fueron por caminos diferentes, aunque de la misma rama” (RB-D-AL). No obstante, posteriormente, en la entrevista grupal EG1-AL (664-677), esta misma alumna, entre otras, ponen como ejemplo la necesidad de la tecnología y la informática en la medicina:

Moderadora: ¿Qué creéis que tiene más impacto en la sociedad, la medicina y la biología o la programación y la informática?

Matilde: Es que va un poco de la mano

Diana: La biología y la medicina

Iria: Yo creo que la medicina y la biología

Zeltia: La biología y la medicina

Matilde: Porque ¿qué sería una operación o algo así sin...

Diana: Sin algo de programación

Matilde: Claro, o sin informática

Diana: Claro, es que claro todo va...todo es de la misma rama

Matilde: Sí, claro,

Martina: Si

Diana: *Para todo se usa, o sea es como si usas una cosa usas otra*

Matilde: *Si, es que es muy difícil escoger, la salud es lo más importante para el ser humano, pero a la vez no funcionaría tan bien si no fuera por la tecnología*

Diana: *Claro, por los aparatos tecnológicos y todo eso (EG1-AL, 664-677)*

En la entrevista Rosa apunta a que la visión descontextualizada de la ciencia y la tecnología que presenta a la ciencia como una actividad aislada de la tecnología -cuyo único rol es la aplicación de los conocimientos científicos - e ignora el papel de la tecnología en el proceso de construcción de cuerpos coherentes de conocimiento científico sigue presente en la sociedad y se perpetúa, no solo a través de la enseñanza, sino también a través de las familias:

Rosa: *Si, si, si. La ciencia es como que está mejor vista o mejor valorada, o más reconocida o tiene más reconocimiento, la tecnología no. ¿Cómo conseguir ese reconocimiento? Pues parte de la culpa la tendremos el profesorado, pero...pero parte de la culpa la tienen también las familias, el no reconocer que es imprescindible, es decir, la ciencia sin la tecnología no avanzaría y la tecnología sin la ciencia tampoco. De hecho, van de la mano. (ENT1-R, 141).*

Con relación al trinomio Ciencia-Tecnología-Sociedad el alumnado es capaz de percibir la influencia que ejerce la ciencia y la tecnología sobre la sociedad, es decir, como la ciencia y la tecnología ayudan al desarrollo y mejora de la sociedad, aunque no es capaz de percibir cómo la sociedad influye en la investigación científico-tecnológica.

Concretamente, el alumnado vincula a la ciencia y a la tecnología con la sociedad a través de la biomedicina (GD2-AL-1, 653; GD3-AL-2, 42-49; GD5-AL-2, 154 y 178-181; GD6-AL-2, 115-116; GD7-AL, 478) y biotecnología (GD3-AL-2, 42-49). Con respecto a la tecnología el alumnado es capaz de poner más ejemplos de cómo la tecnología contribuye al desarrollo social, a través de aparatos electrónicos que utilizan en su vida diaria – móviles, videojuegos, ordenadores, electrodomésticos (GD2-AL-2, 82-100; GD3-AL-2, 25-34 y 50-67; GD5-AL-2, 155 y 173-175; GD6-AL-2, 109-110; GD7-AL, 473-474), la luz (GD7-AL, 464), mecánica (GD3-AL-2, 25; GD4-AL-2, 391-398; GD5-AL-2, 155), medios de transporte (GD5-AL-2, 161 y 176-177; GD7-AL, 463), energías renovables (GD6-AL-2, 111) e industria y producción (GD7-AL, 459-461).

Moderadora: *Me podéis poner un ejemplo en que sea útil o para qué*

Valentín: *A ver, la tecnología..., con tecnología te refieres a por ejemplo a todos los*

aparatos electrónicos que tenemos, tendríamos que...si no fuese por la tecnología tendríamos que vivir como hace muchos siglos porque no tendríamos...mmmm yo que sé, la lavadora mismamente...tendríamos que lavar toda la ropa a mano porque no había lavadora...cualquier cosa

(...)

Zeltia: *A ver, si no existieran tampoco las vitrocerámicas pues habría que hacer fuego*

Valentín: *Si, la verdad (GD2-AL-1, 107-108 y 115-116).*

-----//-----

Moderadora: *Vale, y ¿en qué cosas es importante la ciencia? o para qué cosas*

Matilde: *Yo creo que un poco en todos los ámbitos...pues desde la cocina hasta la mecánica...*

Laura: *Si*

Matilde: *Todo*

Laura: *Aunque a ver desde la cocina hasta la mecánica también está relacionado porque para cocinar, por ejemplo, eh...*

Diana: *Necesitas utensilios*

Laura: *Claro*

Matilde: *No, pero necesitas diferenciar...*

Laura: *O la vitro que está como programada y eso, para que haga las cosas para que puedas cocinar, está relacionado*

Diana: *Ahora mismo la ciencia está a la orden del día, la verdad. Pero no todo el mundo...bueno, algunas personas si, otras... No sé, es difícil de explicar, es como que algunas personas trabajan en eso y se esfuerzan por sacar a delante, pero otras como que les da un poco igual, no sé. (GD3-AL-2, 25-34)*

Además también ponen ejemplos específicos de la vinculación entre la programación y el desarrollo social, concretamente a través de la robótica (EG1-AL, 432-443), y su impacto en el mercado laboral (EG1-AL, 440), a través de aparatos electrónicos que utilizan en su vida diaria - electrodomésticos, ordenadores, tablets - (EG2-AL, 210-226; EG3-AL, 415; GD3-AL-1, 41-50), industria y producción (EG2-AL, 220-226). Además, las chicas de EG1-AL, cuando hablan de por qué elegirían una carrera de ciencias – en el hipotético caso de que la eligieran – mencionan a la investigación y a la ayuda de personas como factores principales, esto se corrobora con algunas de las percepciones omitidas en

los grupos de discusión, pues consideran que la ciencia y la tecnología influye en la sociedad a través de la cura de enfermedades o la ayuda de personas (GD2-AL-1, 653; GD3-AL-1, 46; GD3-AL-2, 42-49; GD6-AL-2, 113-116; GD7-AL, 478), aunque algunos alumnos también hacen referencia las cura de enfermedades como ejemplo de relación entre la ciencia y la sociedad (GD3-AL-2, 50-53; GD5-AL-2, 178-185). No obstante, aunque muchas alumnas no elegirían estudios de ingeniería tampoco consideran que esté desvinculada de la sociedad, es decir, no consideran que no sea un trabajo orientado a personas, ya que Martina de ejemplo pone a la ingeniería de la edificación para la construcción de viviendas (EG1-AL, 644-663).

Asimismo, el alumnado considera importante la ciencia y la tecnología (GD1-AL-1, 307-314 y 342-354; GD2-AL-2, 61-73; GD3-AL-2, 38-49; GD6-AL-2, 113-116) aunque a veces no son capaces de poner ejemplos concretos sobre la importancia de la ciencia en su vida diaria (GD2-AL-2, 74 – 81). En este sentido, consideran que la tecnología tiene un mayor impacto en su vida pues es capaz de poner ejemplos más concretos (GD1-AL-1, 323-333 y 342-354; GD2-AL-2, 82-100; GD4-AL-2, 99-112; GD6-AL-2, 93-116).

Moderadora: Me podéis poner un ejemplo específico de la ciencia útil para la gente, en qué es la ciencia útil para la sociedad y para la gente

Luna: Descubres cosas y por ejemplo...

Moderadora: ¿Qué cosas? lo que se te venga a la cabeza

Luna: Alguna...pues medicinas nuevas para...para combatir el cáncer cosas de esas, del estilo

Bruno: Si, un ejemplo es ese

Iria: Si

Moderadora: Vale, y ¿la tecnología?

Bruno: No sé, poder descubrir nuevas...a lo mejor tecnologías para...

Luna: Móviles nuevos

Bruno: Claro, o no tienen por qué ser móviles, como aparatos nuevos o algo así

Moderadora: ¿Qué aparatos?

Iria: Yo creo que todos los aparatos electrónicos...

Bruno: Si (GD1-AL-1, 342-354)

Con respecto a la importancia que le otorgan la sociedad a la ciencia y la tecnología hay diferentes perspectivas, hay grupos que consideran que las personas, en general, perciben la importancia de la ciencia y la tecnología (GD4-AL-2, 360-368; GD5-AL-2, 146-152:

GD7-AL, 441-449), mientras que otros no están seguros de que las personas y la sociedad le otorguen la importancia que se debería a la ciencia y a la tecnología (GD1-AL-1, 297-306; GD2-AL-2, 42-60 y 74-75, GD3-AL-2, 18-24 y 35-37; GD6-AL-2, 84-92). Como por ejemplo Cristina que considera que un colectivo de la sociedad, la gente mayor, no percibe la importancia de la ciencia y la tecnología porque no les interesa la tecnología

Moderadora: ¿Creéis que la gente en general, la sociedad, considera la ciencia importante?

Ismael: Si

Aldán: Si

Ismael: Algunos más que otros

Noelia: Si

Moderadora: En general, ¿sí o no?

Cristina: Hay gente que la considera importante y hay otra pues que no, por ejemplo, los señores mayores no...no les interesa la tecnología avanzada ¿sabes?, no...la gente más joven si porque sabe que lo va a necesitar en el futuro, pero señores mayores...

Aldán: Ya...

Ismael: Hicieron la mili (GD4-AL-2, 360-368).

O el grupo GD1-AL-1 que considera que la gente percibe la importancia de las matemáticas, pero no de la ciencia porque la ciencia es más abstracta y no la usan

Moderadora: Vale, y creéis que la gente considera la ciencia importante, la gente en general

Bruno: La ciencia....

Amadeo: Algunos no

Bruno: La ciencia no, algunos la ciencia yo creo que no

Moderadora: Vale, por qué o que creéis

Amadeo: Porque al ser cosas un tanto...pues que no se ven tan a menudo...

Bruno y Luna: Claro...

Amadeo: ...yo creo que no...dicen esto no lo voy a poner en práctica jamás

Bruno: Como por ejemplo las matemáticas, las matemáticas sí, pero las ciencias...

Luna: las ciencias no tanto (GD-AL-1, 297-306).

5.2.5.2 Imagen de los y las científicas

El alumnado, en los grupos de discusión, no le otorgan características concretas a los científicos y las científicas más allá del *gusto e interés por su trabajo* (GD3-AL-2, 3-11; GD5-AL-2, 138-145; GD6-AL-2, 50-65), *la disciplina y la constancia* (GD1-AL-1, 384-402; GD2-AL-2, 33-41 y 191-203; GD3-AL-2, 3-18; GD4-AL-2, 358-359; GD5-AL-2, 138-145 y 276-281; GD6-AL-2, 50-65), pocos la *curiosidad* (GD3-AL-2, 3-11; RC-JU-AL) y habiendo en la *inteligencia* disparidad de perspectivas. Algunos consideran que la inteligencia es un rasgo que caracteriza a las personas que trabajan en el ámbito de la ciencia y la tecnología (GD4-AL-2, 352-357 y 440-464; GD6-AL-2, 66-83; 440-464), mientras otros y otras no consideran que tengan que destacar por su inteligencia (GD1-AL-1, 384-402; GD5-AL-2, 272-275; GD6-AL-2, 66-83; EG3-AL, 659-675). No obstante, grupos que no habían destacado la inteligencia como una característica, posteriormente alegan que las científicas y las estudiantes de informática tienen que ser inteligentes, aplicadas y que le interesen mucho las ciencias (GD2-AL-2, 191-203 y 215-222). Además, hay alumnas y un alumno que, aunque no destacaran la inteligencia como un rasgo de los/las científicos/científicas, posteriormente, en los relatos, hacen referencia a esta característica (RB-CE-AL, RC-CR-AL, RC-TO-AL). Astrid apunta *“se dedica a eso porque le gusta, aunque tiene cara de terrorista...pero debe tener una mente privilegiada”* (RC-AS-AL) o Laura que narra: *“seguro que era un niño, que teniendo 12 años, ya realizaba diversidad de experimentos y era súper inteligente (...). Actualmente trabaja como científico en algún lugar, gracias a su inteligencia y conocimientos”* (RC-LA-AL). En este sentido, la mayoría del alumnado que imagina que el protagonista – Carracedo - es inteligente son chicas (RC-LA-AL, RC-CR-AL, RC-AS-AL, RC-MAT-AL), frente a un chico (RC-JO-AL) y ningún/ninguna estudiante alude a este rasgo en los relatos de Katie Bouman.

Además, la mayoría del alumnado imagina que los científicos – hombres - tienen un interés casi innato por la ciencia o sienten una pasión por ella desde que son pequeños (RC-AD-AL, RC-BE-AL, RC-AM-AL, RC-AN-AL, RC-AS-AL, RC-CF-AL, RC-CE-AL, RC-CI-AL, RC-CR-AL, RC-EM-AL, RC-IS-AL, RC-LA-AL, RC-LU-AL, RC-MAT-AL, RC-MAX-AL, RC-NI-AL, RC-PEP-AL, RC-SA-AL, RC-TA-AL, RC-TE-AL, RC-ZE-AL) como por ejemplo Aitana que narra: *“El chico de pequeño le gustaba mucho ser científico (...) Él cuando era pequeño, cuando tenía 10 años ya quería ser científico de mayor y lo cumplió”* (RC-AI-AL). Diana en su relato reitera ese interés desde

pequeño en varios párrafos: *“Yo creo que Arkaitz desde muy pequeño comenzó a informarse e interesarse por la ciencia y la química. Esa gran intensidad de aprender e informarse le llevó a querer y desear más y más ser un gran científico (...) Creo que siempre tuvo claro su futuro y persiguió su sueño hasta conseguirlo. Y creo que a día de hoy puede ser un gran científico. Y como desde pequeño empezó a interesarse y a informarse creo que puede ser un gran científico”* (RC-D-AL), mientras que Valentín relata el interés desde una etapa muy temprana: *“Yo creo que desde muy temprana edad ya se interesaba por las ciencias”* (RC-VA-AL). Esta visión de vocación también se imprime en uno de los grupos de discusión en el que Cristina señala, entre las características que deben tener las personas para tener éxito en las materias de ciencias, a la vocación (GD4-AL-2, 171-174)

***Moderadora:** Y, ¿qué características tienen que tener las personas para tener éxito en las materias de ciencias? ¿Cómo creéis que tiene que ser una persona para ...?*

***Ismael:** Tienen que gustarle*

***Aldán:** Tiene que gustarle*

***Cristina:** Tiene que interesarle, tiene que saber qué es lo que le gusta hacer y no ir por...pues venga voy a coger esto porque si, no, tienes que saber fijo ya lo que quieres* (GD4-AL-2, 171-174)

No obstante, esta imagen no parece estar presente en el caso de las científicas, solo una alumna, Emma, considera que a Kate le gustaba la ciencia desde pequeña: *“A esta mujer de pequeña también le gustaba el fútbol, pero le gustaba más la ciencia. A ella le gustaba mucho ver las estrellas así que ahorró para comprarse un telescopio”* (RB-EM-AL). Y otros alumnos y alumnas escriben como a ella no le apasionaba mucho la ciencia de pequeña (RB-IR-AL, RB-SA-AL, RB-AS-AL), como Astrid que narra: *“Katie Bouman, creo que de pequeña no le gustaba nada la ciencia pero se dedica a eso porque cuando está en casa se aburre”* (RB-AS-AL), o no sabía que quería ser de mayor (RB-JO-AL, RB-LU-AL).

Algunos y algunas consideran que este interés lo fue desarrollando a lo largo de su vida (RC-JO-AL, RB-JO-AL), como Iria que en su relato escribe: *“De pequeño fue muy estudioso y aproximadamente a los 12 años le empezó a gustar la ciencia y desde ese momento él quería ser científico”* (RC-IR-AL) e imaginan, tanto los que relatan que tenía una pasión desde pequeño como los que consideran que el interés lo fue desarrollando a

lo largo de su vida, que la decisión de ser científico la tomó en el instituto (RC-IR-AL, RC-JO-AL, RC-ZE-AL, RB-ZE-AL): *“Al llegar a 4º de la Eso y acabar la ESO empezó su carrera como científico que era lo que siempre quiso ser”* (RC-LU-AL).

Los chicos en general, y alguna niña, imaginan que los y las científicas han sido desde pequeños y pequeñas personas estudiosas (RB-AN-AL, RC-CI-AL, RC-IR-AL, RC-MAR-AL, RC-NO-AL, RC-NOE-AL, RC-RA-AL, RC-TO-AL), como Pedro que en su relato narra: *“A mí me parece que cuando era pequeño en las clases atendía mucho y estudiaba mucho y de mayor quería ser científico”* (RC-PED-AL) o Breixo que afirma: *“En los estudios era un buen estudiante pero no superdotado”* (RC-BRE-AL). Aunque hay alumnos que consideran que Katie desde pequeña era muy estudiosa mientras que Carracedo no destacaba como estudiante (RB-CF-AL, RC-CF-AL, RB-PEP-AL), como Bruno que narra: *“Yo creo que esta chica de pequeña estudiaba mucho, de esto que se pasa todo el día estudiando”* (RB-BRU-AL), y *“Yo creo que cuando era pequeño no le gustaba estudiar y a lo mejor incluso dejaba alguna”* (RC-BRU-AL). Mientras que Jonás, Nicolás y Ernesto consideran que era ella la que no iba muy bien en los estudios (RB-JO-AL, RB-NI-AL, RB-MAX-AL, RB-ER-AL, RC-ER-AL). Debemos destacar que muy pocas chicas, solo cinco, hacen referencia a esta característica en sus relatos. No obstante, el alumnado que no menciona si Carracedo o Kate son estudiosos, si que hace referencia a las notas que sacaban o en el instituto o en estudios posteriores (RB-AI-AL, RC-AM-AL, RC-BE-AL, RC-CR-AL, RB-ER-AL, RB-MAT-AL, RC-MAT-AL, RC-NI-AL, RC-VA-AL). En este sentido, tanto Aitana como Pepito consideran que Kate sacaba mejores notas que Carracedo (RB-AI-AL, RC-PEP-AL y RB-PEP-AL).

En un plano algo más personal, la mayoría de niños y niñas caracterizan a Carracedo y a Bouman como personas sociables y a los que les gustaba hacer cosas con sus amigos (RC-AS-AL, RC-BRE-AL, RC-CI-AL, RB-CI-AL, RB-D-AL, RB-LA-AL, RC-MAR-AL, RB-NO-AL, RC-RA-AL, RB-SA-AL). No obstante, algunos alumnos y alumnas, como Breixo o Cristina consideran a Kate tímida e introvertida, al contrario que a Carracedo que le atribuyen ser abierto y sociable (RC-BRE-AL, RB-BRE-AL, RB-CR-AL, RB-PEP-AL). En este sentido, Max narra: *“Ella era una niña repelente con pocos amigos, y él con muchos amigos”* (RB-MAX-AL) y Ernesto relata que a ella en la escuela le hacían bullying (RB-ER-AL). Parece encontrarse, en un grado casi anecdótico, una imagen de los y las científicas que derivan de la imagen socialmente aceptada de la ciencia, una ciencia “folk” o “naif” (Fernández et al., 2002a) que idea a los científicos como genios

un tanto excéntricos. No obstante, si tenemos en cuenta concretamente a los informáticos algunos alumnos y alumnas los perciben como un tanto frikis o gamers (GD2-AL-2, 204-214; GD2-AL-2, 191-203; RC-TO-AL). De hecho, el grupo GD4-AL-1 habla del prejuicio social sobre la profesión de informático, pues hablando de la imagen que tiene la sociedad sobre las personas según sus intereses. Así, Ismael alega que cree que existe “un prejuicio del típico informático que está todo el día en una oficina con el ordenador solo haciendo cosas informáticas y el que está de atletismo es un hombre mazado, fuerte, sano” (GD4-AL-1, 94), con lo que concuerdan sus compañeros y compañeras. No obstante, posteriormente algunos miembros de este grupo incurren en estos estereotipos (GD4-AL-2, 335-342), perpetuándose, de nuevo, la imagen de esta ciencia “folk” y “naif”.

***Moderadora:** Vale, y ¿cuáles son las...cómo son o cómo es una persona que trabaje en la ciencia y la tecnología, qué características tiene?*

***Todos/as:** (silencio)*

***Moderadora:** ¿Cómo os imagináis a una persona que trabaje en la ciencia y la tecnología?*

***Aldán:** Sentada delante del ordenador todo el día*

***Ismael:** Es que claro, hay mucho perjuicio en eso...*

***Martina:** Listo, serio*

***Ismael:** ...hay mucho...el típico friki que está ahí, un otaku que no se ducha y que...*

***Martina:** Claro, como el que programa con tu padre (GD4-AL-2, 335-342).*

Con respecto al papel de las familias, el alumnado confiere un papel anecdótico al apoyo de las familias en la decisión de Bouman y Carracedo de ser científicos, pues solo Astrid hace alusión al apoyo y cariño recibido por Carracedo y al poco apoyo y cariño recibido por Bouman de su familia (RC-AS-AL, RB-AS-AL). No obstante, algunos alumnos y una alumna hacen referencia al estatus socioeconómico de las familias de los protagonistas. Ernesto, Pedro y Tomás consideran que ella proviene de una familia adinerada (RB-ER-AL, RB-PED-AL, RB-TO-AL) mientras que él se crio en una familia pobre o con menos recursos (RC-ER-AL, RB-PED-AL, RC-TO-AL), al igual que Matilde, que considera que Carracedo nació en una familia humilde (RC-MAT-AL). Noel, aunque no deja claro el nivel socioeconómico de la familia, se refiere a Kate como “más pija”, lo que nos sugiere

que también considera que proviene de una familia más acomodada que Carracedo (RB-NO-AL).

En cuanto al trabajo científico, como se ha apuntado anteriormente, el alumnado tiene una imagen un tanto estereotipada de los científicos y las científicas como profesionales que trabajan en un laboratorio haciendo experimentos (GD1-AL-2, 80-86; RC-NOE-AL, RB-NOE-AL, RC-LU-AL,) y mencionan los elementos típicos de una ciencia empirista: la bata (EG3-AL, 649; GD1-AL-2, 80-86) y el microscopio (RC-AN-AL, RC-CF-AL, RC-JA-AL, RC-NI-AL). No obstante, algunas alumnas o alumnos, como Matilde tienen una imagen más exacta, pues que en un grupo de discusión alude a los proyectos de investigación en los que participan los científicos y científicas (GD3-AL-2, 246). Asimismo, algunos alumnos y alumnas perciben al trabajo científico como muy demandante el cual requiere dedicación (GD2-AL-2, 319-325; RC-AD-AL, RC-BRU-AL y RB-CR-AL) y competitivo (GD4-AL-2, 175-178).

Ismael: Sabes lo que pasa últimamente con las cosas, que al estar todo más descubierto tienes que ser el mejor de los mejores en todo y no puedes ser un científico cualquiera, tienes que ser alguien que...

Cristina: Destaque

Ismael: ...que destaque

Noelia: Claro (GD4-AL-2, 175-178).

Los alumnos y alumnas en sus relatos señalan el reconocimiento social del trabajo científico, aunque de forma indirecta, pues mencionan como estas dos personas se han hecho famosas o si son famosas (RC-AI-AL, RB-IS-AL, RB-JO-AL, RC-JO-AL, RC-JU-AL, RC-MAR-AL, RB-NO-AL, RB-SA-AL, RC-TE-AL), salvo Matilde, que parece tener sentimientos encontrados sobre el reconocimiento de Bouman, pues relata: “*Con trabajo y esfuerzo lo consiguió, pese al machismo, ahora tiene el reconocimiento que se merece*” (RB-MAT-AL), sugiriendo que el reconocimiento lo obtuvo tras la participación en el proyecto de desarrollo del software para fotografiar un agujero negro. Así, parte del alumnado parece vincular el reconocimiento social a la fama, es decir, a hacerse famoso. Otros y otras alumnos y alumnas asocian el reconocimiento a los premios (RC-AI-AL, RC-CE-AL, RC-IS-AL, RC-MAR-AL, RC-MAX-AL, RC-NI-AL, RC-TA-AL, RC-TO-AL), como Luna que narra: “*(...) empezó su carrera como científico, que era lo que siempre quiso ser y lo consiguió, y a día de hoy es un gran científico y su vida es genial*

con varios premios” (RC-LU-AL) o Pedro que relata: “Foi medrando e estudiando para ser científico, e ao final o conseguiu e ademáis gañou premios” (RC-PED-AL). Sin embargo, ni niños ni niñas, imaginan que Bouman tenga algún premio. Asimismo, algunos alumnos perciben a la investigación como una profesión bien pagada (RC-BRE-AL, RC-BRU-AL, RC-ER-AL, RC-TO-AL), y en los relatos nadie la percibe como una profesión mal remunerada o poco reconocida, aunque en los grupos de discusión algunos alumnos y alumnas afirman creer que la gente no le otorga la importancia que debería a la ciencia a la tecnología (GD1-AL-1, 297-306; GD2-AL-2, 42-60 y 74-75, GD3-AL-2, 18-24 y 35-37; GD6-AL-2, 84-92).

Además, el alumnado considera que existen barreras que dificultan a las mujeres su desarrollo profesional como científicas (GD1-AL-2, 94-103; GD2-AL-2, 234-257; GD3-AL, 234-247; GD5-AL-219-225; GD6-AL-2, 195-204; GD7-AL, 533-545; EG1-AL, 833-834; EG3-AL, 620-643)

***Moderadora:** ¿Creéis que la vida de un científico es la misma que la de una científica?*

***Celia:** No, la vida de una científica es más dura que la de un científico*

***Nicolás:** Es así*

***Moderadora:** ¿Por qué?*

***Tatiana:** Tienen que trabajar más...*

***Nicolás:** Claro*

***Celia:** Porque la de un científico... (se solapan conversaciones)*

***Tatiana:** ...tiene que trabajar más para llegar arriba*

***Nicolás:** O sea los chicos tienen que trabajar menos para llegar a donde están las chicas y las chicas más*

***Celia:** Porque a un científico se le da todo bien hecho a una científica no, le van a poner pegas, le van a poner pegas a todo (GD6-AL-2, 195-204).*

Así, algunas estudiantes narran en los relatos de Bouman la dificultad que tuvo para llegar a ser científica (RB-CE-AL, RB-IR-AL y RB-MAT-AL), como Iria que narra: “A ella por el hecho de ser una chica se lo pusieron más difícil que a Arkaitz. Pero no se rindió y cada vez le gustaba más la ciencia” (RB-IR-AL) o Matilde que escribe: “También destacó por sus notas y accedió a la universidad, aunque creo que por desgracia por ser

mujer pudo tener más dificultades aún teniendo las mismas capacidades” (RB-MAT-AL).

Esta mayor dificultad no se debe a factores internos como la inteligencia, capacidad o dedicación, que un alumno vislumbra a Kate como superdotada (RB-BRE-AL), sino a factores sociales (GD3-AL-2, 241; GD5-AL, 219-220; GD7-AL, 508-519), como apunta Cristina en la entrevista grupal EG2-AL (636) “*pleno siglo XXI y seguimos igual con el machismo*” o Matilde que en el grupo de discusión GD3-AL-2, alega que es la sociedad quien impone las diferencias (232).

Moderadora: *Vale, ¿creéis que hay diferencias entre un científico y una científica?*

Laura: *No tiene por qué*

Matilde: *No*

Diana: *No*

Matilde: *A veces las pone la sociedad... pero no...*

Laura: *pero no tendría porque (GD3-AL-2, 228-233).*

-----//-----

Moderadora: *¿Por qué creéis que las chicas deciden no cursar carreras de ciencias?*

Celia: *Porque está infravalorado para las chicas y está más...*

Tatiana: *Porque hay un prototipo de que la chica no puede...*

Celia: *Claro, de que la chica solo vale para ama de casa y listo, que no vale para nada más*

Tatiana: *Y eso no es así*

Celia: *No, eso no es así (EG3-AL, 620-625).*

Solo el grupo GD6-AL-2 (171-187) reconoce que las científicas suelen obtener menos reconocimiento que sus compañeros hombres. Aunque puede que parte del alumnado también lo perciba sin ser consciente de ello, puesto que aunque en los relatos tanto niños como niñas imaginan a Carracedo y a Kate como personas famosas (RC-AI-AL, RB-IS-AL, RB-JO-AL, RC-JO-AL, RC-JU-AL, RC-MAR-AL, RB-NO-AL, RB-SA-AL, RC-TE-AL) e Ismael en su relato narra: “*los dos son científicos reconocidos aunque diferentes*” (RB-IS-AL), cuando hablan de conseguir premios ninguno alumno o alumna menciona a Kate Bouman, a pesar de ella ha tenido una mayor repercusión mediática a raíz de la fotografía del aguajero negro. No obstante, Martina considera que Bouman es

una científica más reconocida (RB-MAR-AL), mientras que Pepito cree “*que a ella la conoce menos gente*” (RB-PEP-AL). Además, los alumnos y las alumnas también reconocen la brecha salarial entre hombres y mujeres en general y entre científicos y científicas (EG1-AL, 833-834 y 842-855; EG3-AL, 640-643; GD5-AL-2, 222-223; GD7-AL, 513-519)

Hay alumnos que desde un principio la vida de un científico y una científica son diferentes debido a las barreras mencionadas anteriormente (GD1-AL-2, 87-103; GD3-AL-2, 234-242; GD6-AL-2, 195-204; GD7-AL, 533-544) y otros grupos, aunque en un principio, no considera que hay diferencias entre la vida diaria de un científico y una científica (GD2-AL-2, 270-279; GD5-AL-2, 295-303), posteriormente reconocen algunas diferencias. Estas diferencias, que las explicitan tanto los que ya consideraban que la vida de una científica era diferente a la de un científico como los que en un principio no, consiste principalmente en tener que esforzarse más para llegar a donde están debido a las barreras descritas con anterioridad (GD2-AL-2, 234-257; GD6-AL-2, 195-204; GD5-AL-2, 308-316; EG3-AL, 620-643; RB-MAT-AL, RB-BRU-AL,) repercutiendo en su vida cotidiana, concretamente en su tiempo libre (GD5-AL-2, 308-316) y en la conciliación familiar, aunque, perciben que las mujeres siguen teniendo problemas para conciliar no solo cuando son científicas, sino en general (GD1-AL-2, 104; GD2-AL-2, 301-325; GD3-AL-2, 246).

Moderadora: Me refiero si ellos o ellas tienen hijos/hijas, si no tienen

Bea: Si, por qué no

Zeltia: Si

Valentín: A ver, depende...los hay jóvenes, muy pocos, pero los hay

Zeltia: Y depende de...no sé...o también no pueden tener una vida porque están muy con su trabajo

Valentín: Bueno claro, si son científicas, por así decirlo, de gama más alta que el resto y son mejores científicos, a lo mejor no tienen tiempo porque están investigando algo y a lo mejor no tienen tiempo para crear una familia

Zeltia: Si

Todos/as: (silencio). (GD2-AL-2, 307-314)

No obstante, la incompatibilidad de la carrera científica con la conciliación no se muestra en los relatos, puesto que son los mismos alumnos, salvo Aitana y Amadeo, los que en

sus relatos describen la vida familiar de Carracedo y Bouman (RB-TO-AL, RB-IS-AL, RB-BRU-AL, RB-BRE-AL, RB-AM-AL, RC-AI-AL, RC-BRE-AL, RC-BRU-AL, RC-IS-AL, RC-TO-AL). Para Breixo e Ismael Kate no tiene hijos, pero para Ismael Arkaitz sí – un niño adoptado porque él es homosexual -, mientras que para Bruno y Tomás ambos tienen hijos.

No obstante, la mayor diferencia para el alumnado del CPI Ada Lovelace entre el científico Carracedo y Katie Bouman es su eje de interés, siendo el de ella el espacio y el de él la biología o la ciencia (RB-AI-AL, RB-AD-AL, RB-AM-AL, RB-AN-AL, RB-B-AL, RB-CE-AL, RB-CR-AL, RB-DI-AL, RB-IS-AL, RB-MAT-AL, RB-MAX-AL, RB-RA-AL, RB-TA-AL, RB-TE-AL, RB-VA-AL).

5.2.6 Expectativas de éxito: Actitudes hacia la ciencia, identidad y autoconcepto

5.2.6.1 Actitudes hacia la ciencia y la tecnología

El alumnado, en general, tiene actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología, pues percibe las materias de ciencias como **interesantes** (GD1-AL-1, 187-200; GD2-AL-1, 498-503; GD3-AL-1, 232-237; GD4-AL-2, 113-119; GD5-AL-1, 263-271; GD7-AL, 313-319), **divertidas** (GD3-AL-1, 232-237; GD4-AL-2, 113-119; GD5-AL-1, 263-271; GD6-AL-1, 296-306; GD7-AL, 313-319) y **útiles** (GD2-AL-1, 498-503; GD6-AL-2, 117-124), aunque esto dependerá de la materia (GD2-AL-1, 493-497; GD6-AL-1, 296-306) y del profesor o profesora que las imparta (GD1-AL-1, 187-200; GD2-AL-1, 493-497). No obstante, no presenta actitudes tan positivas hacia las matemáticas, pues las consideran **rígidas** (GD4-AL-2, 146-163) y **difíciles** (GD2-AL-1, 365-375, 493-497 y 565-569; GD3-AL-1, 238-249; GD4-AL-2, 120-145; GD5-AL-1, 272-279; EG1-AL, 560-583; EG2-AL, 293-299) y **aburridas** (GD3-AL-1, 238-249; GD5-AL-1, 272-279). No obstante, hay alumnos y alumnas, aunque los menos, que consideran a las materias de ciencias, en general, aburridas (GD2-AL-1, 493-497; GD6-AL-1, 296-306; GD7-AL, 313-319). Para la docente, esta percepción de dificultad sobre las materias de ciencias puede ser posible detonante en la huida de estos campos de estudios (ENT1-R, 146-147).

Moderadora: Y las propias asignaturas ¿cómo crees que las percibe el alumnado, las asignaturas de ciencias, matemáticas, física y química?

Docente: Las considera importantes, también difíciles, quizá abstractas y luego claro, posiblemente eso ayude a que escapen de ellas. (ENT1-R, 146-147).

En este sentido, Rosa considera que el alumnado puede percibir las materias ciencias como más difíciles porque el alumnado no está acostumbrado a emplear otras habilidades más allá de la repetición, mecanización o memorización y, para poder tener buenos resultados en las ciencias, para la docente, no es suficiente con la memorización, sino que necesitan reflexionar, razonar y emplear conocimientos de otras materias (ENT1-R, 172-175).

Además, la mayoría del alumnado también presenta actitudes positivas hacia la programación, puesto que casi todos, salvo el GD7-AL (63-88), volverían a elegir esta materia (EG1-AL, 141-142; EG2-AL, 127-128; GD6-AL-1, 210-214, GD6-AL-2, 230-238;

En el caso de las chicas, casi todas tienen actitudes positivas hacia las ciencias pues en este curso académico prefieren las materias de ciencias por encima de las letras (EG1-AL, 100-117; EG3-AL, 100-119), salvo las integrantes de la entrevista grupal EG2-AL (71-76) que prefieren las letras. Laura y Cristina, dos de las integrantes de este grupo, tenían en la educación primaria como materias favoritas plástica y matemáticas y ciencias naturales respectivamente (EG2-AL, 1-34), Cristina afirma que se le dan bien tanto las ciencias como las letras, salvo matemáticas que no se le da muy allá (EG2-AL, 43) y Laura, a pesar de que su materia favorita en primaria era matemáticas, cuando se le pregunta por qué este año prefiere ciencias afirma *“porque las ciencias, no, mates no”* (EG2-AL, 80) y posteriormente, hablando de potenciales carreras a estudiar, afirma *“ingeniería por las matemáticas. Es que yo las matemáticas las tengo cruzadas eh”* (EG2-AL, 672).

Algunas de ellas siempre tuvieron actitudes positivas hacia las ciencias, como Iria, Zeltia y Matilde que tenían como materias favoritas en la primaria ciencias naturas y, la última, matemáticas (EG1-AL, 1-10) o Celia, Tatiana y Cintia cuyas materias preferidas eran matemáticas – para las dos primeras - y naturales – para la última – (EG3-AL, 1-7). Mientras que otras las han modificado este año, pues siempre les gustaron más las letras que las ciencias, como Diana, cuya materia favorita era gallego, pero este año le encanta la biología por el profesor: *“a mí me gustan más las ciencias porque por ejemplo biología*

me gusta mucho como lo dio nuestro profesor (...) y es muy bueno explicando y todo, y este año me gustaban más las ciencias porque antes no sabía cómo era y me gustó mucho este año” (EG1-AL, 104 y 107), o a Martina en primaria le gustaban la música y plástica (EG1-AL, 1-10) pero le gusta más la programación que la música a raíz de haber asistido al club de robótica (GD4-AL-1, 325-339). Otro ejemplo son Aitana y Astrid que siempre prefirieron materias de letras salvo este año (EG3-AL, 100-119) o Matilde, que antes no le gustaba nada la biología, pero este año es de sus materias favoritas gracias al docente (EG1-AL, 292-303).

Moderadora: *Y este año ¿os gustan más las materias de ciencias o de letras?*

Tatiana: *De ciencias*

Cintia: *Ciencias*

Aitana: *Letras*

Astrid: *Este año ciencias*

Aitana: *Bueno, este año ciencias*

Tatiana: *Es que Daniel*

Celia: *Daniel y Antonio*

Tatiana: *Y se van*

Aitana: *Ya se fue Daniel* (EG3-AL, 100-119)

No obstante, la mayoría de las alumnas presentaban actitudes negativas hacia las matemáticas (EG1-AL, 492-530; EG2-AL, 280-307; EG3-AL, 306-313), mientras que otras como Laura, Celia, Tatiana y, Matilde, en menor medida, pasaron de tener actitudes positivas por las matemáticas a actitudes de desagrado y desafección. Celia y Tatiana, que tenían como materia favorita en la educación primaria matemáticas (EG3-AL, 1-7), ahora ya no les gustan (EG3-AL, 209-211; EG3-AL, 297-313; GD6-AL-1, 224-243). Esto también le ocurre un poco a Matilde, cuya materia favorita en la educación primaria era matemáticas (EG1-AL, 1-10) pero ahora no le entusiasman (EG1-AL, 292-303).

En definitiva, las alumnas, como se ha visto, tienen unas actitudes positivas o negativas dependiendo de las áreas, y concretamente, presentan actitudes bastante negativas hacia las matemáticas. Esto se corrobora cuando se les pregunta qué carrera de ciencias elegirían – en el hipotético caso de que tuvieran que elegir una – casi todas se decantan por áreas más “laxas” de la ciencia como biología (EG1-AL, 588-599) o para el EG3-AL las relacionadas con el laboratorio (502-524) y descartan totalmente las ingenierías (EG1-

AL, 617-634; EG2-AL, 488-507) para el grupo EG2-AL porque no harían nada relacionado con las matemáticas al igual que para algunas alumnas del EG3-AL (491-499) y del EG1-AL (623); y las ciencias de la salud (EG1-AL, 600-609; EG3-AL, 517-524).

Moderadora: *¿Cuál nunca escogeríais?*

Laura: *Inge...Matemáticas*

Resto: *Matemáticas*

Moderadora: *¿E ingeniería?*

Cristina: *Ni física*

Laura: *No, porque hacen falta muchas matemáticas*

Bea: *Bue....*

Noelia: *Física tampoco*

Laura: *Lo que tenga que ver relacionado con muchas matemáticas no*

Noelia: *Yo no*

Moderadora: *¿Estáis de acuerdo?*

Todos/as: *Si*

Cristina: *Lo que tenga que ver, imagínate, ehh ya no vamos a poner 100%, lo que tenga que ver un 70% matemáticas 30% el resto de asignaturas.*

Laura: *Ya no lo cojo*

Cristina: *Yo por ahí no paso, yo no lo cojo*

Luna: *Igual (EG2-AL, 488-503).*

La docente en este aspecto estima que las chicas perciben a las ingenierías como carreras demasiado complejas, además de tener miedo a no ser capaces de sacarlas, ocasionando que las chicas decidan no darles una oportunidad o intentarlo (ENT1-R, 179). Estos dos factores unidos al miedo al fracaso y los estereotipos de género que rodean estas carreras provocan la huida de esta rama de estudios (ENT1-R, 183).

5.2.6.2 Identidad personal y social

El alumnado no le atribuye unas características distintivas a la figura del científico o la científica, es decir, le otorga rasgos atribuibles a cualquier otra profesión como el **gusto e interés por su trabajo** (GD3-AL-2, 3-11; GD5-AL-2, 138-145; GD6-AL-2, 50-65) , **la disciplina y la constancia** (GD1-AL-1, 384-402; GD2-AL-2, 33-41 y 191-203; GD3-AL-

2, 3-18; GD4-AL-2, 358-359; GD5-AL-2, 138-145 y 276-281; GD6-AL-2, 50-65), siendo esto algo llamativo puesto que, como hemos visto anteriormente, durante los relatos presentan a los científicos como personas con un interés casi innato por la ciencia o sienten una pasión por ella desde que son pequeños y algunos alumnos y alumnas los caracterizan como personas inteligentes.

Por lo tanto, para muchos de ellos y de ellas el elemento principal que determina que una persona vaya a tener éxito en las ciencias es el interés y el gusto hacia esas áreas (GD1-AL-1, 219-229; GD3-AL-1, 263-271; GD4-AL-1, 171-188; GD5-AL-2, 11-19 y 31-26; GD7-AL-1, 320-333), que son los cimientos de la motivación y la implicación, otros de los elementos que el alumnado considera fundamentales (GD1-AL-1, 219-229; GD5-AL-2, 31-36; GD6-AL-1, 333-338).

***Moderadora:** Vale, y ¿qué características o cómo tienen que ser las personas para tener éxito en las materias de ciencias? O sea, para sacar buenas notas, cómo tienen que ser esas personas*

***Bruno:** Yo creo que muy constantes a la hora de estudiar*

***Luna:** Si, estar centrados en lo que estudias y...*

***Iria:** Yo creo que...*

***Bruno:** Estar atendiendo en clase y cuando llegues a casa repasar todo lo que dimos en clase y todo*

***Amadeo:** Yo creo que te interese y que lo mismo que seas muy constante*

***Iria:** Claro*

***Bruno:** Si, que te interese*

***Amadeo:** y que no...no sea como un...un...problema pongámoslo así*

***Moderadora:** ¿Para tí?*

***Iria:** Lo que más es constante como decía Bruno y...y bueno también te tiene que interesar y eso...pero lo más es constante y...eso (GD1-AL-1, 219-229)*

-----//-----

***Moderadora:** Vale, mate es difícil para todos. ¿Qué características tienen que tener las personas para tener éxito en las materias de ciencias? Es decir, para sacar buenas notas*

***Laura:** O sea, características...*

***Diana:** Ser aplicadas*

***Laura:** Saber organizarse para estudiar todo*

***Matilde:** Interesarte un poco porque si no te gusta ya...*

Diana: Claro

Matilde: ...no creo que saques buenas notas

Laura: Si no te gusta...

Todos/as: (silencio) (GD3-AL-1, 263-271)

Aunque también consideran la implicación, estrechamente relacionada con la motivación (GD1-AL-1, 219-229; GD2-AL-1, 521-538; GD3-AL-1, 263-271; GD5-AL-1, 13-19), la constancia (GD1-AL-1, 219-229; GD2-AL-1, 521-538; GD6-AL-1, 333-338; GD7-AL, 320-333) y la dedicación, es decir, estudiar (GD1-AL-1, 219-229; GD2-AL-1, 521-538; GD5-AL-2, 3-12), como componentes esenciales para tener éxito en estas materias:

Moderadora: *Que características tienen que tener las personas, los alumnos y alumnas, para tener éxito en las materias de ciencias*

Pedro: No rendirse estudiando

Valentín: Aplicarse

Zeltia: Si, aplicarse

Valentín: Estudiar mucho y también atender en clase

Pedro: No estar delante del libro sin hacer nada

Valentín: Hacer todos los trabajos que te mandan los profesores

Pedro: Aprovechar el tiempo

Valentín: Aunque no sean obligatorios, o sea si no son obligatorios también estaría bien hacerlos

Zeltia: Estudiar un poco todos los días para que se te vaya quedando

Pedro: Claro

Zeltia: Y no estudiar sólo el día antes del examen

Pedro: Porque sino no te queda

Bea: No dejarlo todo para el último día

Moderadora: ¿Para ti?

César: (silencio) ¿qué puedo decir que no se haya dicho ya?

Zeltia: Algo

Valentín: No sé (GD2-AL-1, 521-538)

No obstante, el alumnado, salvo Susana (GD7-AL, 320-333), no reconoce, entre las cualidades que tenga que tener una persona para tener éxito en las materias de ciencias, la inteligencia (GD2-AL-1, 539-543; GD4-AL-2, 171-178GD5-AL-2, 1-13; GD6-AL-1,

333-338; GD7-AL, 320-333), sino que le otorgan mayor importancia a las características mencionadas con anterioridad.

Moderadora: *¿Creéis que tienen que ser más inteligentes?*

Enrique: *No*

Laura: *No, no tiene por qué*

Matilde: *Mmm tienen que estar interesadas en eso*

Laura: *Si se esfuerzan más ya está*

Diana: *Claro*

Moderadora: *Tienen que esforzarse y estar interesadas*

Diana: *Claro*

Laura: *Tienen que hacer lo que les gusta porque si haces una cosa que no te gusta ya...*

Matilde: *Ya*

Laura: *...es lo que dice, ya no le pones interés y ya dices...*

Diana: *Claro, tiene*

Matilde: *No, para mi no (GD3-AL-1, 272-284)*

Aunque, cuando se intenta profundizar en dichas características y se les pregunta de forma directa si la inteligencia es un elemento esencial para tener éxito en las materias de ciencias, el grupo GD4 es el único que alega que se necesita interés e inteligencia (GD4-AL-2, 179-188), constatando este argumento cuando afirman que se imaginan a las chicas que deciden cursar estudios o carreras de ciencias listas y valientes, al igual que a los chicos que deciden elegir dichos estudios (GD4-AL-2, 440-455). Sin embargo, los otros grupos siguen manteniendo su argumento sobre la importancia del interés, la motivación y el esfuerzo (GD3-AL-1, 272-284; GD5-AL-2, 14-19; GD6-AL-1, 339-344; GD7-AL, 320-333). Concretamente sobre la materia de programación el alumnado cree que es necesario tener paciencia y estar atento, es decir, implicarse (GD1-AL-1, 230-237). Además, el alumnado percibe que la docente prefiere que realicen la tarea tranquilamente y siendo conscientes de lo que hacen, aunque tarden más, en vez de acabar en el mismo día con una tarea mal ejecutada (GD1-AL-1, 230-237).

En este sentido, la docente parece estar de acuerdo con el alumnado puesto que considera que el éxito en estas materias se definirá por el gusto e interés que tenga el alumnado por la materia y las capacidades individuales de cada alumno y alumna (ENT1-R, 171)

Docente: *No tiene porque, hay gente que destaca académicamente que tiene amor por las letras, que les gusta, que siempre les gustó redactar, o escribir, o leer y tienen amor por las letras y son muy buenos académicamente. Incluso pueden ser buenos en tecnología, pero son mejores, o les gusta más, o disfrutan más con las letras. Ehhh ¿hay alumnos buenos en tecnología? También, pero quizá les gusta menos memorizar y les gusta más trabajar con las manos. Es decir, es que las inteligencias son diferentes, no somos todos iguales, hay quien tiene una buena visión espacial, hay quien dibujando es magnífico, otros son magníficos en el deporte, otros en el pensamiento lógico o en la deducción de problemas, o en la resolución de problemas. Es decir, el alumnado es diverso, entonces no podemos decir tu eres bueno para letras o tu eres bueno para ciencias. Y luego hay gente que es buena en todo, entonces ahí van los intereses o lo que en casa se les inculque (ENT1-R, 170-171).*

5.2.6.3 Autoconcepto de habilidad

El autoconcepto de habilidad – creencias de competencia en una determinada actividad - es un factor que influye sobre las conductas relacionadas con la elección de actividades junto con el valor que los/las estudiantes asignan a una determinada tarea – interés, disfrute, utilidad e importancia de esa tarea –.

El autoconcepto de habilidad de las alumnas y el gusto parecen estar estrechamente ligados, puesto que las materias favoritas del alumnado son también las que mejor se les dan. Así, a Diana e a Iria se les dan bien las letras (EG1-AL, 28-54), cuando sus materias favoritas son francés y biología (GD3-AL-1, 184) y lengua e inglés, aunque este año le está gustando mucho biología (GD1-AL-1, 167). La materia que más le gusta a Zeltia es la biología (GD2-AL-1, 363) y se le dan mejor las ciencias que las letras (EG1-AL, 28-54). Mientras que a Matilde le gusta y se le da bien todo (EG1-AL, 28-54) y Martina afirma ser de artes (EG2-AL, 55-66) aunque su materia favorita es plástica y programación (GD4-AL-2, 1-23). A todas las chicas del grupo EG2-AL se le dan mejor las letras que las ciencias (EG2-AL, 35-48), según Laura porque le gustan más y para Luna y Cristina porque las matemáticas no se les dan muy bien. Como es esperable, la materia preferida de Luna y Laura son francés (GD3-AL-1, 185 y GD1-AL-1, 159), mientras que las demás – Cristina, Bea y Noelia - no tienen materias favoritas (GD4-AL-2, 14-16; GD2-AL-1, 375). A Astrid y a Aitana se le dan mejor las letras (EG3-AL, 27-41) y tienen como materia favorita francés (GD5-AL-1, 209-218) e historia,

respectivamente (GD7-AL, 243), mientras Celia y Cintia, cuya materia favorita es la programación (GD6-AL-1, 224-243) creen que tienen más habilidades para las ciencias (EG3-AL, 27-41), no porque tengan mayores notas, sino porque les gustan más (EG3-AL, 61-65). No obstante, una alumna, Tatiana, que cree que tiene más habilidades para las ciencias (EG3-AL, 27-41) tiene como materia preferida historia (GD6-AL-1, 224-230).

Además, algunos alumnos y alumnas consideran tener las características necesarias para tener éxito en las materias de ciencias (GD1-AL-1, 250-259; GD2-AL-1, 544-556; GD7-AL, 334-343), como Bruno, César y Zeltia, que en su grupo afirma *“es estudiar y ya está”* (GD2-AL-1, 548) o *“si...si voy practicando...aunque bueno a mi no se me dan especialmente bien, pero hay que ir practicando”* (GD2-AL-1, 556) o Aitana que alega tener paciencia y ganas (GD7-AL, 334-343), aunque en la entrevista segregada se contradice y considera no tener las características necesarias para tener éxito en dichas materias (EG3-AL, 69-76). Las chicas del GD3-AL-1 -Laura, Matilde y Diana - también consideran tenerlas, puesto que se esfuerzan y quieren aprobar, además de, alguna de ellas, apuntarse a los clubes de ciencia y robótica (285-294).

Mientras que otros y otras no están del todo convencidos o convencidas de tenerlas (GD1-AL-1, 250-259; GD1-AL-1, 250-259; GD5-AL-2, 20-30; GD6-AL-1, 345-360; GD7-AL, 334-343), como Pedro que afirma que las tiene para biología, pero no para geografía (GD2-AL-1, 544-554), Luna e Iria que consideran que tienen la constancia, pero le cuesta centrarse en la clase (GD1-AL-1, 250-259) o Aldán porque las matemáticas no se le dan bien, aunque si se esfuerza considera que puede mejorar su rendimiento (GD4-AL-2, 193-202).

Hay otros alumnos que directamente creen que no las tienen (GD2-AL-1, 544-554; GD6-AL-1, 345-360), como Ismael, Noelia, Cristina y Martina que alegan no gustarles las matemáticas y tener problemas con ellas (GD4-AL-2, 203-220) o Astrid que también considera que no las tiene (GD3-AL-2, 20-30) a pesar de gustarle más este año, como se ha visto, las ciencias que las letras, sugiriéndonos que hay otras variables subyacentes en la percepción sobre el éxito en las materias de ciencias de las que el alumnado no es plenamente consciente, como el autoconcepto del que hablaremos posteriormente. Además, cuando contextualizamos más la pregunta, es decir, cuando se les pregunta si ellos y ellas tienen las características necesarias para tener éxito en las ciencias empiezan

a añadir otras características que no mencionaron con anterioridad, como el esfuerzo (GD3-AL-1, 285-294), la capacidad (GD4-AL-2, 193-202) y el rendimiento académico. Así, Pedro afirma que tiene las características necesarias en matemáticas porque aprueba (GD2-AL-1, 544-556).

En las entrevistas grupales las niñas reiteran su creencias, que es más importante el esfuerzo que la capacidad (EG1-AL, 73-83), considerando todas ellas – Diana, Iria, Martina y Zeltia -, excepto Martina – porque no sabe estudiar -, que pueden tener éxito en las ciencias. Con respecto al segundo grupo de niñas, el EG2-AL, dos de ellas, Luna y Bea, consideran no tenerlas, no porque no les gusten, sino porque no se les dan bien – aludiendo otra vez, inconscientemente a la capacidad – otra se encuentra dubitativa y otras dos, Laura y Cristina aluden, al igual que el grupo anterior, al esfuerzo como elemento que les posibilitará tener éxito en dichas materias (EG2-AL, 49-70).

***Moderadora:** Y ¿creéis que tenéis las capacidades o habilidades suficientes para tener éxito en materias de ciencias?*

***Luna:** Yo creo que no...*

***Bea:** Mmmmm bueno...no, no me veo yo*

***Laura:** Yo creo que si me esfuerzo si*

***Cristina:** Yo creo que también*

***Noelia:** Yo no me veo*

***Moderadora:** Vosotras si, vosotras me lo o no y tu no, ¿por qué no?*

(silencio)

***Noelia:** No se*

***Moderadora:** Lo dijisteis vosotras... ¿por qué creéis que no tenéis las capacidades suficientes para tener éxito en ciencias?*

***Noelia:** A ver, si me pongo, puede, pero...*

***Bea:** Si, pero...realmente*

***Moderadora:** ¿Y tú por qué?*

***Luna:** Pues hombre, a ver, a mí no se me da bien nada de eso, entonces creo que no. Y aunque me pusiera...*

***Moderadora:** Pero ¿por qué no se te da bien?*

***Luna:** A ver, no...nunca me gustó*

***Moderadora:** No se os da bien porque no os gusta*

***Bea:** No es que no me guste, pero la veo y como que...no se...*

***Noelia:** Es inexplicable*

Moderadora: *Y a vosotras ¿por qué decís que sí que tenéis las capacidades para tener éxito?*

Laura: *Porque si me esfuerzo puedo llegar a entender las cosas*

Cristina: *Yo porque desde pequeña ya me gustaban mucho las ciencias naturales y sociales, y creo que si estos años se me están dando bastante bien yo creo que si me esfuerzo lo puedo conseguir, pero hay que machar mucho, porque no se consigue nada sin esfuerzo (EG2-AL, 49-70).*

En contraposición, todas las niñas del tercer grupo – Tatiana, Astrid, Celia, Aitana y Cintia, afirman no tener las habilidades suficientes para tener éxito en las materias de ciencias (EG3-AL, 77-82), como Astrid, que a pesar de que este año le gustan mucho más las ciencias que las letras gracias a los docentes, como se ha señalado, considera que no tiene las habilidades suficientes para tener éxito en las ciencias (GD3-AL-2, 20-30), percepción que reitera en la entrevista grupal (EG3-AL, 77-82), y lo justifica alegando que no le gustan mucho (EG3-AL, 94) a pesar de que anteriormente dijo que este año le gustaban más que las letras. Al igual que Aitana (EG3-AL, 92), aunque ella añade que tampoco le “*quedan bien en la cabeza*”.

Así, hay alumnas que parecen tener un buen autoconcepto, como Laura, Matilde y Diana, como se ha visto, consideran tener las características necesarias para tener éxito en las materias de ciencias, señalando que es porque se esfuerzan y quieren aprobar, además de que Matilde subraya que se apunta a los clubes de ciencia y robótica (EG1-AL, 285-294). No obstante, no estamos seguras si estas alumnas gozan de buen autoconcepto, puesto que, aunque afirman que son ellas las que más toman la iniciativa en sus grupos cooperativos (GD3-AL-2, 132-145) o cuando se les pregunta si creen que el bajo número de mujeres científicas se debe a que las mujeres les resultan más difíciles las materias de ciencias, ellas rápidamente afirman que no y ponen de ejemplo que en su instituto es al revés, que se le da mejor a las chicas, aunque lo acaban justificando con que ellas estudian más (GD3-AL-2, 114-126), al igual que su compañero, que alega que las chicas son más hábiles en programación porque atienden más que ellos y se enteran de cómo hacerlo (GD3-AL-2, 147-150), lo que nos recuerda al típico estereotipo de las niñas como estudiosas y los niños como inteligentes. Esto se refuerza cuando Laura, en la entrevista grupal en la que participa EG2-AL, afirma que ella podrá tener éxito en las materias de ciencias si se esfuerza (EG2-AL, 52), cuando su materia favorita durante la educación primaria era matemáticas porque se le daba bien (EG2-AL, 3), aunque ahora le cuestan

(GD3-AL-2, 178-192). Al igual que Diana que también afirma que las matemáticas le cuestan bastante (GD3-AL-2, 178-192), que se le dan fatal (EG1-AL, 492-500) y que siempre se le han dado mal (EG1-AL, 537-550), además de apuntar que ella no cree que la capacidad tenga nada que ver con tener éxito o no sino el esfuerzo, y por ello confía poder tener éxito en las materias de ciencias (EG1-AL, 73-83). Zeltia también tiene expectativas de éxito en las materias de ciencias (GD2-AL-1, 544-556), y como se ha visto le encanta la biología (GD2-AL-1, 363), quiere ser médica (GD2-AL-1, 3). Además, vincula su potencial éxito con el estudio (GD2-AL-1, 548), pues alega *“es estudiar y ya está”* (GD2-AL-1, 548). No obstante, cree que las matemáticas se le dan fatal (EG1-AL, 292-303 y 492-500), siendo quinto de primaria cuando se le empezaron a dar mal, con el paso de ochos y nueves a seises y siete (EG1-AL, 537-550), aunque si se esfuerza cree que también puede conseguir tener éxito en esta materia: *“si...si voy practicando...aunque bueno a mí no se me dan especialmente bien, pero hay que ir practicando”* (GD2-AL-2, 556)

Cristina no está segura si podría tener éxito en las materias de ciencias, porque aunque le guste la biología (GD4-AL-2, 203-220), y la mayoría de las materias de ciencias se le dan bien (EG2-AL, 43), no le gustan demasiado las matemáticas y tiene problemas con ellas (GD4-AL-2, 203-220), aunque, considera que si se esfuerza y las consigue entender podría llegar a solventarlos (GD4-AL-2, 209-219), subrayando, además, que el mayor inconveniente es la frustración cuando no le sale un ejercicio de esta materia (GD4-AL-2, 209-219). En este sentido, Cristina tiene un autoconcepto bastante bajo sobre sus habilidades matemáticas, pues alega en múltiples ocasiones que se le dan mal (EG2-AL, 43), a pesar de que nunca las llegó a suspender (GD4-AL-1, 284) *“llegar a suspender no, llegar a suspender no, pero aprobar con notables y cosas así, si”*. Además de alegar que si se esfuerza cree que podrá tener éxito en las materias de ciencias, cuando nunca ha tenido ningún problema en ellas y le gustan.

Hay alumnas que claramente tienen un autoconcepto de habilidad muy bajo, como Tatiana, Cintia y Celia tres alumnas que llevan años asistiendo al club de robótica, cuyas materias favoritas en primaria eran las matemáticas y ahora son la programación y la robótica (GD6-AL-1, 224-243), teniendo su mejor calificación en programación y considerando que se tienen que esforzar menos en las ciencias que en las letras – salvo Cintia – (EG3-AL, 83-99), alegan no tener las características necesarias para tener éxito en las ciencias (GD6-AL-2, 345-360). Pues afirman que no tienen la paciencia suficiente

y la constancia necesaria (EG3-AL, 69-82). Este bajo autoconcepto se puede vislumbrar cuando se les pregunta por qué se decidieron apuntar al club de robótica que afirman que para probar algo nuevo, aunque no iban muy convencidas porque pensaban que era muy difícil y que no se les iba a dar bien, que había que pensar mucho (EG3-AL, 151-164). Asimismo, también tienen un autoconcepto bajo sobre sus habilidades matemáticas, a pesar de que hasta la ESO fueran sus materias favoritas, este año no les gustan – por el profesor – (EG3-AL, 291-313) y consideran que ya no se les dan bien, porque han bajado las notas y no entienden la materia (EG3-AL, 314-330) a pesar de tener, Tatiana un 8 y Celia un 6-7 (EG3-AL, 333-341). Al igual que sus compañeras, que tienen todas un 7 pero consideran que se les dan muy mal las matemáticas (EG3-AL, 291-313 y 491-499). De hecho, un grupo de discusión GD5-AL-2, concretamente Ceferino, Astrid y Emma, creen que uno de los motivos por los cuales las chicas no cursan estudios científicos es por el bajo autoconcepto de habilidad que tienen (GD5-AL-2, 197-202).

***Moderadora:** Vale, vamos a hablar un poco de las chicas y la ciencia. Bueno, ya sabéis que hay menos mujeres que hombres cursando estudios de ingeniería, informática, física, entre otras. ¿Por qué creéis que pasa esto o cuáles son las razones?*

***Jaime:** Porque esas personas no quieren*

***Ceferino:** Si...o por inseguridad*

***Emma:** Si, por no saber...no se...por pensar que a lo mejor...no sé*

***Astrid:** Porque piensan que los hombres saben más que las mujeres*

***Jaime:** Que la van a tratar mal porque no sabe hacerlo...*

Esto concuerda con la idea de Rosa, que en su entrevista señala como una de las posibles causas de la baja elección de estudios científicos de las mujeres a tener miedo a que sea demasiado complicado y no poder hacerlo, además de tener más miedo al fracaso que los varones (ENT1-R, 178-183). Además, también considera que las chicas suelen tener un autoconcepto bajo de sus capacidades, poniéndose de ejemplo a ella misma:

***Moderadora:** ¿Por qué crees que las chicas deciden no cursar estudios científicos?*

***Docente:** (pensando) Pues creo que pasa un poquito como con la tecnología, que tienen miedo a que sea demasiado difícil o a no poder y ya no se molestan en conocerlo.*

***Moderadora:** ¿Crees que las chicas pueden tener un autoconcepto de sus propias capacidades menor que el que es?*

***Docente:** Si, si, si. Yo creo que...yo la primera. Siempre vives con la sensación de que no eres lo suficientemente buena como los chicos.*

Moderadora: *O para tener éxito, éxito me refiero a poder hacerlo y sacarlo adelante*

Docente: *Aunque hagas más cosas, somos como más autoexigentes, o lo hacemos perfecto, bien o sino no nos metemos, como...por miedo a fracaso. Ellos si fracasan pues no les importa, lo vuelven a intentar y nosotras nos frustramos más sino nos sale bien (...)* (ENT1-R, 180-183).

De hecho, este miedo lo percibe en sus clases, pues en un principio las chicas, al no estar familiarizadas con las herramientas, herramientas que van a emplear en tecnología para realizar los proyectos, se acercan con mucha cautela y con miedo, no miedo a hacerse daño, sino a equivocarse o no hacerlo bien, pero una vez que pierden ese miedo participan mucho más que ellos (ENT1-R, 123-124 y 188).

Rosa: *A ver, como materia en sí, quizás están más implicadas las niñas que los niños porque las niñas son más constantes, más trabajadoras y son las que, por norma general, quieren sacar mejores notas. Pero eso no quiere decir que estén más implicadas en la tecnología, primero, porque en segundo no saben lo que es todavía, ni lo que van a hacer y que a no todas les gusta manipular. Muchas veces tienen miedo, la primera vez que cogen un taladro tienen miedo, no miedo a que les pase nada malo, sino miedo a equivocarse o a hacerlo mal porque nunca lo hicieron; en cambio los chicos no tienen ese miedo a equivocarse, al contrario, se lanzan y aunque lo hagan mal no les importa. Son más...entonces a la hora de actitud cara el estudio de una materia X, por norma general, las niñas son más constantes, más trabajadoras, la tecnología tienen que descubrirla, descubrir trabajando, descubrir haciendo y es cuando se enganchan y descubren que les gusta* (ENT1-R, 188).

Además, Celia y Tatiana consideran que el elevado número de niñas en la materia de programación se debe a que se creen capaces de poder tener éxito, es decir, de poder hacerlo bien (GD6-AL-2, 205-219), pues afirman:

Moderadora: *Vale, la última. ¿Por qué creéis que hay tantas chicas en la asignatura de programación?*

Celia: *Porque se sienten capaces de...*

Nicolás: *de tocar la “solagota”*

Todos/as: *(risas)*

Tatiana: *De programación*

Nicolás: *Claro, programación o música*

Celia: ¡Que no!

Moderadora: ¿Por qué creéis que hay tantas chicas en programación? ¿Porque la prefieren a la música?

Nicolás: Si

Tatiana: No

Celia: No, porque se sienten

Tatiana: Se sienten que pueden poder

Celia: Si, se sienten capaces...

Tatiana: Capaces de poder....

Celia: Capaces de poder hacer eso

5.2.7 Valor subjetivo de la tarea: la utilidad, coste y el valor intrínseco de la ciencia y la tecnología

5.2.7.1 La utilidad de la ciencia y la tecnología

Anteriormente ya hemos apuntado que el alumnado considera a la ciencia y a la tecnología útil, aunque perciben más la importancia y la utilidad de la tecnología que de la ciencia. Cabe preguntarse si el alumnado es capaz de percibir la utilidad de lo que están aprendiendo en las materias científico-técnicas específicamente, y en el instituto en general.

En este aspecto, hay disparidad de percepciones entre el alumnado, hay algunos y algunos que perciben la utilidad de lo que está aprendiendo en el instituto con su vida diaria, a través, sobre todo de las lenguas, las matemáticas y la programación (GD1-AL-1, 270-280; GD5-AL-2, 59-96 y 97-111; GD7-AL, 295-298), mientras que otros y otras, aunque en un primer momento alegan que son útiles, posteriormente no son capaces de poner ejemplos o justificar su utilidad (GD2-AL-1, 657-672; GD4-AL-2, 251-278; GD6-AL-2, 1-16; GD7-AL, 390-405) y añaden que hay contenidos que nunca han sabido para que eran y de los cuales se van a olvidar en un par de años, aludiendo a la poca significación del aprendizaje (GD2-AL-2, 1-16). Otros grupos afirman que los contenidos que están aprendiendo en el instituto actualmente tienen poco que ver con su vida diaria, y consideran que la utilidad de estos contenidos tiene que ver con la adquisición de una cultura general (GD3-AL-1, 337-341), para aprobar las asignaturas (GD5-AL-2, 112-117) o para el futuro (GD5-AL-2, 117-120; GD4-AL-2, 288-293; GD6-AL-2, 17-32) y la

elección de estudios (GD3-AL-1, 346-361; GD4-AL-2, 34-41 y 294-299; GD6-AL-2, 28-41; GD7-AL, 406-417).

Moderadora: Sois vosotros los que estáis diciendo que os sirve para el futuro. Para ¿qué futuro?

Todos/as: (hablando solapándose)

Anastasio: Para...

Tatiana: Para lo que quieres hacer

Nicolás: Uno muy próximo

Todos/as: (risas)

Anastasio: Yo...en este caso para el trabajo y tal

Celia: Bueno, próximo...

Anastasio: ...hablando para lo que lo quiero yo, claro

Moderadora: O sea, ¿creéis que el instituto os ayuda a elegir lo que queréis ser de mayores?

Tatiana, Cintia, Celia y Nicolás: Si

Anastasio: Si y no

Tatiana: Tirar por una asignatura...

Celia: Si

Cinta: Si

Nicolás: Si

Anastasio: Bueno, si (GD6-AL-2, 25-41).

Con respecto a las materias científicas el alumnado percibe la utilidad para su vida cotidiana, en cierta medida, de la biología, a través del conocimiento del entorno próximo como identificación de piedras, alimentos o plantas venenosas (GD1-AL-1, 285-288; GD3-AL-1, 333-336), aunque perciben una mayor utilidad de las materias de programación y tecnología porque consideran que hoy es imprescindible entender cómo funcionan las máquinas ya que están rodeados de tecnología (GD1-AI-1, 289-296; GD4-AL-2, 306-334) y por el uso del ordenador o dispositivos electrónicos (GD1-AI-1, 289-296; GD4-AL-2, 306-334; GD6-AL-2, 42-49). Sin embargo, hay alumnado que aunque percibe la utilidad de la programación en un primer momento, el GD5-AI-2 cuando se les pregunta por la utilidad de los que están aprendiendo en el instituto ponen como ejemplo poder arreglar o intentar ver el problema de un ordenador que les deje de funcionar o un coche radio control (59-96), posteriormente afirman que las materias de ciencia y tecnología no tienen utilidad en su vida diaria justificando que nunca tuvieron que arreglar

ningún aparato (GD5-AL-2, 134-137). Mientras que otros y otras consideran que la utilidad de las materias científico-tecnológicas radica en el futuro (GD2-AL-2, 17-25; GD6-AL-2, 42-49) o en la elección de estudios (GD2-AL-2, 17-25; GD3-AL-1, 342-345).

No obstante, es imprescindible subrayar que el alumnado percibe más la utilidad de lo que están aprendiendo en el colegio de lo que ellos y ellas mismas son conscientes, pues al modificarles la cuestión y preguntarles qué asignaturas consideran más útiles a corto y a largo plazo, los grupos que con anterioridad no supieron justificar la utilidad de algún contenido y materia ahora son capaces (GD4-AL-2, 65-80; GD6-AL-1, 257-269; GD7-AL, 268). Así, el alumnado, mayoritariamente, percibe a las lenguas y las matemáticas – operaciones básicas - como las materias más útiles a corto plazo (GD1-AL-1, 180-186; GD2-AL-1, 388-431; GD3-AL-1, 189-218; GD4-AL-2, 65-80; GD6-AL-1, 257-288; GD7-AL, 263-298; EG2-AL, 108-113). No obstante, algunos alumnas y alumnos, los menos, perciben la utilidad de las ecuaciones (GD6-AL-1, 278-288; GD7-AL, 258-267) y algunas niñas consideran útil programación, concretamente la parte de Scratch, explicando que lo puedes utilizar para programar una batidora o enseñar a los más pequeños (GD4-AL-2, 88-98).

***Moderadora:** ¿Cuál es la asignatura que consideráis más útil a corto plazo, o sea para vuestro día a día?*

***Todos/as:** matemáticas*

***Moderadora:** ¿Para qué?*

***Pedro:** Por las cuentas*

***Valentín:** Porque sí*

***Zeltia:** Y porque se usan en todo, las matemáticas*

***Pedro:** Si*

***Valentín:** Porque las matemáticas están en todos los lados, literalmente*

***Moderadora:** Vale, ponerme un ejemplo de ese todo porque es muy abstracto*

***Valentín:** Pues en todos los lados, imagínate, completamente...o sea principalmente, cuando quieres...si ...ehh alguien va a construir una casa, mismamente, tiene que tener medidas y eso es con números o cuando...*

***Pedro:** En Fortnite, cuando quitas vida*

***Valentín:** ¡Claro! Cuando quitas vida tienes y tienes 100 y vas quitando 35*

***Zeltia:** Eso no es un trabajo*

***Pedro:** Pero tienes que sumar y restar*

***Moderadora:** A corto plazo, para vuestra vida, ahora. En vuestro caso el Fortnite*

Valentín: Pues es eso...no, no, para mí no es el Fortnite. Pues es eso para casi cualquier cosa que hagas vas a necesitar las matemáticas

Todos/as: (silencio)

Moderadora: Y por ejemplo vosotros, que también dijisteis mate, ¿por qué es útil para vuestra vida diaria?

Zeltia: Ah claro yo es que no pensé en vida diaria

Moderadora: Bueno, pues vida diaria, a corto plazo me refiero en vuestro día a día

Valentín: Para casi cualquier cosa porque (inteligible)

Zeltia: es que está en todo

Bea: Si...claro...es...

Moderadora: Pero en todo

Valentín: En todo

Moderadora: Tú dices en mi día uso las matemáticas para

Valentín: Pues normalmente para comprar

Bea: ¡Claro!

Zeltia: Si, cuando vas a comprar a la cafetería, por ejemplo.

Valentín: Cuando vas a comprar y tienes que pagar, pagas con un euro y te tienen que devolver 50 porque compraste un paquete que cuesta 50 céntimos pues ala

Pedro: Claro sumas y todo eso (GD2-AL-1, 388-418).

La mayoría del alumnado considera a las matemáticas (GD1-AL-1, 168-179; GD2-AL-1, 465-474; GD3-AL-1, 219-223; GD4-AL-2, 24-35; GD6-AL-1, 244-256) y la materia de programación (GD2-AL-1, 488-492; GD4-AL-2, 81-87; GD3-AL-1, 219-223; GD6-AL-1, 257-269; GD7-A1, 254) las más útiles a largo plazo.

Moderadora: ¿Cuál es la asignatura que consideráis más útil a corto plazo? Es decir, para vuestra vida ahora mismo y ¿la que consideráis más útil a largo plazo? Es decir, para un futuro

Ismael: A ver pues ahora mismo a mí me gustaría, a ver es que las mates a largo plazo son...son importantes, pero a mí no me gustan nada y no las voy a escoger porque no me gustan. Porque Agustín pues no me cae bien.

Moderadora: Y ¿por qué son útiles a largo plazo?

Ismael: Porque el mundo son mates según nos han enseñado toda la vida y eso, pero es una invención humana así que tampoco...

Cristina: *Porque dentro de la tecnología y todo se incluyen las mates. Si vas por carreras de ciencias tienes matemáticas, biología, geografía e historia...y a parte si eres secretaria necesitas hacer cuentas y aunque tengas una calculadora necesitas hacer operaciones*

Noelia: *Si*

Cristina: *Entonces en casi todos los trabajos se utilizan las matemáticas*

Ismael: *Si, una pena*

Martina: *Claro (GD4-AL-2, 24-35)*

Concretamente lo que considera más útil a largo plazo de la materia de programación es aprender a programar, la mayoría apuntan a programar los robots (GD1-AL-1, 43-50; GD2-AL-1, 60-72; GD3-AL-1, 41-50; GD4-AL-1, 75-81; GD5-AL-1, 32-37; GD6-AL-1, 66-69; EG1-AL, 167-175) y andar con el ordenador (GD2-AL-1, 9-17). Para algunos y algunas es útil porque al estar en la era digital consideran que en un futuro saber informática será imprescindible (GD2-AL-1, 9-17; GD3-AL-1, 41-50; GD4-AL-1, 110-130; GD4-AL-2, 81-112) y para otros y otras esta utilidad dependerá del trabajo que desempeñen (GD1-AL-1, 43-50).

Moderadora: *¿Qué es lo que más os aporta o con lo que más aprendéis en esta asignatura?, o sea en programación.*

Todos/as: *silencio y suspiros*

Moderadora: *¿Qué diríais que es con lo que más aprendéis o lo que más os aporta a nivel personal...*

Pedro: *Andar en el ordenador*

Valentín: *A ver...claro*

Zeltia: *Nos aporta mucho porque en un futuro vamos a estar utilizando todo el tiempo la informática y cosas así*

Valentín: *Claro, en un futuro la tecnología como que va a avanzar mucho y esto nos ayuda a...como meternos un poco en...o sea como para aprender más a...a...a...(risas)...es que no lo sé explicar*

Moderadora: *¿A cómo funciona el mundo?*

Valentín: *Claro, a saber programar robots porque supuestamente en un futuro pues habrá más, supongo, me imagino (GD2-AL-1, 9-17).*

5.2.7.2 Valor intrínseco: gusto/disfrute e interés

El gusto y el interés parece ser un predictor de la elección de estudios más importante que la utilidad, como se ha visto las alumnas consideran útiles las matemáticas, pero la mayoría huiría de carreras que estuvieran basadas en ellas (EG1-AL, 617-634; EG2-AL, 488-503 y 667-672). Además, el gusto y el interés por la materia, para el alumnado, influye más en la elección de materias optativas que los y las docentes (GD1-AL-1, 128-134, GD4-AL-1, 312-324; EG3-AL, 200-215), aunque, como hemos visto, también reconocen que un docente puede hacer que les guste o interese la materia.

Debemos apuntar que alumnado hace una clara distinción entre el gusto hacia una materia y el interés por o hacia ella, pues el primero es un valor personal y subjetivo que dependerá de las preferencias del alumnado y el segundo es efecto del gusto por una materia; es decir, si te gusta una materia pondrás más interés hacia ella (GD1-AL-1, 403-415; GD4-AL-2, 221-232; GD6-AL-1, 356-374; GD7-AL, 105; EG3-AL, 41 y 90-99), como Celia que afirma: “*porque me gustan más y al gustarme más le pongo más interés*” (EG3-AL, 41). Consecuentemente, el alumnado considera imprescindible tener gusto e interés por una materia para poder tener éxito en ella, es decir, para obtener un buen rendimiento (GD1-AL-1, 219-229 y 250-259; 403-415; GD3-AL-1, 263-284; GD4-AL-2, 171-179; GD5-AL-2, 19 y 29; GD7-AL, 330-333), como Amadeo que apunta que el cree que si que puede tener éxito porque, aunque la constancia la lleva muy mal, le gusta y le interesa (GD1-AL-1, 257) o Matilde que indirectamente alude a que puede tener éxito porque tiene interés “*Si, y yo es que me apunta a todo lo que hay en el club de ciencias, robótica...a las ferias y todo eso que hay, o sea, todo*” (GD3-AL-1, 291 y 293).

Moderadora: Vale, mate es difícil para todos. ¿Qué características tienen que tener las personas para tener éxito en las materias de ciencias? Es decir, para sacar buenas notas

Laura: O sea, características...

Diana: Ser aplicadas

Laura: Saber organizarse para estudiar todo

Matilde: Interesarte un poco porque si no te gusta ya...

Diana: Claro

Matilde: ...no creo que saques buenas notas

Laura: Si no te gusta...

Todos/as: (silencio)

Moderadora: ¿Creéis que tienen que ser más inteligentes?

Enrique: No

Laura: No, no tiene por qué

Matilde: Mmm tienen que estar interesadas en eso

Laura: Si se esfuerzan más ya está

Diana: Claro

Moderadora: Tienen que esforzarse y estar interesadas

Diana: Claro

Laura: Tienen que hacer lo que les gusta porque si haces una cosa que no te gusta ya...

Matilde: Ya

Laura: ...es lo que dice, ya no le pones interés y ya dices... (GD3-AL-1, 263-282).

Además, el gusto parece ser un gran predictor en la elección de estudios puesto que la mayoría del alumnado ha elegido programación porque les gusta más que música (GD2-AL-2, 344-350; GD4-AL-1, 325-339; GD4-AL-2, 495-504; GD5-AL-2, 336-349; GD6-AL-2, 220-229; EG1-AL, 135; EG2-AL, 119-126; EG3-AL,), como el GD6-AL-2 que afirman que si tuvieran que elegir de nuevo programación o cualquier otra materia elegirían programación porque les gusta más (239-248) o los alumnos del GD7-AL (63-80) que alegan que no escogerían programación de nuevo porque no les gusta.

Moderadora: ¿Qué optativa escogeríais antes que programación?

Todos/as: (silencio)

Celia: Nada

Todos/as: (silencio)

Moderadora: ¿Escogeríais antes francés o programación?

Todos/as: Programación

Moderadora: ¿Por qué?

Nicolás: Me gusta más

Celia: Si

Nicolás: Entonces le voy a poner más ganas (GD6-AL-2, 239-248).

En este sentido, a la mayoría del alumnado le gusta la materia de programación (GD1-AL-1, 128-134; GD5-AL-2, 37-46; GD6-AL-1, 215-223 y 224-243; EG1-AL, 141-142; EG2-AL, 127-132; EG3-AL, 143-144). Además, el alumnado cree que la principal explicación sobre el elevado número chicas matriculadas en la materia de programación es porque les gusta y les interesa (GD1-AL-2, 136-146; GD2-AL-2, 326-332; GD3-AL-2, 271-282 y 292-306; GD4-AL-2, 484-487; GD5-AL-2, 324-335), siendo este gusto

desarrollado por el obradoiro de robótica (GD1-AL-2, 149- 153; GD3-AL-2, 271-282; GD4-AL-1, 325-329; EG1-AL, 225-230; EG2-AL, 129-134; EG3-AL, 129-142). En este aspecto, la docente afirma que es necesario empezar a introducir la programación y la robótica en edades más tempranas para así poder generar gusto e interés por ellas especialmente entre el sector femenino (ENT1-R, 202-207).

***Rosa:** Yo creo que lo primordial es empezar en primaria porque en secundaria, en la adolescencia, es muy difícil engancharlas, sus intereses ya son otros y no los académicos, precisamente. O sea, los académicos porque no les queda más remedio, pero sus intereses son otros. En primaria todavía les gusta venir al cole y aprender cosas y experimentar, entonces creo que ese es el momento, en primaria. Y experimentando y haciendo cosas en el aula.*

***Moderadora:** Sería como llevar un poco la filosofía del obradoiro de robótica o del club de ciencias a las propias aulas.*

***Rosa:** A las propias aulas de primaria, sí (...)* (ENT1-R, 205-207).

No obstante, a pesar de que al alumnado le gusta la materia de programación, la programación no se encuentran entre las materias favoritas del alumnado (GD1-AL-1, 155-167; GD2-AL-1, 358-380; GD3-AL-1, 182-188; GD4-AL-2, 1-9; GD5-AL-1, 209-218; GD6-AL-1, 224-243; GD7-AL, 240-251), salvo Nicolas, Celia, Cintia, Martina, Enrique que tienen programación como materia favorita (GD6-AL-1, 224-243; GD3-AL-1, 188; GD4-AL-2, 18-21). Aunque sí que hay alumnado que tiene materias de la rama científico-tecnológica como asignaturas preferidas, como Susana las matemáticas (GD7-AL, 241) o Zeltia, Matilde, Ismael y Aldán la biología (GD2-AL-1, 363; GD3-AL-1, 186; GD4-AL-2, 1-9), aunque hay alumnado, como Amadeo, Diana, Iria, que dudan entre biología y otras materias (GD1-AL-1, 155-167; GD3-AL-1, 182-188). En este sentido, como se ha visto anteriormente, el gusto suele estar ligado al autoconcepto de habilidad, pues suelen coincidir las materias favoritas del alumnado con las que mejor se le dan.

Además, para la mayoría del alumnado la característica principal de una persona que se dedique a la ciencia y a la tecnología es tener gusto e interés por lo que hace, haciéndose esto visible tanto en los grupos de discusión (GD2-AL-2, 215-22; GD3-AL-2, 3-11, 197 y 227; GD5-AL-2, 244-252) como en los relatos, pues como se ha visto la mayoría consideran que Arkaitz y Bouman tienen un interés o gusto casi innato, desde que eran pequeños, por el campo de estudio que eligieron desarrollar su carrera profesional. No

obstante, algunos alumnos y alumnas en sus relatos vuelven a reafirmar el gusto que tienen por la ciencia, en este caso Carracedo (RC-JU-AL, RC-BRU-AL, RC-AS-AL), como Bruno que relata: “Estará trabajando duro y ganando mucho dinero por el trabajo que eligió esta persona, pero que le guste es lo primero” (RC-BRU-AL). Esta visión se corrobora en las entrevistas grupales de las chicas que, cuando hablan de elegir una carrera, contemplan principalmente el factor gusto hacia ese campo de estudio (EG1-AL, 588-616; EG3-AL, 485-495) aunque posteriormente valoran otros elementos como la dificultad, el valor social o las posibilidades de éxito.

Además, el alumnado, en ocasiones, contempla al interés como algo más que efecto del gusto, sino como el valor que posee, en este caso una materia, como Cristina que afirma: “A ver, a mí la biología me gusta mucho porque me parece algo super interesante y cada día aprendes cosas nuevas, pero las mates (...)” (GD4-AL-2, 209). Así, el alumnado suele considerar a las materias de ciencias interesantes (GD1-AL-1, 187-200; GD2-AL-1, 498-503; GD3-AL-1, 232-237; GD4-AL-2, 113-119; GD5-AL-1, 263-271; GD7-AL, 313-319), o el GD2-AL-2 que apunta concretamente a la materia de programación como interesante (351-360).

O incluso tener curiosidad por algo. En este sentido, muchos niños y niñas alegan haber elegido programación o el club de robótica porque tenían interés, creemos que ese interés es curiosidad o atracción hacia, en este caso, la robótica (GD1-AL-1, 128-134; GD2-AL-GD4-AL-2, 495-504; GD6-AL-2, 220-229; EG2-AL, 135-145)

***Moderadora:** A vosotros os ha influido en escoger programación el profesor, en este caso Rosa, la profesora*

***Todos/as:** No*

***Moderadora:** ¿No? ¿Por qué?*

***Luna:** A mí desde que lo vi me interesó la programación entonces decidí ir y ahora lo que llevo me está gustando*

***Bruno:** Yo tampoco era por Rosa, simplemente cogí por probar otra cosa y no sé, me encantó*

***Iria:** Si yo escogí programación no por Rosa, pero yo también había ido a programación y me gustó y...pues...*

***Amadeo:** A mí me parece que...yo lo escogí ehh porque como Bruno me apetecía probar algo nuevo y...porque como no conocía a Rosa en ningún momento, yo nunca ehhh nunca me dió clase y no podía saber muy bien como era (GD1-AL-1, 128-134).*

5.2.7.3 Valor de logro

El valor de logro, en líneas generales, se considera la importancia de hacerlo bien en una actividad o tarea. La mayoría de las chicas del CPI Ada Lovelace consideran que ellas se esfuerzan mucho más que sus compañeros en los estudios (GD2-AL-2, 163-182; GD3-AL-2, 151-177 y 114-126; GD4-AL-2, 506-522; GD7-AL, 496-507). Las chicas del grupo GD3-AL-2 alegan que esto sucede porque quieren sacar buenas notas y a ellos les llega con sacar un cinco (151-177). De hecho, afirman que no se esfuerzan por sacar buenas notas no por ser competitivas sino por satisfacción personal (GD3-AL-2, 151-195). En este sentido, Diana, una chica del grupo afirma: “*Nos gusta más. A mi por ejemplo cuando saco buenas notas...es un subidón, ver que tu esfuerzo valió la pena pues la verdad que te da mucha alegría*” (GD3-AL-2, 175). Para el grupo GD4-AL-2 esto se debe a que los chicos le dan más importancia a jugar con videojuegos y no piensan su futuro, al contrario que ellas, que quieren sacar buenas notas de cara al futuro (GD4-AL-2, 523-529).

Moderadora: *Y ¿por qué ellos creéis que no lo hacen?*

Cristina: *Porque les da igual su futuro*

Noelia: *Porque quieren ser Youtubers*

Martina: *Si...*

Aldán: *Si, sobre todo los de nuestra clase*

Martina: *...o camareros, les da igual, les da igual ser camareros*

Cristina: *O futbolistas*

Cristina: *Claro, te dicen el futuro es el futuro y hay que vivir el presente, pero el futuro es lo que te va a dirigir tu vida*

Ismael: *Jo me siento mal por (incomprensible)*

Aldán: *Lo que te va a dar la vida, puedes acabar siendo un pobre sin trabajo o teniendo una gran carrera*

Martina: *Claro (GD4-AL-2, 530-540).*

El grupo GD6-AL-2 considera que las chicas son más responsables y se implican más que ellos en los estudios porque cuando les gusta algo se implican desmesuradamente (152-170). De hecho, el GD7-AL cuando hablaban de las razones por las cuales las chicas no cursan carreras científico-técnicas descartaban la idea de que fuera porque les resultaran más difíciles las materias de ciencias ya que, para Ernesto, las chicas de su

instituto suelen poner más ganas e interés que los chicos (GD7-AL, 496-507). Tanto para Susana y Ernesto esta mayor implicación se debe a que las chicas piensan más en el futuro y los chicos en el presente (GD7-AL, 496-507). En este sentido, el GD2-AL-2 afirma que a las niñas de su clase se le dan mucho mejor la programación que a los chicos porque a ellos les puede la pereza y ellas son mucho más aplicadas que los chicos (163-182).

Moderadora: *¿Creéis que las chicas se esfuerzan más o dedican más?*

Pedro: *Si, hombre, todo*

César: *Si, la verdad es que si*

Valentín: *Y a parte, casi todas niñas son muchísimo más aplicadas que la mayoría de los niños. Es más, de niños de clase los únicos que equiparan el esfuerzo a algunas niñas hay uno o dos*

Zeltia: *Amadeo*

Valentín: *Amadeo (GD2-AL-2, 177-182)*

Las alumnas también manifiestan esta percepción en las entrevistas grupales, pues alegan que, por norma general, son ellas las que se esfuerzan y aplican más (EG1-AL, 717-732; EG2-AL, 542-555; EG3-AL, 556-562) y consideran que los chicos son un tanto pasotas, les interesa más jugar a videojuegos que tener buenas notas en el colegio, conformándose con aprobar, y no les importa su futuro (EG1-AL, 733-743 y 781-793; EG2-AL, 547-570; EG3-AL, 572-584).

Moderadora: *Pero, entonces ¿por qué creéis que no se esfuerzan? ¿No lo veis raro?*

Matilde: *Porque no les gusta*

Diana: *Porque les da igual*

Zeltia: *Si, les da igual*

Martina: *Prefieren jugar al Fortnite*

Diana: *Claro*

Zeltia: *Ellos no ven las cosas como nosotras, nosotras vemos lo que en un futuro va a pasar, ellos no*

Iria: *Es que yo no quiero ser el caso de San Esteban*

Moderadora: *O sea ellos no se preocupan por el futuro*

Diana: *Ellos solo viven en el presente, yo soy mucho de mirar al futuro*

Zeltia: *Ellos se preocupan por el Fortnite y nosotras por las notas y el futuro*

Iria: *Claro*

Diana: *Es que yo vivo más el futuro que el presente (EG1-AL, 781-793).*

Al contrario que a ellas, que les gusta sacar buenas notas por satisfacción personal – aunque sin presionarse -(EG1-AL, 737-743; EG2-AL, 577-580; EG3-AL, 590-613) y porque piensan en su futuro (EG1-AL, 737-750 y 781-793; EG2-AL, 562-576; EG3-AL, 585-589), considerando, algunas, que las notas les facilitarán las cosas en el futuro (EG1-AL, 794-801).

***Laura:** Claro eso, por ejemplo...a ver también da gusto decir pues estudié y saqué muy buena nota, pero ...*

***Cristina:** Además tiene su recompensa*

***Laura:** ...pero el expediente, por ejemplo, el otro día me vino el expediente de primaria y da gusto ver como sacas buenas notas*

***Cristina:** Si, si, da mucho gusto ver que el esfuerzo tiene su recompensa, entonces ver que sacabas 9.2, 9.5...o sea era una pasada ver eso (EG2-AL, 577-580).*

-----//-----

***Moderadora:** Y ¿por qué os interesan a vosotras más las notas que a los chicos?*

***Zeltia:** Porque queremos tener un buen futuro*

***Iria:** Porque pensamos en nuestro futuro*

***Matilde:** Claro*

***Diana:** Y ellos solo piensan en la Play*

***Zeltia:** Ellos dicen: bueno pues como si trabajo en el Burger King*

***Matilde:** Les da igual*

***Moderadora:** Y ¿por qué vosotras creéis que tenéis que pensar más en vuestro futuro que ellos?*

***Diana:** No*

***Iria:** Porque como son chicos yo creo que ellos ya tienen las cosas más facilitadas*

***Matilde:** Claro*

***Diana:** A mí me da igual si no la tengo facilitada, yo voy a seguir*

***Martina:** Claro, y a parte, por ejemplo, si una chica pues quiere ser camarera le van a estar tirando los tejos todo el día y al chico no, entonces...bueno, puede ser, pero... (EG1-AL, 744-756)*

De hecho, algunas niñas consideran que este desinterés se puede deber a los roles de género, pues consideran que ellos solo se esfuerzan cuando es una competición y que la falta de interés es por marcar su rol de “macho” de la clase (EG3-AL, 563-573)

Moderadora: *¿Por qué? ¿Por qué decís eso?*

Tatiana: *Porque no pasamos tanto como ellos y tenemos más constancia y atendemos más, creo, a mi parecer*

Celia: *Porque no nos centramos solo en...jugar o en ser mejor que alguien*

Tatiana: *O en ser el machito*

Astrid: *Nosotras nos lo pasamos bien, pero aprendemos también*

Cintia: *Claro*

Aitana: *Claro*

Astrid: *Ellos solo se lo pasan bien*

Tatiana: *El machito de la clase*

Moderadora: *Y ¿por qué creéis que ellos solo quieren pasárselo bien o no le importan las notas o porque no se esfuerzan?*

Celia: *Porque ellos no van a mirar por eso, ellos van a mirar por el que sea mejor es el que va siempre a mandar. El que va a decir, el que se va a reír de ti o se va a hacer algo así.*

En este sentido, Rosa también considera que, en general, las chicas se exigen e implican mucho más en las materias que imparte que los chicos, pero no tiene que ser por un interés per se por la materia, sino porque ellas son, en general, más constantes, trabajadoras, responsables y comprometidas (ENT1-R, 118, ENT2-R, 36 y 53-63):

Rosa: *A ver, como materia en sí, quizás están más implicadas las niñas que los niños porque las niñas son más constantes, más trabajadoras y son las que, por norma general, quieren sacar mejores notas. Pero eso no quiere decir que estén más implicadas en la tecnología, primero, porque en segundo no saben lo que es todavía, ni lo que van a hacer y que a no todas les gusta manipular (ENT1-R, 118).*

Además, también cree, al igual que las niñas, que la necesidad de sacar buenas notas no se relaciona con la competitividad, sino con la satisfacción personal de ellas, puesto que necesitan sacar buenas calificaciones para tener una retroalimentación positiva de que lo están haciendo bien (ENT2-R, 53-54).

5.2.7.4 Coste: Esfuerzo e incompatibilidad carrera STEM/familia

Como se ha visto en el apartado de actitudes, la percepción de las materias de ciencias ha mejorado, en tanto el alumnado las considera interesantes y divertidas. No obstante, las matemáticas las siguen percibiendo como difíciles pudiendo influir en el coste que le otorga el alumnado a la elección de materias o carreras científico-tecnológicas o al desarrollo de una profesión en este ámbito.

El alumnado considera el esfuerzo, además del gusto e interés, un componente imprescindible para tener éxito en las materias o carreras científicas, haciéndose esto palpable tanto en los grupos de discusión como en los relatos descriptivos.

Tatiana y Celia, dos alumnas que llevan años asistiendo al club de robótica, cuyas materias favoritas en primaria eran las matemáticas y ahora son la programación y la robótica (GD6-AL-1, 224-243), exponen que no consideran que tener las características necesarias para tener éxito en el ámbito científico-tecnológico porque que no tienen ni la paciencia suficiente ni la constancia necesaria (EG3-AL, 77-82) a pesar de considerar que se tienen que esforzar menos en las ciencias (EG3-AL, 83-85). No obstante, aunque pueda parecer que esto no se relaciona con el esfuerzo, nosotras creemos que ellas perciben que las materias de ciencias requieren un esfuerzo sostenido y a largo plazo. Al igual que Rosa, que considera que una de las causas de la desafección hacia la ciencia y la tecnología reside en la imagen que tiene el alumnado de estas carreras - considerándolas difíciles y largas – y en que no se está educando en la perseverancia y el esfuerzo, sino en conseguir resultados inmediatos (ENT1-R, 145). La visión de dificultad se constata con la imagen que tienen las chicas de las ingenierías, salvo Tatiana, como difíciles y con muchas matemáticas (EG1-AL, 617-627; EG2-AL, 488-503, 646-651 y 657-672; EG3-AL, 525-544).

***Moderadora:** O sea, ingeniería informática ¿no la escogeríais? ¿por qué?*

***Zeltia:** No, no a mi esa sí que no*

***Iria:** No*

***Matilde:** A mi sí que me gusta*

***Diana:** Es que a mi ingeniería me parece muy difícil*

***Iria:** Yo es que ninguna, ingeniería, ninguna*

***Zeltia:** Yo....algo que tenga que ver con las matemáticas...*

***Moderadora:** ¿Por qué te parece muy difícil?*

***Diana:** No sé...*

Zeltia: *Es que el nombre ya parece difícil*

Diana: *Es que no sé, porque por ejemplo para hacer ingeniería, a ver, para hacer ingeniería tú tienes que crear un plano, primero, o algo así (EG1-AL, 617-627).*

En este sentido, para el alumnado el esfuerzo es un elemento clave para poder triunfar en estas ramas de conocimiento (GD3-AL-1, 272-284; GD4-AL-2, 440-455; GD5-AL-2, 3-12 y 203-213; GD6-AL-1, 333-344). Al igual que las alumnas anteriores, otras alumnas como Laura, Cristina, Diana e Iria también piensan que con esfuerzo ellas podrían tener éxito en las materias científicas (GD3-AL-1, 285-294; EG1-AL, 73-83; EG2-AL, 63-70). Además, Iria, Diana, Astrid, Cintia y Aitana consideran que las materias de ciencias les requieren más esfuerzo que las de letras, porque éstas últimas se les dan mejor, al contrario que Matilde y Zeltia que consideran que se esfuerzan en ambas por igual (EG1-AL, 84-99; EG3-AL, 83-89).

Moderadora: *Vale. ¿Creéis que tenéis las habilidades o las capacidades suficientes para tener éxito o buenas notas en las materias de ciencias? Y ¿por qué?*

Diana: *Ehhh no, a ver, yo no creo que tener capacidad, a ver, obviamente la tienes que tener, pero si te esfuerzas e intentas llevarlo bien pues te puede salir, aunque no te guste.*

Moderadora: *Entonces tú crees que tienes la capacidad suficiente para que se te den las ciencias*

Diana: *Si*

Iria: *Yo creo que si me esfuerzo sí. (EG1-AL, 73-77).*

Además, el alumnado considera que las personas que estudian o trabajan en el ámbito científico necesitan ser aplicados, trabajadores y estar dispuestos a esforzarse, exponiendo estas características tanto en las entrevistas grupales (GD2-AL-2, 33-41; GD3-AL-2, 3-11 y 203-212; EG2-AL, 646-651) como en los relatos descriptivos. Así, en los relatos tanto alumnos como alumnas mencionan el esfuerzo que tuvo que hacer Carracedo para llegar a ser científico (RC-EM-AL, RC-NO-AL, RC-BE-AL, RC-CR-AL, RC-IR-AL, RC-JU-AL, RC-LA-AL, RC-RA-AL, RC-TE-AL, RC-VA-AL), como Cristina que relata: “A base de esfuerzo lo ha logrado y ahora con 30 años disfruta haciendo lo que más le gusta” (RC-CR-AL) mientras que Rafael narra: “Así es como empezó a estudiar, estudiar y no parar de estudiar” (RC-RA-AL). No obstante, podemos considerar que

ese esfuerzo también lo realizó Bouman, aunque no lo plasmen en los relatos, pues en las instrucciones se les indicó que debían hablar de las diferencias entre la vida de ambos. Algunos alumnos y alumnas, como Bruno, Valentín y Matilde narran el esfuerzo que tuvo que realizar Bouman para llegar a ser científica, alumnos que, salvo Valentín, no aludieron en los relatos de Carracedo al esfuerzo (RB-BRU-AL, RB-MAT-AL, RB-VA-AL). Bea es la única alumna que afirma que a Katie le costó menos que Carracedo llegar a ser científica: *“los dos tienen la misma edad, también a Kate no le costó tanto como a Arkaitz. Pero es verdad que algo le costó”* (RB-BE-AL).

Además, el alumnado percibe el esfuerzo que tienen que hacer las mujeres para hacerse un hueco en el mundo científico-tecnológico, un esfuerzo que no está relacionado con la capacidad sino con las barreras que tienen las mujeres en este ámbito profesional (GD3-AL-2, 151-156; GD5-AL-2, 241-243; GD6-AL-2, 195-204; RB-MAT-AL), influyendo este esfuerzo en su vida personal (GD1-AL-2, 120-135; GD2-AL-2, 319-325; GD5-AL-2, 295-316) o en la vida familiar, tanto impidiéndoles formar una familia (GD2-AL-2, 301-318; RB-IS-AL; RB-BRE-AL) o dificultando la conciliación familiar (GD3-AL-2, 246).

Moderadora: Me refiero si ellos o ellas tienen hijos/hijas, si no tienen

Bea: Si, por qué no

Zeltia: Si

Valentín: A ver, depende...los hay jóvenes, muy pocos, pero los hay

Zeltia: Y depende de...no sé...o también no pueden tener una vida porque están muy con su trabajo

Valentín: Bueno claro, si son científicas, por así decirlo, de gama más alta que el resto y son mejores científicos, a lo mejor no tienen tiempo porque están investigando algo y a lo mejor no tienen tiempo para crear una familia

Zeltia: Si (GD2-AL-2, 307-313).

5.2.8 Influencias más allá del profesorado

El alumnado parece no considerar muy importante la figura de las familias en la elección de carrera o estudios puesto que, la presencia de las familias en esta faceta es anecdótica en los relatos, siendo mencionada solamente por Astrid, que considera que Carracedo tuvo el apoyo de su familia y Bouman no (RC-AS-AL, RB-AS-AL).

Asimismo, las alumnas apuntan, en las entrevistas, que el apoyo de las familias no es algo necesario para elegir una carrera, pues, aunque sus familias no las apoyaran en la elección de estudios seguirían adelante porque es lo que les gusta (EG1-AL, 688-716; EG2-AL, 532-541; EG3-AL, 545-555); salvo Diana, que aunque afirma que ella seguiría eligiendo lo que le gusta, destaca la necesidad de tener el apoyo de los suyos “yo no digo que no siguiera, que sí que seguiría, pero es muy importante tener el apoyo de los que quieres” (EG1-AL, 694), además de considerar que si su familia no estuviera nada de acuerdo sobre su elección de carrera le sería muy difícil elegirla (EG1-AL, 678-687) y poniendo ejemplo de cómo las familias influyen en la elección de estudios, tanto en el grupo de discusión en el que participó “yo creo que la gente, o sea, imagínate, algún familiar de esa chica le...como que le dice que son trabajo de hombres o que ellas no pueden y por eso se echan para atrás” (GD3-AL-2, 88), como en la entrevista grupal (EG1-AL, 678-687) .

Moderadora: Si vosotras, imaginaros, ¿quisierais elegir una carrera de ciencias, pero vuestros padres o madres no estuvieran de acuerdo, seguiríais eligiéndola?

Matilde: Si

Zeltia: Si

Diana: Es muy difícil

Zeltia: Si, a mí me da igual porque es tú opinión no la de ellos

Diana: No, no, ya sé que es tu opinión, pero te influye mucho porque tú a una persona que quieres, tú quieres que esa persona esté contenta viéndote a ti y te influiría mucho si esa persona no estuviera de acuerdo con el trabajo que coges

Zeltia: A ver mis padres están contentos si quiero ser médico

Diana: Muchas personas...a ver yo, no es que conozca a muchas chicas, pero tengo escucha, bueno es que eso se escucha casi siempre que por la familia dejó la carrera

Iria: Claro

Diana: Porque no tienen su apoyo, y sí que es verdad, eso pasa. A ver, yo seguiría adelante, pero la verdad es que fastidia un poco no tener el apoyo de los que quieres.

Además, otras alumnas como Matilde o Laura, que alegan que elegirían lo que les gustara, a pesar de la opinión de sus familias, en el grupo de discusión en el que participan con Diana (GD3-AL-2, 248-258) reconocen que les sería complicado no contar con el apoyo de sus familias:

Moderadora: *¿Creéis que, si la sociedad presiona mucho, o las familias, o lo que sea a las chicas para que no estudien algo puede hacer que ellas no lo estudien? ¿Si vosotras quisierais estudiar mucho algo de ciencias, pero constantemente os están diciendo que no podéis serlo acabaríais dejando de intentarlo?*

Diana: *Sería muy complicado seguir adelante*

Matilde: *Sobre todo si es alguien de tu entorno y muy allegado a ti y tienes mucha confianza*

Diana: *Claro, porque tú quieres contentarlo y agradarlo y que este orgulloso, pero claro tú también quieres hacer lo que quieres entonces son como dos bandos. Al final puedes acabar dejándolo.*

Matilde: *Claro, las que sean más decididas y tal seguirán, pero ...*

Laura: *las que estén más inseguras pues pueden dejarlo*

Matilde: *Claro, puedes acabar dejándolo*

Diana: *Claro, para mí es muy importante tener el apoyo de mi familia al tomar una decisión entonces para ellas supongo que también sería difícil no tener el apoyo de alguien*

Matilde: *Supongo que eso también les pasará a los chicos, o sea...*

Diana: *Sí, pero a los chicos no les pasa tanto. Bueno, a ver, es que es difícil de explicar...*

Laura: *Sí (GD3-AL-2, 248-258).*

Además, las alumnas del EG1-AL, entre las que se encuentran Diana y Matilde, reconocen que, si no tuvieran claro que estudiar, se dejarían orientar más por sus familias porque creen que van a elegir una carrera que se adapte a ellas y que tenga salidas (EG1-AL, 695-703). Sin embargo, ninguna de las alumnas ha percibido poco apoyo de sus familias sobre la elección de estudios (GD1-AL-1, 172-177; EG1-AL, 704-716; EG2-AL, 532-541), salvo Diana e Iria que alegan que sus madres no están muy de acuerdo con que quieran ser periodistas y las intentan disuadir diciéndoles que es una profesión que no tiene salidas (EG1-AL, 704-405).

Así, las alumnas no consideran imprescindible el apoyo de sus familias para la elección de estudios. No obstante, cuando hablan sobre las causas de la baja matriculación de mujeres en estudios científico-técnicos aluden a la falta de apoyo que tienen las chicas (GD2-AL-2, 138-140).

Rosa, en este sentido, considera que el rol de las familias es fundamental, puesto que nos siguen educando diferenciadamente según el sexo e inculcándonos ciertos intereses en función de este (ENT1-R, 130-131).

Docente: (silencio) Uffff...la causa no es una sino muchas, yo creo que son muchas...ehhh....creo que la primera nuestra educación en casa, la educación en casa, es decir, pese a que estamos en el siglo XXI nos siguen educando diferente a los niños de a las niñas. Es decir, los niños van con el papá al taller, o a pescar, o a manipular el coche, las niñas no, las niñas se quedan con mamá en la cocina, planchando, es decir, seguimos educando diferente según género (...) Luego también es importante, la importancia que se le da en casa a las diferentes materias. En casa, está...si suspendes tecnología no pasa nada, si suspendes matemáticas eso ya es un drama. Ehmm y aún está visto que tecnología es como manualidades...no sé qué tiene que pasar para cambiar esa opinión, cuando la tecnología nos rodea por todas partes y no nos queda más remedio que aprender a entenderla (ENT1-R, 131).

Además, para algunas alumnas el grupo de iguales parece tener un impacto considerable en la elección de estudios, puesto que Matilde afirma que una de las razones de que haya tantas chicas en la materia de programación es por amistad, es decir, que se apuntaron porque amigas suyas iban. Además, posteriormente Diana y Laura aseveran que ellas tomaron la decisión de apuntarse a programación, no solo porque ya habían asistido a robótica, sino también por las personas que iban, ya que tenían miedo a que las separasen (GD3-AL-2, 271-291), aunque también señalan que, aunque hubieran pocas chicas apuntadas tampoco se hubieran echado a atrás porque ya les gustaba la robótica (292-306). En este sentido, Susana considera que el elevado número de alumnas en la materia de programación se puede deber a un efecto llamada, es decir, que al haber varias chicas cada vez se apunten más:

Susana: El año pasado sí, porque tenían miedo de escoger programación en vez de música por ver los niños que iban...porque...

Moderadora: ¿Vosotras hubierais elegido programación si solo hubiera chicos?

Susana: Yo sí

Ernesto: Yo sinceramente no sé por qué la escogí

Noel: Yo no me fijo

Aitana: A mí me da igual que haya chicos que chicas

Noel: A mí me da igual que haya chicas porque se puede trabajar igual con chicos que con chicas

Susana: Imagínate que ahora están solo chicos, pues yo iría, pero a lo mejor me costaría un poco porque no se si me aceptarían, por así decirlo, o trabajarían bien conmigo (GD7-AL, 553-560).

Al igual que la docente, que también estima que las niñas de robótica, al ir contentas, pasarlo bien y ver la cantidad de actividades dinámicas que se hacían en el club, hicieron correr la voz y animaron al resto (ENT1-R, 59-60).

Con respecto a los medios de comunicación, el alumnado no les confiere casi importancia, pues solo un par los mencionan como promotores del interés hacia la ciencia, a través de programas de televisión (EG2-AL, 130-131 y RC-NO-AL).

No obstante, la docente considera que los medios de comunicación y las redes sociales son uno de agentes más influyentes a la hora de reproducir los estereotipos de género (ENT1-R, 131), pues cree que, en la actualidad, la mayoría de los programas y contenidos que consumen en las redes sociales “*tienen un rol de género muy muy marcado*”, influyendo mucho en la configuración de los roles de género y “*haciendo mucho daño*”. En este sentido, el alumnado considera que los estereotipos de género influyen directamente en la elección de estudios, puesto que, para ellos y ellas una de las explicaciones sobre la baja tasa de matriculación de chicas en carreras científico-técnicas es la visión masculina de la ciencia aceptada socialmente (GD1-AL-2, 4-10 y 47-54; GD2-AL-2, 151-152; GD3-AL-2, 88-102, 103-113 y 259-264; GD4-AL-2, 417-422; GD6-AL-2, 125-138; EG1-AL, 809-830; EG2-AL, 652-656; EG3-AL, 620-626), como Amadeo que es plenamente consciente de que estereotipos socialmente aceptados sobre las profesiones “*Y obviamente a mí me parece curioso, curioso para mal, que justo te pongan las cosas más difícil si eres de otro sexo a lo que le corresponde, entre comillas, ese oficio*” (GD1-AL-2, 62).

Ismael: Y quizás por los prejuicios que se tienen también...llegan a....incluso convencer a la mujer de que...yo que se...

Cristina: De que lo deje

Ismael: ...un mecánico, pues, por ejemplo, es más un prejuicio de...tu imaginas a un mecánico

Cristina: de hombre, fortachón

Martina: Si

Ismael: de hombre así con un traje de...y una mujer, si eres mujer no es muy agradable pensar en ello... (GD4-AL-2, 417-422).

Además el alumnado también habla de las barreras que pueden encontrar las mujeres como un factor que condiciona su enrolamiento en estudios científicos (GD1-AL-2, 55-62; GD3-AL-2, 151-156, 196-202, EG2-AL, 628-645; RB-MAT-AL, RB-CE-AL), aunque algunos y algunas no especifican cuáles son esas barreras, otros y otras aluden a la actitud que tienen con ellas (GD3-AL-2, 91-102 y 265-270; GD4-AL-2, 406-415) como el menosprecio (GD5-AL-2, 228-240) o a las barreras laborales (GD7-AL, 489-495 y 508-519; EG3-AL, 633-643). Asimismo, también consideran los comentarios despectivos que pueden recibir al tomar una decisión no acorde con lo que establece su género un elemento a tener en cuenta (EG1-AL, 809-821; EG2-AL, 830-832; EG3-AL, 626; GD1-AL-2, 47-54). No obstante, no consideran que la baja tasa de matriculación de mujeres en estudios científicos se deba a que las chicas tengan mayor dificultad o peor rendimiento en las ciencias (GD1-AL-2, 43-51; GD2-AL-2, 163-174; GD3-AL-2, 114-126; GD4-AL-2, 432-439; GD5-AL-2, 203-213; GD6-AL-2, 139-151). Aunque Cristina considera que la sociedad puede seguir perpetuando esa visión: *“se piensan que es todo a la antigua usanza, y no, no es así. Las mujeres somos mucho...tenemos el mismo conocimiento e inteligencia que los hombres y podemos hacer las mismas cosas, no tenemos porque ser...”* (GD4-AL-2, 416).

Para la docente, la escuela no está libre de culpa, pues el profesorado y la propia institución siguen perpetuando estereotipos y roles de género. Por ello, Rosa considera imprescindible la educación no sexista en las escuelas, porque pequeños gestos son los que pueden marcar la diferencia (ENT1-R, 188-195).

Moderadora: *Y ¿cuáles son, desde tu punto de vista, las posibles soluciones a este problema? Que podamos hacerlo, más o menos desde las instituciones educativas porque la imagen social...*

Rosa: *Mira desde las escuelas desde pequeños educación no sexista, es decir, en todos los ámbitos. Pequeños gestos, y grandes gestos, pues por ejemplo Carnaval, ¿no? Pues no podemos fomentar que las niñas vayan de princesas y los niños de superhéroes, tenemos que intentar que si se propone un disfraz este sea sin género, es decir, igual para chicos que para chicas, y lamentablemente en muchos, muchos colegios no se hace.. Ellas van de bailarinas, ellas van de princesas, ellas van de hadas y ellos van de superhéroes, de ingenieros o de bomberos.*

Moderadora: *¿Crees que, en cierta medida, los profesores inconscientemente seguimos reproduciendo roles?*

Rosa: *Si, sí. Totalmente.*

Moderadora: *¿Incluso con relación a la ciencia y la tecnología?*

Rosa: *Si, sí. En gestos que a veces pasan desapercibidos, tú que eres fuerte levanta esa silla o tú que eres tal haz esto que tienes más fuerza por ser chico.*

Moderadora: *O por ejemplo si no les dices a las chicas pues cortar o serrar etc.*

Rosa: *Efectivamente, yo aquí lo noto, taladrar, a ver ¿quién quiere taladrar? Los primeros son los chicos, las chicas se quedan ahí, no dicen nada, soy yo la que intento que sean ellas las primeras para que pierdan el miedo.*

5.2.9 Conclusiones del caso Rosa

Nos hemos encontrado con un caso en el que la enseñanza de la programación se realiza a través del aprendizaje cooperativo con actividades dinámicas, activas, contextualizadas y que tienen al alumnado como el eje del proceso E-A que normalmente implican el uso de los robots – que, tanto para alumnado como para la docente actúan como un elemento motivacional hacia el aprendizaje -. Estas actividades, que normalmente son unas “fichas” que actúan como tutorial para el alumnado para la realización de las tareas – tareas que consideran interactivas, motivadoras, entretenidas y divertidas - se caracterizan por su contextualización al entorno e intereses del alumnado, pues para la docente la contextualización es imprescindible para establecer un vínculo afectivo entre el alumnado y este caso la programación, y por su vinculación a otras áreas de conocimiento – matemáticas, música, educación artística -. Al principio de estas líneas hemos apuntado al aprendizaje cooperativo como una de las características esenciales del caso y como la metodología principal de esta materia, pues el alumnado durante todo el desarrollo de esta asignatura trabaja exclusivamente en grupos cooperativos. Esto se debe a que la docente considera imprescindible para fomentar actitudes positivas hacia la ciencia y tecnología la implicación del alumnado y su motivación, que la consigue a través del aprendizaje cooperativo y los robots. La combinación de estos dos elementos surge del Obradoiro de robótica, un club que se realiza en el horario no escolar cuyo objetivo es la promoción de actitudes positivas hacia la tecnología y la programación especialmente entre las chicas, y el cual ha conformado la base de elección de estudios de muchas estudiantes – pues muchas chicas han elegido esta materia por el Obradoiro de robótica -. Volviendo al aprendizaje cooperativo, aunque la docente lo considere fundamental, pues entiende que la enseñanza llega a más alumnado que empleando la metodología tradicional, también es consciente de que algunos grupos no funcionan correctamente o no realizan

aprendizaje cooperativo. No obstante, el alumnado no solo alega aprender más a través del aprendizaje cooperativo, sino que también destacan el desarrollo de otras habilidades como escuchar, tener en cuenta diferentes opiniones y brindarse ayuda mutuamente.

Sin embargo, para el alumnado parece ser más relevante la figura de la docente que la metodología de E-A para la promoción de actitudes positivas como el gusto o interés hacia una materia, y especialmente en el caso de las niñas. Además, el alumnado también considera que el profesorado puede fomentar actitudes negativas como desagrado y desinterés hacia una materia, como el caso del docente de matemáticas, además de condicionar indirectamente la elección de estudios, pues hay alumnas que han elegido esta materia por la profesora y que huirían de materias científico-tecnológicas debido a las matemáticas.

En relación con la imagen de la ciencia y tecnología, el alumnado de este caso tiene una visión bastante simple y abstracta de estas, además de perpetuar una visión descontextualizada y empirista de la ciencia y tecnología: hacer descubrimientos y experimentos, además de reproducir una imagen estereotipada de los y las científicas como profesionales que trabajan en laboratorio haciendo experimentos con bata y un microscopio. Con relación al trinomio Ciencia-Tecnología-Sociedad el alumnado es capaz de percibir la influencia que ejerce la ciencia y la tecnología sobre la sociedad, es decir, como la ciencia y la tecnología ayudan al desarrollo y mejora de la calidad de vida, aunque no es capaz de percibir cómo la sociedad influye en la investigación científico-tecnológica. Asimismo, el alumnado considera importante la ciencia y la tecnología, aunque perciben más la influencia de la tecnología sobre su vida diaria que la de la ciencia, y con respecto a la importancia que le otorga la sociedad a la ciencia y la tecnología hay diferentes perspectivas.

El alumnado de este caso no caracteriza a los/las científicos/científicas con unos rasgos particulares o característicos, sino que les otorga rasgos como el gusto por su trabajo, la constancia y, pocos, la inteligencia. No obstante, la mayoría del alumnado imagina que los científicos ya sienten una pasión o se interesaron por el campo de estudio en el que están desde que eran pequeños, mientras que no aluden a este rasgo en el caso de las científicas. Además, los niños imaginan que los y las científicas han sido desde pequeños y pequeñas personas estudiosas, y tanto las niñas como los niños los y las consideran personas sociables. Con respecto al papel de las familias, el alumnado confiere un papel

anecdótico al apoyo de las familias en la toma de decisiones sobre la elección de estudios y/o carrera profesional en este ámbito de estudio.

El alumnado de este caso considera que existen barreras sociales que dificultan a las mujeres su desarrollo profesional como científicas, como la visión masculina de la ciencia, la invisibilización y el menor reconocimiento de las científicas o la dificultad para el acceso a un puesto de trabajo. Para algunos alumnos y alumnas esto repercutirá en el esfuerzo que tendrán que realizar las mujeres en el ámbito de la ciencia y tecnología y lo cual tendrá un impacto en su vida diaria personal como la pérdida del tiempo libre y la conciliación familiar.

Finalmente, el alumnado de CPI Ada Lovelace muestra, en general, actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología, pues percibe las materias de ciencias como **interesantes, divertidas y útiles**, aunque estas actitudes difieren en función a las materias, pues muestran actitudes positivas como interés y agrado hacia la biología y la programación, y actitudes negativas como desagrado y desinterés hacia las matemáticas, ya que las consideran útiles pero difíciles, aburridas y rígidas. En el caso de las chicas, casi todas tienen actitudes positivas hacia las ciencias pues en este curso académico prefieren las materias de ciencias por encima de las letras, a excepción de matemáticas. No obstante, lo que más podemos destacar de este caso es que el alumnado considera al esfuerzo como el elemento clave para tener éxito en las materias de ciencias, además del gusto e interés. Esto influirá en el valor subjetivo de la tarea, concretamente en el coste, es decir, la valoración del esfuerzo que se debe invertir en una tarea va repercutir en la elección de estudios del alumnado, pues si los alumnos y especialmente las alumnas, le otorgan a la elección de estudios en el ámbito científico-tecnológico un coste demasiado elevado unido a un bajo autoconcepto de habilidad – como el caso de las niñas del CPI Ada Lovelace – esto puede actuar como elemento desalentador y disuasivo que afectará a las expectativas de éxito y consecuentemente al enrolamiento en materias y estudios científico-tecnológicos.

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS INTERPRETATIVO DE CASOS CRUZADOS

6.1 Imagen del trabajo científico

6.1.1 Imagen de la ciencia y la tecnología

El alumnado tiene problemas para explicar qué es la ciencia y la tecnología. Cuando lo intentan lo hacen a través de definiciones concretas, pautadas y, claramente enciclopédicas, que probablemente hayan estudiado en sus años de escolarización. Esto evidencia una falta de interiorización y comprensión de la epistemología y naturaleza de la ciencia y tecnología que es fruto de la falta de reflexión sobre estos conceptos. No obstante, a pesar de no tener una idea clara de ambos conceptos, el alumnado es capaz de atribuir características específicas tanto a la ciencia como a la tecnología, conformando una visión bastante heterogénea en cuanto a su epistemología, aunque algo simple y abstracta. El alumnado de cursos superiores, caso Carlos, vislumbra a la ciencia como una salida en el futuro, innovación – estudios que permitirán el avance social y la mejora de la sociedad -, estudios que dan sentido a la vida y la mejoran, es decir, estudios que intentan dar respuesta a algo que no se conoce o que tratan de explicar el mundo que nos rodea, que en ocasiones lo expresan como “hacer descubrimientos”. Al igual que el alumnado del caso Rosa, que la consideran innovación, estudios de la vida – estudios que tratan de responder los interrogantes sobre nuestro entorno -, descubrimientos – entendido como un proceso casual, incluso de toparse con algo mientras se investiga otra cosa, y estrechamente relacionado con una visión de la ciencia empirista -, experimentos, base del futuro – consideran que la ciencia influye directamente en la sociedad y por lo tanto será uno de los pilares fundamentales del desarrollo social -, mejora de la calidad de vida , investigar, curar enfermedades, y algo que es para listos y que te tiene que gustar para estudiarlo. En este sentido, el alumnado, cuando comparamos ambos casos, presenta una construcción similar sobre la epistemología de la ciencia, que difiere únicamente en la apreciación de la ciencia como campo de estudio. El alumnado de cursos superiores imagina a la ciencia como una potencial salida profesional, mientras que los de cursos inferiores la percibe como una materia que les gustaría estudiar o seguir cursándola. Este contraste, y la ausencia de la idea de la ciencia como ámbito profesional del alumnado de 1º de ESO, se puede deber al momento educativo en el que se encuentran, unos comenzando su etapa secundaria y otros teniendo que tomar decisiones que influirán en

su futuro profesional. La tecnología es concebida por el alumnado como avances – una rama de estudio que facilitará el desarrollo y evolución de la sociedad – siempre con un matiz positivo, mejora de la calidad de vida, y la realización de inventos. Sin embargo, el alumnado de cursos superiores la percibe como innovación – lo que permitirá y facilitará a la sociedad su desarrollo - y el de cursos inferiores como algo relativo a la informática, futuro – vislumbran a la tecnología como un elemento que jugará un papel fundamental en la configuración de la sociedad -, mejora de la calidad de vida y programación de máquinas. Consideramos que la imagen que posee el alumnado de 1º de ESO de la tecnología, más cercana a la informática y a la programación, se debe a la materia optativa que están cursando en su centro educativo – programación -, que los ha familiarizado con esta rama de conocimiento y les ha permitido establecer una mayor vinculación de esta área con la tecnología. Esto nos sugiere que la escuela es capaz de moldear y modelar las imágenes que el alumnado posee, en este caso, sobre la ciencia y la tecnología.

Las características que atribuye el alumnado del caso Carlos a la ciencia y la tecnología en los relatos descriptivos difieren, en cierta medida, de las establecidas en los grupos de discusión. El alumnado sigue reconociendo realizar descubrimientos como una de las características esenciales de la ciencia, pero añaden la investigación para la cura enfermedades y los experimentos como rasgos distintivos de la ciencia, además de omitir la innovación. Sin embargo, el alumnado del caso Rosa reproduce la misma imagen de la ciencia y la tecnología en sus relatos, que se fundamenta en la realización de descubrimientos, experimentos y la investigación.

Se evidencia, tanto a través de los relatos como de los grupos de discusión, el alumnado continúa perpetuando algunas de las visiones distorsionadas de la ciencia y la tecnología, que difieren entre ambos casos. El alumnado del caso Carlos al percibir a la ciencia como un corpus más teórico que la tecnología, que la sitúan más cercana a su realidad, evidencia la reproducción de una visión descontextualizada de la CyT en la que se presenta a la ciencia como una actividad aislada de la tecnología, cuyo único rol es la aplicación de los conocimientos científicos e ignora el papel de la tecnología en el proceso de construcción de cuerpos coherentes de conocimiento científico. No obstante, la mayoría del alumnado considera que ciencia y la tecnología están estrechamente ligadas y sólo una minoría alega que la tecnología depende de la ciencia. El alumnado del caso Rosa al reproducir una imagen estereotipada de los y las científicas como profesionales que trabajan en

laboratorio haciendo experimentos, perpetúan una visión empirista de la ciencia, aparte de mencionar los elementos típicos de una ciencia empirista: la bata y el microscopio. Además, al igual que el alumnado del caso Carlos, también reproduce una visión descontextualizada de la CyT puesto que, aunque perciben la relación entre la ciencia y la tecnología, algunos grupos alegan que la tecnología depende de la ciencia, otros no saben responder si programación y tecnología son materias de ciencias y otros no pueden explicar la relación entre la ciencia y la tecnología. La docente de este caso considera que esta visión descontextualizada de la CyT que está presente no solo en la educación, sino también en la sociedad, se reproduce a través de las familias y la propia escuela. Esto no hace más que poner de manifiesto la incapacidad de la educación y la educación científica actual de contrarrestar las imágenes distorsionadas sobre la CyT que forman parte del ideario social, sino a cómo desde la escuela estamos contribuyendo a la reproducción de estas visiones.

Si tenemos en cuenta el trinomio Ciencia-Tecnología-Sociedad, el alumnado considera que la ciencia y la tecnología influye en la sociedad y contribuye a su desarrollo y mejora. El alumnado del caso Carlos establece esta relación/influencia a través de la biomedicina, los medios de transporte, la industria y producción, y los aparatos electrónicos de su vida cotidiana. Una vez más, les resulta más sencillo percibir la influencia de la tecnología sobre la sociedad que la de la ciencia o tecnociencia. El alumnado del caso Rosa vincula a la CyT con la sociedad, al igual que el alumnado del caso Carlos, a través de los aparatos electrónicos de su día a día, la industria y producción y la biomedicina. Sin embargo, el alumnado de este caso, en suma, ejemplifica la vinculación entre la programación y el desarrollo social a través de la robótica y su impacto en el mercado laboral y hace referencia a la biotecnología, la mecánica y las energías renovables como elementos que muestran la interrelación entre el trinomio CTS. Las alumnas de la entrevista EG1-AL del caso Rosa contemplan a la investigación y a la ayuda a las personas – tal y como se establece en la literatura - los motivos principales por los cuales proseguirían estudios en carreras científicas. Lo que nos muestra que ellas perciben la influencia de la CyT sobre la sociedad a través de la cura de enfermedades o la ayuda de personas. En relación a la elección de estudios, a pesar de que muchas alumnas de este caso no quieran proseguir estudios de ingeniería, tampoco la consideran desvinculada de la sociedad, es decir, no estiman que no sea un trabajo orientado a personas, como Martina, que ejemplifica esta orientación con la construcción de viviendas de la carrera de ingeniería de la edificación.

La principal diferencia entre los dos casos con respecto al trinomio CTS es la influencia de la sociedad sobre la CyT, pues el alumnado del caso Rosa – igual por su edad - no es capaz de percibir cómo la sociedad influye en la investigación científico-tecnológica al contrario que la mayoría del alumnado del caso Carlos.

El alumnado, aunque considera a la ciencia y la tecnología importantes, estiman que la tecnología tiene un mayor impacto en su vida diaria. Esto se evidencia, activamente a través de sus declaraciones y pasivamente a través de las dificultades que presentan algunos grupos del caso Rosa para ejemplificar la influencia o la importancia de la ciencia en su vida diaria. En este aspecto se continúa perpetuando, una vez más, una imagen de la CyT descontextualizada, pues la ciencia sigue siendo el corpus teórico y la tecnología la aplicación de la ciencia que repercute visiblemente en la sociedad. Además, no existe una percepción homogénea sobre la importancia que le otorga la sociedad a la ciencia y la tecnología. Parte del alumnado de ambos casos estima que los individuos consideran a la ciencia y a la tecnología algo relevante e importante, poniendo como ejemplo de esa relevancia a las medicinas, las vacunas y/o la innovación científico-tecnológica, mientras que otra parte del alumnado no está seguro de que las personas y la sociedad le otorguen la importancia que se debería a estos campos.

En definitiva, el alumnado incurre en algunas de las visiones distorsionadas sobre la ciencia y la tecnología como la visión descontextualizada y, en el caso Rosa, en una visión empirista de la ciencia. La reproducción de la visión empirista de la ciencia por parte del alumnado del caso Rosa se puede deber a la etapa educativa en la que se encuentran, pues es el primer año que cursan la educación secundaria obligatoria y hasta el momento no han tenido profesorado específico o materias científico-tecnológicas específicas. Esto nos hace reflexionar sobre el papel del profesorado de la educación primaria sobre la reproducción y perpetuación de la imagen de una ciencia estereotipada con los experimentos y descubrimientos como caballo de batalla y la bata y el laboratorio como ámbito de trabajo de los/las científicos/científicas. No obstante, parte del alumnado del caso Carlos perpetúa una imagen empírico-inductivista y atórica, apblemática e ahistórica de la ciencia, aunque otros y otras presentan una imagen bastante exacta del proceso de investigación científico. A pesar de que el alumnado del caso Rosa no reproduce las visiones distorsionadas mencionadas anteriormente, no podemos concluir con que no las posea, puesto que la ausencia de conversaciones de esta índole, derivadas

de la imposibilidad del alumnado de definir o explicar qué es la ciencia y la tecnología, no nos ha permitido explorar la imagen que posee sobre el propio proceso de investigación científica.

6.1.2 Imagen de los y las científicas

Las características principales que el alumnado le otorga a los/las científicos/científicas son la curiosidad – siendo más relevante para el alumnado del caso Carlos –, la disciplina y la constancia. El alumnado del caso Rosa también les atribuye el gusto e interés por su trabajo y, una minoría del alumnado, aunque significativa, considera que la inteligencia es un rasgo que caracteriza a las personas que trabajan en el ámbito de la ciencia y la tecnología. No obstante, aunque la mayoría del alumnado no estime a la inteligencia como una característica inherente a los/las científicos y científicas, consideramos que el imaginario, especialmente de las alumnas, se compone, aunque veladamente, de esta percepción, puesto que una parte importante del alumnado que no la consideraba una característica *sine qua non* de los/las científicos y científicas, en sus explicaciones describen a las científicas y las estudiantes de informática como inteligentes, aplicadas y a las les interesan mucho las ciencias. Además, en la mayoría de los relatos descriptivos, especialmente de las alumnas, aunque se alude a la inteligencia de Carracedo, esta característica se ve omitida en los relatos de Kate Bouman, pero recordemos que el objetivo de los relatos era subrayar las diferencias entre ambos. Por ello, de esto último, no podemos inferir que las alumnas – pues son las que hablan de inteligencia en los relatos - no consideren inteligente a Kate, puesto que la actividad consistía en señalar las diferencias entre ambos, siendo muy probable que las chicas también consideren que a ella le caracteriza la inteligencia. En contraposición, el alumnado del caso Carlos no presenta dudas o perspectivas encontradas sobre la inteligencia como elemento fundamental de los y las científicos/científicas, pues consideran que se caracterizan por su inteligencia y afán de superación.

Tampoco existe una imagen homogénea sobre el interés de los/las científicas hacia su campo de estudio. La mayoría del alumnado del caso Carlos imagina que las científicas sienten una pasión o interés casi innato por el campo de estudio en el cual desarrollan su profesión, mientras que presentan diversas perspectivas en la imagen de los científicos. Algo más de la mitad del alumnado estima que Carracedo se interesó por la ciencia desde

pequeño, mientras que los/las demás consideran que ese interés lo ha ido desarrollando a lo largo de su vida. En contraposición, el alumnado del caso Rosa atribuye a los científicos – hombres – ese interés o pasión innata por la ciencia, pasión que no es otorgada a Katie Bouman. La mayoría de los alumnos – varones – de ambos casos en sus relatos imaginan a los científicos y las científicas como personas estudiosas, habiendo muy pocas alumnas que hagan referencia a esta característica en sus relatos. Sin embargo, un mayor número de alumnas hace referencia a las notas que sacaban los personajes en el instituto o mencionan si éstos destacaban en alguna materia. Esta imagen dispar entre los alumnos y las alumnas se puede deber al mayor valor de logro de las chicas respecto al de los chicos, no estimando – ellas - oportuno hacer referencia a la implicación de los protagonistas en los estudios ya que no conciben que un o una estudiante no se implique en ellos. A pesar de la disparidad de visiones con relación al interés y la inteligencia, el alumnado de ambos casos coincide en considerar que la decisión de Carracedo de ser científico fue tomada en el instituto, lo que nos sugiere que el alumnado estima que la elección de estudios se debe realizar y se realiza durante la educación secundaria obligatoria.

En un plano algo más personal, la mayoría del alumnado concibe a los/las científicos/científicas como personas sociables y a los que les gusta pasar el tiempo con sus amigos. No obstante, unos pocos alumnos y alumnas del caso Rosa imaginan a Kate como tímida e introvertida, y una minoría de alumnado del caso Carlos concibe a Carracedo como una persona un tanto excéntrica o con intereses fuera de lo común para un niño de su edad y a Kate como una mujer un tanto asocial. Por lo tanto, parece que una minoría del alumnado perpetúa una imagen de los y las científicas derivada de la imagen socialmente aceptada de la ciencia, una ciencia “folk” o “naif” (Fernández et al., 2002a), que imagina a los científicos como genios un tanto excéntricos. No obstante, esta imagen distorsionada parece reproducirse en mayor o menor medida en función de la rama de conocimiento, puesto que, si tenemos en cuenta la informática, una parte significativa del alumnado del caso Rosa alega considerar a los informáticos como personas un tanto frikis y gamers. Además, un número, aunque pequeño de alumnos y alumnas, es consciente de la reproducción de dichos estereotipos que se refleja a través de su reflexión en algunos grupos de discusión sobre los prejuicios sociales que existen sobre las personas y profesiones en función de sus intereses y hobbies.

El papel e influencia que el alumnado le atribuye a las familias en la toma de decisiones y elección de estudios es antitética en ambos casos. El alumnado del caso Rosa le confiere a las familias un papel anecdótico en la toma de decisiones de Bouman y Carracedo, mientras que el alumnado del caso Carlos le concede un papel fundamental y, en muchas ocasiones, determinante para la elección de estudios y carrera de Carracedo pero no de Bouman. De hecho, el alumnado de este caso considera que Carracedo ha gozado siempre del apoyo de sus familiares, al contrario que Kate, la que en ocasiones no ha tenido todo el apoyo que le hubiera gustado. El hecho de que alumnado del caso Carlos le confiera un papel más relevante a las familias de los personajes se puede deber a que durante la realización de los grupos de discusión y entrevistas el alumnado se encontraba inmerso en el proceso de toma de decisiones sobre su elección de estudios – elección de bachillerato o formación profesional -, y, por lo tanto, hayan tenido una mayor interacción familiar en este aspecto, al contrario que alumnado del CPI Ada Lovelace que no tuvo que tomar ninguna decisión determinante. No obstante, y a pesar de que el alumnado del caso Rosa no haya descrito el papel de las familias de los personajes en la toma de decisiones, un pequeño porcentaje del alumnado – mayormente varones – hace referencia al estatus socioeconómico de las familias de los protagonistas, proviniendo ella de una familia adinerada y él de una familia con muchos menos recursos. La mitad del alumnado del caso Carlos también alude al estatus socioeconómico de las familias de los protagonistas, aunque presentando perspectivas opuestas, pues una parte de este alumnado estima que Carracedo es el que proviene de una familia adinerada mientras que la otra considera que es ella quien goza de este estatus. Además, debemos señalar que en ambos casos son los alumnos los que hacen una mayor referencia al estatus socioeconómico de las familias de los personajes, pues tan solo dos niñas, una en cada caso, reflejan este atributo en sus relatos.

El alumnado del CPI Ada Lovelace, salvo excepciones como Matilde, presenta una imagen un tanto estereotipada de los científicos y las científicas y del trabajo científico, pues vislumbra a estos profesionales trabajando en un laboratorio y con objetos típicos de una ciencia empirista: la bata y el microscopio. En contraste, el alumnado del caso Carlos cuenta con una imagen mucho más heterogénea del trabajo científico, que implica trabajar colectivamente o la difusión de las investigaciones en conferencias, y aludiendo incluso a la fuga de cerebros española. La confluencia de ambos casos subyace en la visión de demanda del trabajo científico, es decir, la implicación, esfuerzo y dedicación

que requiere. El alumnado del caso Rosa percibe el reconocimiento social del trabajo científico de forma indirecta a través de la fama de Arkaitz y Bouman, de la consecución de premios – que reproducen claramente estereotipos de género y una visión androcéntrica de la ciencia, pues ningún relato describe a Kate como ganadora – o a través de la buena remuneración económica de esta profesión. No obstante, a pesar de que el alumnado del CPI Ada Lovelace parece imaginar al trabajo científico como una profesión socialmente reconocida, en los grupos de discusión afirman que la gente no le otorga la importancia que debería a la ciencia y a la tecnología, dejándonos entrever que el reconocimiento social que referencian en los relatos puede ser dentro de la propia comunidad científica y no a nivel societal. En contraposición, un par de alumnos del caso Carlos vislumbran al trabajo científico como una profesión que goza de reconocimiento social, mientras que un número bastante superior de alumnado tienen la percepción opuesta. El alumnado ejemplifica este escaso reconocimiento social a través de la precarización laboral y la emigración y las alumnas, concretamente, a través de la baja remuneración, pues los varones suelen percibirla como una profesión bien pagada mientras que ellas la representan en sus relatos como una profesión mal remunerada - ,

El alumnado considera que existen barreras que dificultan a las mujeres su desarrollo profesional como científicas, siendo para el alumnado de un grupo de discusión del Carlos menores que en el pasado. El alumnado del caso Carlos representa la dificultad del desarrollo profesional de las científicas tanto en los grupos de discusión como en los relatos de Bouman, mientras que son sólo las alumnas del caso Rosa las que hacen alusión a esta dificultad en sus relatos. Esto nos sugiere que a medida que el alumnado avanza en el sistema educativo van tomando una mayor conciencia de las desigualdades sociales y la condición androcentrista de la ciencia. No obstante, el alumnado no asocia dicha dificultad con factores internos como la inteligencia, capacidad o dedicación, sino a factores sociales y al proceso de socialización. En este aspecto, parte del alumnado del caso Carlos reconoce la invisibilidad y el menor reconocimiento de las mujeres en el ámbito de la ciencia y la tecnología. En el caso Rosa, aunque sólo un grupo alude explícitamente a este hecho, es probable que el resto del alumnado también perciba, inconscientemente, la invisibilización y menor reconocimiento de las mujeres en este ámbito, ya que, en sus relatos, a pesar de reconocer tanto a Kate como a Carracedo personas famosas, sólo narran como él ha ganado premios a pesar de que ella ha tenido una mayor repercusión mediática con su investigación. El alumnado de ambos casos también reconoce la brecha salarial

que existe entre hombres y mujeres, y, el alumnado del caso Carlos habla explícitamente del tratamiento diferencial de hombres y mujeres en el ámbito de la ciencia y tecnología, alegando que las científicas se deben esforzar más, no por sus capacidades sino por las barreras a las que se enfrentan, para conseguir un empleo en este ámbito u obtener el mismo reconocimiento que sus compañeros. Este hecho, para el alumnado del caso Carlos, tendrá consecuencias en vida personal de las científicas como la pérdida del tiempo libre o la conciliación familiar, pues ocho alumnos y alumnas describen en sus relatos a la pareja o familia de Carracedo mientras que solo dos imaginan la vida familiar de Bouman. La mayoría del alumnado del caso Rosa considera que existen diferencias entre la vida personal del personal investigador según su género y reconoce la repercusión de las barreras mencionadas anteriormente en la vida personal de las científicas. No obstante, una parte pequeña del alumnado de este caso no parece percibir en un principio dichas diferencias, aunque posteriormente, comienza a reconocer algunas de ellas como el nivel de esfuerzo que deben realizar las científicas en comparación con sus compañeros para obtener el mismo reconocimiento. Para el alumnado de este caso este hecho repercutirá, al igual que para el alumnado del caso Carlos, en el tiempo libre de las mujeres y en la conciliación familiar. Sin embargo, en este caso, al contrario que en el caso Carlos, la incompatibilidad de la carrera científica con la conciliación familiar no se muestra en los relatos, puesto que son los mismos alumnos – todos varones - los que en sus relatos describen tanto la vida familiar de Carracedo como la de Bouman.

6.2 Percepción

6.2.1 Percepción del proceso educativo

6.2.1.1 Metodología

La metodología de enseñanza aprendizaje, entre otros factores, influye en las actitudes e intereses del alumnado hacia una determinada materia, en este caso, hacia las materias científico-tecnológicas. De hecho, el profesorado considera a la metodología tradicional de enseñanza, caracterizada por el aprendizaje memorístico, la descontextualización y aislada de los intereses del alumnado, uno de los principales problemas de la enseñanza de la ciencia y la tecnología, y el causante de las actitudes negativas del alumnado. No obstante, también considera a la metodología de E-A, una metodología activa, maker o lo

que Dewey denominaba “learning by doing”, la clave y la fórmula para motivar, implicar e interesar al alumnado en el proceso de E-A. Por ello, el profesorado de estos casos emplea para la enseñar sus materias metodologías activas de enseñanza-aprendizaje como el aprender haciendo, aprendizaje cooperativo y aprendizaje autónomo. No obstante, el profesorado sigue teniendo muy presente la metodología tradicional de enseñanza y sigue empleando algunas de sus técnicas más características para impartir determinados contenidos. El profesorado se sirve de las lecciones magistrales o clases expositivas para la presentación, acercamiento e introducción de los contenidos necesarios para la realización de las prácticas y proyectos educativos. Esto evidencia que el profesorado reflexiona sobre las necesidades educativas y selecciona los modelos y métodos educativos más acordes a las necesidades estimadas y los objetivos establecidos. En este aspecto, el alumnado, cuando se le invita a la reflexión, es capaz de percibir la utilidad de las clases magistrales o las actividades menos interactivas, como Scratch en el caso de la materia de programación, para la introducción de los contenidos necesarios para la realización de los proyectos y prácticas educativas. De hecho, el alumnado considera útil la teoría siempre y cuando esté contextualizada, aplicada y tenga una finalidad en concreto, como en el Caso Carlos en el que la mayoría del alumnado considera muy útil la práctica de las instalaciones a pesar de ser una clase eminentemente magistral que culmina con la elaboración de un trabajo – por parejas – en el que aplican lo aprendido. No obstante, a las alumnas del caso Carlos no les gustan demasiado las clases magistrales de este docente, no por la teoría en sí sino por la forma de impartirla – muy despacio y desglosando todo – en contraposición a las clases teóricas de la docente de la materia de tecnología del año anterior, a las cuales consideraban atractivas y motivadoras debido a su carácter dinámico – empleo de juegos o tarjetas como elemento motivador –. En este sentido, el alumnado del caso Rosa, que presenta actitudes muy positivas hacia la materia de biología, apunta como elementos distintivos de esta materia y claves para su motivación e interés la forma de explicar del docente, los resúmenes que les proporciona para facilitar el aprendizaje, y el empleo de juegos como Kahoot o la explicación a través de videos. Esto evidencia que el alumnado no es reticente a determinados elementos de la metodología tradicional de enseñanza, como las lecciones magistrales, siempre cuando tengan un propósito bien definido, estén contextualizadas y contengan elementos dinámicos y atractivos. A pesar de que el alumnado perciba que la metodología empleada en ambas materias difiere bastante a lo que suelen estar habituados, alegue aprender más con la “práctica” y, en el caso Rosa, las estudiantes definan a la materia de programación

como mucho más “didáctica”, siguen teniendo entre sus materias favoritas asignaturas que emplean claramente una metodología tradicional de enseñanza. De hecho, parte de las niñas del caso Rosa, indican preferir, para la enseñanza de otras materias diferentes a programación – la cual emplea métodos activos de E-A – una metodología de corte tradicional. No obstante, debemos destacar que, en ambos casos,

Uno de los rasgos más destacados y relevantes para el alumnado es la contextualización de las materias investigadas a su vida diaria y a su entorno, y en el caso de programación a sus intereses. Todas las tareas de la materia de programación parten de elementos del entorno del alumnado – arcoíris, un coche patrullando el pueblo en el que se sitúa el centro - o a sus intereses – Star Wars -, mientras que la contextualización en la materia de tecnología es proporcionada por elementos de su vida cotidiana como dispositivos electrónicos – mantenimiento y funcionamiento de la impresora – y las instalaciones de sus viviendas y en TIC por el uso y manejo del ordenador, elementos que también proporcionan contextualización al alumnado del caso Rosa. Para los docentes esta contextualización es un elemento imprescindible tanto para mostrar al alumnado la utilidad y relevancia de lo que está aprendiendo en el instituto como para conseguir la atención y motivación del alumnado. Así, para el alumnado del caso Carlos la mayoría de los contenidos o actividades que consideran útiles son los que están vinculados con su vida diaria, como la actividad de las instalaciones eléctricas en tecnología. Para Rosa la contextualización, además de servir de estímulo para el alumnado, permite que este asocie su materia con la tecnología de la vida cotidiana. Ya que la docente ha diseñado los proyectos de tecnología con objetivo de que el alumnado *“logre un producto social relevante, es decir, que lo que hacen sirva para algo y tengan cierta utilidad. Que no hagan algo por hacerlo, sino con una finalidad. Porque ese proyecto que van a hacer va a resolver una necesidad o va a resolver un problema. Y en la aplicación, en la construcción de ese proyecto, van a utilizar todos los conocimientos que han ido adquiriendo y los van a llevar a la práctica, y claro, es un aprendizaje que tienen que aprender a razonar, a pensar, a utilizar lo que han aprendido en la teoría, a llevarlo a la práctica y a manipular, a tocar”* (ENT2-R, 82). Carlos considera la contextualización de la enseñanza de las ciencias como una de las posibles y potenciales soluciones al problema de la desafección del alumnado hacia las materias científico-tecnológicas, puesto que estima que a través de esta contextualización el alumnado será capaz de percibir la relevancia y utilidad de la ciencia - cómo la ciencia forma y conforma su

contorno, y como los conocimientos adquiridos en esta materia son relevantes para su vida diaria -. Sin embargo, Rosa considera insuficiente la contextualización del aprendizaje a los intereses y vida de los/las estudiantes para fomentar actitudes positivas y modificar la percepción que tiene el alumnado hacia las ciencias – difíciles, en ocasiones aburridas, y descontextualizadas - sino que para ello es imprescindible la vinculación de áreas de conocimiento, pues resulta absurdo, debido al carácter interdisciplinar del conocimiento, intentar contextualizar el aprendizaje a la vida cotidiana del alumnado empleando solamente contenidos de una materia. Por ello, la docente emplea contenidos de otras áreas para el diseño de las actividades, como la música, la plástica y las matemáticas, e insiste en establecer vínculos entre la programación y la matemática con el objetivo de que su alumnado sea capaz de percibir la vinculación intrínseca de las matemáticas con la programación más allá de los contenidos que tratan las fichas, objetivo que ha alcanzado. Los proyectos de tecnología también integran diversas áreas de conocimiento pues para la realización de una casa nido el alumnado debe, en primer lugar, diseñarla y dibujarla para lo que necesitan conocimientos de geometría y de dibujo técnico. No obstante, esta docente considera fundamental, y es lo que más extraña en su práctica docente, la interdisciplinariedad. Aunque es cierto que ella integra elementos interdisciplinares considera fundamental la implicación de los y las docentes de las otras áreas para poder establecer vínculos específicos y desarrollar proyectos más globalizados o incluso determinar que contenidos de otras áreas se pueden impartir a través de la robótica. Además, también considera que esto ayudaría al alumnado – el cual presenta dificultades para establecer vínculos entre los contenidos de las diferentes materias - a establecer mejores conexiones entre los contenidos de otras áreas, como por ejemplo matemáticas, con los conocimientos necesarios para llevar a cabo los proyectos de tecnología. Esto evidencia que la docente considera como una de las claves del fomento de actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología a la interdisciplinariedad, al igual que lo que nos sugiere Carlos en su entrevista. No obstante, la concepción de la interdisciplinariedad de ambos docentes es contrapuesta, pues para Rosa consiste en el establecimiento de vínculos entre los currículos de las diferentes áreas y la elaboración de proyectos comunes e integrales, mientras que para Carlos consiste en la colaboración y contribución, puntual, de diversas áreas a un proyecto, como es el caso del proyecto Maker School, un proyecto interdisciplinar – para el docente - que se conforma y cuyo peso recae en la materia de tecnología y en el cual otras áreas colaboran, puntualmente, como por ejemplo para la elección de la ONG o la actualización de las noticias de la web.

Resulta evidente que la interdisciplinariedad resultaría útil y beneficiosa para el fomento de actitudes positivas hacia áreas de conocimiento con un gran nivel de abstracción, como las matemáticas, ya que las alumnas del caso Rosa resaltan la utilidad de los contenidos de geometría, ángulos y otros conceptos matemáticos que han aprendido a través de la robótica en la materia de programación, a pesar de tener actitudes muy negativas hacia las matemáticas.

Aunque ambos docentes utilicen diferentes metodologías de E-A en función de las necesidades y objetivos educativos, y en la materia de tecnología de ambos casos, prime la metodología Maker, una metodología por proyectos y fundamentada en el aprender haciendo, el alumnado del caso Carlos parece otorgarle una mayor importancia y hacer un mayor hincapié en el aprendizaje cooperativo que a la metodología por proyectos. En la materia de programación, en la que se combinan diferentes metodologías de E-A, prima el aprendizaje cooperativo. El aprendizaje cooperativo, el cual en algunos casos dista bastante del ideal, es una de las metodologías principales en la que los docentes fundamentan su práctica y a la que el alumnado le otorga un mayor valor. La relevancia del aprendizaje entre iguales, para Rosa, reside en la capitalización que tienen los grupos para incrementar su nivel de aprendizaje mediante la interacción, es decir, considera que mediante esta metodología el conocimiento *“llega a donde el profesor no siempre llega* y da la oportunidad de que todos participen en el logro, en la realización del ejercicio, de la tarea, del proyecto etc. y que todos aporten” (ENT2-R, 4). En este aspecto, al alumnado del caso Carlos les resulta mucho más sencillo comprender un concepto que les resulta complejo cuando se lo explica un compañero/compañera que propio el/la docente. La razón de este hecho es que el grupo de igual está se sitúa en un desarrollo cognitivo próximo y tienen experiencias similares en la materia de estudio. Además, el alumnado de ambos casos considera aprender mucho más mediante esta metodología, debido a la ayuda que se brindan, al apoyo y a la complementariedad que caracteriza al aprendizaje cooperativo. Y también afirma aprender otras habilidades más allá de los contenidos como la escucha activa, a valorar diferentes opiniones, a ser responsables y autónomos, y a contrastar información; aunque, como ya se ha señalado, el elemento más destacado, relevante y valorado es la ayuda que se brindan los unos/unas a los/las otros/otras.

No obstante, para que el aprendizaje cooperativo sea exitoso el alumnado debe estar implicado en la tarea o la materia y motivado, puesto que, como se puede ver en el caso

Rosa, el propio alumnado percibe que los grupos cooperativos funcionan mejor en el obradoiro de robótica que en la materia de programación – a pesar de ser ambos optativos – y alegan que esto se debe a que hay muchos alumnos que eligieron programación como una escapatoria a la música. Rosa también percibe que el alumnado trabaja mejor cooperativamente en la materia de tecnología que en la de programación y señala, al igual que parte del alumnado, como hay alumnos – principalmente varones – que han elegido esta optativa como una huida de la contraoferta educativa en lugar de por el interés. Este alumnado, para la docente, tiene unas expectativas equívocas sobre la materia, a menudo asocian a la programación como en el manejo de los ordenadores, y considera que será una materia muy sencilla que no les requerirá ningún tipo de esfuerzo, lo contrario a la realidad de esta asignatura. De este modo, en la materia de programación nos topamos con alumnado que considera que durante el desarrollo de la materia están trabajando cooperativamente y, una minoría, que son conscientes de que lo que están realizando no es aprendizaje cooperativo sino, en todo caso, trabajo grupal. En este aspecto, el alumnado del caso Carlos considera que su aprendizaje es cooperativo y como ejemplo de ello subrayan la imposibilidad del funcionamiento de las comisiones, por su interdependencia e interconexión, si no se trabajara de esta forma.

Además, encontramos diferencias relativas al género no solo en la implicación en el aprendizaje cooperativo, sino en su propia concepción. Las alumnas del caso Carlos, aunque señalan los múltiples aspectos positivos del aprendizaje cooperativo, en su entrevista grupal también señalan preferir, en muchas ocasiones, el aprendizaje individual – en materias diferentes a tecnología - porque sienten que la mayor parte del trabajo grupal recae en ellas, además de afectar a su rendimiento. Esto evidencia que, en muchas ocasiones, y a pesar de que el profesorado estime lo contrario, en las aulas se lleva a cabo un aprendizaje que poco o nada tiene que ver con el aprendizaje cooperativo que acaba derivando en que parte del alumnado no se implique y que toda la responsabilidad acabe recayendo en la otra parte, generalmente alumnas – que por su alto valor de logro no son capaces de no realizar o implicarse en las tareas – y que da lugar a “trabajos grupales” que son una amalgama de piezas realizadas individualmente que luego se intentan encajar. Las alumnas del caso Rosa, que tienen la misma percepción, entienden y están de acuerdo con que los grupos cooperativos no sean homogéneos – es decir se compongan por alumnado con diferentes ritmos de aprendizaje -, pero ponen el foco atención y objeto de sus quejas sobre la conducta de sus compañeros o su implicación. Así, suelen ser ellas las que tienen que forzarlos a hacer las tareas o actividades, supervisar constantemente

que estén implicados, o en el peor de los casos realizar las tareas para que parte del grupo se las copie y/o o tener que lidiar con conflictos internos entre dos participantes del grupo. No obstante, las alumnas de este caso, a pesar de no estar contentas con sus grupos cooperativos, lo prefieren a trabajar individualmente y estiman que los beneficios que les aporta este tipo de aprendizaje son mayores que los inconvenientes. Por lo tanto, podemos concluir que las alumnas, de ambos casos, están a favor de un aprendizaje cooperativo y ante lo que presentan reticencias es al trabajo grupal porque todo el peso, la responsabilidad y la realización de las tareas recae en ellas, llevándose a cabo un aprendizaje totalmente opuesto a lo concebido por el aprendizaje entre iguales.

Sin embargo, Rosa no considera que exista una diferencia de género en relación a la concepción del aprendizaje cooperativo, ni que las alumnas ayuden más que los alumnos, aunque sí que percibe que las alumnas se implican mucho más en el aprendizaje, generalmente, que los alumnos, porque son más responsables y más comprometidas (ENT2-R, 37-38) ocasionando que sean ellas las que vayan más avanzadas y tiren más del grupo porque querer conseguir los mejores resultados posibles – lo que evidencia, de nuevo, el mayor valor de logro de las alumnas con respecto a los alumnos -. Asimismo, la docente estima que las niñas se encuentran más cómodas trabajando en grupos segregados, aunque no es capaz de determinar si esto se debe a la confianza o por el nivel de compromiso e implicación - superior en las niñas-, puesto que ellas van a dar y exigir, generalmente, el mismo nivel de compromiso al grupo (ENT2-R, 39-43).

Otra de las metodologías de E-A empleadas en ambos casos, aunque en mayor medida en la materia de tecnología del IES Margaret Hamilton, es el aprendizaje autónomo cuya aplicación difiere entre ambos casos. En el caso Carlos, este tipo de aprendizaje se evidencia con la resolución de problemas que le va surgiendo al alumnado durante el desarrollo del proyecto Maker School como por ejemplo arreglar las radios, conseguir que una empresa les ceda – gratuitamente – su aplicación de gestión de ventas, desatascar el extrusor de la impresora 3D, la organización de las tareas o mediante la búsqueda de información para la resolución de problemas. En este aspecto Leticia señala: “*é aprender a resolver as dudas nos mesmos sin que nadie esté encima nosa dicíndonos ao pé da letra como teñen que ser*” (GD4-MH, 17-18). El aprendizaje autónomo del alumnado del caso Rosa se fundamenta en la realización de las actividades – cerradas y bastante guiadas – en los grupos cooperativos. Sin embargo, este alumnado está convencido de llevar a cabo un aprendizaje autónomo en el aula, pues estiman que, aunque las fichas proporcionan

unas pautas e indicaciones para la realización de la actividad no implica una resolución sencilla y rápida, sino que para la consecución de la tarea es necesario pensar y visualizar como colocar los bloques y los comandos que deben utilizar. En definitiva, que les permite aprender no a través de unas instrucciones que les da la docente sino mediante la exploración, el descubrimiento y el ensayo error.

Finalmente, y a pesar del empleo de diversas metodologías de E-A eminentemente activas, la materia de tecnología no consta entre las favoritas para ningún alumno o alumna del caso Carlos y la materia de programación sólo para una minoría – tres niñas y dos niños -. Además, el alumnado sigue presentando ciertas actitudes negativas hacia las materias de ciencias como desagrado o desinterés. Sin embargo, podemos concluir que el alumnado de ambos casos está más motivado y tiene unas actitudes más favorables de las que tendría si no se emplearan metodologías activas de E-A, como vimos en el caso Rosa un gran número de alumnos y alumnas huyeron de la optativa de tecnología al no haber bajado al taller el año anterior, y, consecuentemente no haberse realizado el trabajo por proyectos –durante la recogida de datos sólo tres estudiantes se habían matriculado en tecnología de 4º de la ESO mientras que en este curso, 2020-2021 18 estudiantes están matriculados en esta materia - . Adicionalmente, las metodologías activas de E-A para los docentes no sólo fomentan actitudes positivas hacia estas materias, sino que hacen a estas asignaturas más inclusivas y adaptables a las necesidades educativas y ritmos de aprendizaje del alumnado. Estiman que los alumnos y las alumnas con peor rendimiento académico suelen implicarse y participar más en las materias con una mayor aplicación práctica o un aprendizaje basando en la metodología maker o learning by doing, además de encontrarlas más sencillas y asequibles.

6.2.1.2 Rol del docente

Aunque la metodología de E-A sea influyente un elemento que potencie y fomente actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología, lo cierto es que la figura del/de la docente parece tener un mayor impacto que la primera. El alumnado considera al docente un factor que puede desarrollar actitudes positivas de agrado o desagrado por una materia, siendo, para, esta influencia mucho más significativa para las alumnas. Las alumnas del caso Carlos en los grupos de discusión ponen ejemplos concretos de cómo el o la docente ha influido en el gusto por una materia y, las alumnas del caso Rosa aluden

constantemente a la figura del/de la docente, en vez de a la metodología, para explicar cuál es su materia preferida.

Además, las alumnas de ambos casos explican los cambios actitudinales que han tenido hacia una materia debido al/ a la docente, como Alicia y Leticia, a las que nunca les gustaron las matemáticas hasta este año, gracias a la profesora y su forma de impartir la materia. O a Matilde y Laura, alumnas del caso Rosa, a las que les ha empezado a gustar la biología por el profesor - primera de ellas las odiaba hasta que Daniel le empezó a dar clase y ahora es de sus materias favoritas -. Todo el alumnado entrevistado del CPI Ada Lovelace – tanto alumnas como alumnos – coincide en el papel, fundamental, que ha tenido el docente de biología en el fomento actitudes positivas como interés y gusto por la biología entre el alumnado.

El alumnado establece unas características, concretas, del rol docente que influyen positiva o negativamente en el gusto por la materia. Uno de ellos es el trato o la relación interpersonal con el/la profesor/profesora, la cual es más relevante para las alumnas que para los alumnos. Para dos alumnas del caso Carlos esta influencia ha sido bastante significativa hasta el punto de haberse planteado estudiar algo relacionado con la tecnología debido a la docente de tercero de la ESO. Sin embargo, cuando explican los motivos que las llevaron a considerar esta elección no hacen referencia a la forma de impartir docencia de la profesora o las actividades que realizaban en la materia, sino a la forma de ser de la docente y la relación que tenían con ella. Asimismo, las alumnas de este caso destacan entre los elementos que les generan sentimientos de desmotivación hacia una materia a la actitud rígida y poco democrática de Carlos y su forma de dirigirse hacia ellas. La relación interpersonal con la docente es igual de importante para las alumnas del caso Rosa, como para Celia, que considera que lo que diferencia a la asignatura de programación con el resto no es la metodología de E-A, sino el trato y su relación con la docente, al igual que Cristina, que describe a Rosa como un ejemplo a seguir. Matilde, Diana y Laura cuando explican lo que más les gusta de la docente de la materia no destacan simplemente su forma de explicar sino lo pendiente que está del alumnado y lo que se preocupa por ellos y ellas, además de reconocer a Rosa como una figura que les brinda apoyo y que las anima a seguir adelante. No obstante, además de la relación interpersonal, la severidad del docente o la paciencia, el factor al que el alumnado le otorga una mayor influencia es la forma de explicar del docente, pues el alumnado

durante todas sus conversaciones, aunque no se les pregunte específicamente sobre la influencia del docente sobre la materia, hacen referencia a este elemento.

Llegados a este punto es innegable influencia positiva o, como veremos negativa, que tiene el profesorado sobre el gusto y motivación del alumnado hacia una materia o ámbito de estudio. El alumnado, a pesar de exponer ejemplos muy positivos, también hace referencia a como profesores han desarrollado actitudes negativas hacia la materia, como el docente de matemáticas en el caso Rosa y la docente de física y química en el caso Carlos. El alumnado coincide que esta desafección está causada por la forma de explicar la materia, y para el alumnado del caso Rosa también por la actitud del docente – poco paciente, alterada y el cual grita cuando no lo entienden -. Esta actitud, al igual que lo que acontecía con la relación interpersonal, parece ser más significativa para las chicas que para los chicos, pues son ellas las que más destacan este elemento y hacen más referencia a las conductas del docente durante los grupos de discusión y, sobre todo, durante las entrevistas. No obstante, para el alumnado del caso Carlos la problemática de la docente de física no subyacía en su actitud, sino simplemente en la forma de explicar la materia.

En definitiva, el declive actitudinal del alumnado hacia las materias científico-técnicas, en estos casos matemáticas – la cual era de las materias mejor acogidas por el alumnado en la educación primaria - y física, es un problema multifactorial cuya causa se encuentra, unido a la mayor abstracción que requieren estas materias a medida que se avanza en el sistema educativo, en la forma de explicar de los docentes – no repitiendo varias veces o repitiéndolo tal y como ya lo habían explicado anteriormente –, en ocasiones en la actitud del docente – como en el caso Rosa -, en la metodología tradicional de enseñanza fundamentada en la memorización y realización de ejercicios tipo a la cual recurría la docente de física y a exámenes que requieren unas destrezas diferentes a las aprendidas en las aulas – las alumnas del caso Carlos subrayan que, literalmente, en los exámenes de física no sabían lo que se les estaba preguntando-.

No obstante, el alumnado no solo considera que el profesorado pueda influir positiva o negativamente sobre el gusto y actitud hacia determinadas materias, sino también en su rendimiento académico y, en el caso Rosa, en su motivación hacia dicha materia. La mayoría del alumnado del caso Rosa y parte del alumnado del caso Carlos también percibe la influencia que ejerce el profesorado sobre la elección de materias, en este caso relacionadas con la ciencia y la tecnología. Esta influencia es sobre todo indirecta, a través

del fomento de actitudes positivas o negativas hacia su materia y hacia ciertas ramas de conocimiento. Sofía, alumna del caso Carlos, afirman que la profesora de física de tercero le hizo odiar esa materia e irse apartando de las ciencias, mientras que Carla apunta a que la nueva docente de esta materia le ha hecho cambiar la percepción – difícil y aburrida - y las actitudes negativas que tenía hacia dicha materia. Las alumnas del caso Rosa, como Cristina expone como el docente de matemáticas la hizo cambiar de dirección, haciéndola valorar cursar letras en lugar de ciencias, a pesar de que le gustaría ser criminóloga. Sin embargo, el docente también puede ejercer una influencia directa, pues alumnado del caso Rosa explica que si han tenido clase con un docente y no les gusta su forma de explicar o su actitud hacia ellos dejarían de elegir la materia si la impartiera ese/esa docente. A pesar de que el alumnado estime que el profesorado influye en la elección de estudios, cuando se les pregunta si el o la docente de programación o tecnología han formado parte de su elección, el alumnado del caso Carlos estima que no, mientras que el alumnado del caso Rosa tiene perspectivas encontradas. Una parte del alumnado estima que Rosa no ha sido un factor influyente a la hora de elegir programación como optativa, mientras que otros y otras alumnos y alumnas estiman lo contrario. Esta disparidad de perspectivas se puede deber a que el alumnado que no ha reconocido a Rosa como factor influyente no la conocían y no habían tenido contacto con ella antes de elegir la optativa, recordemos que programación es una materia de primero de ESO, mientras que los y las que la reconocieron como un elemento a tener en cuenta ya habían ido al obradoiro de robótica que esta docente imparte. Esta hipótesis se sustenta no sólo en que la mayoría del alumnado si tuvieran la opción de volver a cursar programación elegirían volver a cursarla con esta docente, sino en las declaraciones de Ismael y Aldán, que, aunque estiman que la docente no ha sido un factor que formara parte de la elección de esta optativa, reconocen que gracias a ella se les ha hecho mucho más llevadera y que no sería lo mismo con otra profesora.

Otro de los factores intervinientes, en el caso Rosa, en la elección de programación ha sido el obradoiro de robótica – una actividad extraescolar con actividades similares a las realizadas en programación que se oferta desde 4º de primaria y a la que asiste un número considerable del alumnado, y especialmente alumnas, de programación -. Esto nos evidencia, al igual que estima la docente, la necesidad del fomento de actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología desde etapas más tempranas, como la educación primaria, cuando el alumnado aún conserva actitudes positivas y aún no ha comenzado el declive

actitudinal, que según la literatura comienza en torno a los 12 años y el cual coincide en España con el paso de la educación primaria a la educación secundaria obligatoria, que además, de ser un cambio de etapa también es un cambio de organización escolar - ya no existe un profesor o profesora que imparta la mayoría de las materias sino que está conformada por especialistas, que, en muchas ocasiones tienen una escasa formación pedagógica -.

6.2.2 Valor subjetivo de la tarea: utilidad, valor de logro y coste.

6.2.2.1 Utilidad

El alumnado de ambos tiene ideas diversas acerca de la utilidad de los contenidos, destrezas, habilidades, es decir, de los aprendizajes, más allá de las propias materias científico-tecnológicas, que adquieren en las instituciones educativas. La mayoría del alumnado del caso Carlos, a pesar de afirmar considerar útil lo que aprenden en el instituto para su vida diaria, es incapaz de ejemplificar dicha utilidad. Esto nos sugiere que o bien la utilidad de los contenidos, habilidades, destrezas que conforman parte del currículo educativo no es tan evidente y/o que el alumnado nunca ha tenido o se le ha proporcionado la oportunidad de reflexionar sobre dicha utilidad. En el caso Rosa una parte del alumnado destaca y ejemplifica la utilidad de lo que están aprendiendo en matemáticas, lenguas y programación para su vida cotidiana, mientras que la otra parte, al igual que el alumnado del caso Carlos, aunque alegan considerar útil el aprendizaje escolar, no son capaces de justificarlo, ejemplificarlo. Además, posteriormente, el alumnado acaba confesando que hay contenidos de los que nunca han sabido o se les ha explicado su utilidad y de los cuales se han olvidado o se van a olvidar en un par de años. Esto evidencia que el alumnado de ambos casos a lo largo de su escolarización ha tenido aprendizajes que carecen de significación, aprendizajes que probablemente hayan sido adquiridos pasivamente, de forma memorísticas y movilizado sólo en ocasiones puntuales como la realización de ejercicios o exámenes. En este sentido, cuando al alumnado del caso Rosa se le invita a la reflexión, reconoce que los contenidos que están aprendiendo en el instituto actualmente tienen poco que ver con su vida diaria, y consideran que su utilidad radica en la adquisición de una cultura general, aprobar exámenes, la potencial utilidad de los contenidos en su futuro y para elegir estudios posteriores. El alumnado del caso Carlos, considera que la utilidad de lo que aprenden dependerá de los contenidos de cada

materia, y al igual que el alumnado del caso Rosa, considera que la utilidad radica en la adquisición de unos contenidos mínimos necesarios para tener una cultura general, en su potencial utilidad en su vida adulta y en la elección de estudios postobligatorios.

El alumnado del caso Carlos a las materias que considera más útiles a corto plazo, es decir, las que guardan relación y cuyos contenidos son aplicables a su vida cotidiana, a tecnología y TIC. El alumnado explica que consideran imprescindible entender cómo funciona el mundo de la tecnología y electrónica cuando en nexo sociedad-tecnología es cada vez más evidente y su exposición y dependencia de los dispositivos electrónicos innegable. Asimismo, también contemplan la utilidad a corto plazo de las lenguas, la economía y las matemáticas, aunque de estas últimas sólo un dominio básico – sumar, restar, multiplicar, dividir y porcentajes -. No obstante también ejemplifican la utilidad de la materia de tecnología a largo plazo con la práctica de los circuitos eléctricos, la práctica de las instalaciones de la vivienda y la comisión de domótica por la relación que guarda con el hogar, con el proyecto Maker School - concretamente la creación y funcionamiento de una empresa y la comisión de I+D+i para los chicos y la de mantenimiento para las chicas – y, sobre, por las salidas profesionales que caracterizan a esta rama de conocimiento. El alumnado también considera útil a largo plazo la materia de inglés debido a la importancia del dominio de esta lengua para la búsqueda de empleo, la materia de iniciativa emprendedora, y biología por los conocimientos relacionados con el entorno. No obstante, para los alumnos y alumnas del caso Carlos lo que determinará la utilidad de una materia a largo plazo será su vinculación con la rama de estudios que cada alumno y alumna quiera cursar o desarrollar una profesión en, siendo, para pocos y pocas de ellos y ellas, en este aspecto, útil la tecnología o alguna materia de ciencias.

La mayoría del alumnado del caso Rosa, al igual que el alumnado del caso Carlos a excepción de las materias de tecnología y TIC las cuales todavía no ha cursado, considera a las lenguas y las matemáticas – operaciones básicas – las asignaturas más útiles a corto plazo. Las niñas también consideran útil programación, concretamente la parte de Scratch afirmando que estos conocimientos pueden ser utilizados para programar una batidora o para enseñar a los más pequeños. En contraposición al alumnado del caso Carlos, la mayoría del alumnado del caso Rosa considera a las matemáticas y la materia de programación – materia que no han cursado el alumnado del caso Carlos - las más útiles a largo plazo. La utilidad más evidente de la materia de programación reside en la programación de los robots y el manejo del ordenador, aunque a pesar del curso en el que

se encuentran, hay alumnos y alumnas que la sitúan en el desarrollo profesional. Como hemos apuntado, el alumnado del caso Carlos no ha cursado nunca la materia de programación, pues este centro no la incluye entre su oferta de materias optativas. Sin embargo, este el alumnado lo que más extraña, echa en falta y considera que hubiera sido útil aprender en la materia de tecnología son contenidos de robótica y el uso más asiduo de los robots. Podemos concluir en que el alumnado de ambos casos presenta una percepción similar sobre la utilidad de ciertas materias a corto plazo, y difiere en la utilidad de las materias a largo plazo. El alumnado del caso Rosa no vincula, en la misma medida, la utilidad a largo plazo con las salidas profesionales y elección de estudios que el alumnado del caso Carlos. Lo que evidencia que, la utilidad a largo plazo de una materia radicarán, en cierta medida, de la etapa y momento educativo en el que se encuentre el alumnado, pues unos al estar iniciando la educación secundaria no tienen entre sus preocupaciones la elección de estudios postobligatorios o las salidas profesionales.

Podemos concluir que el alumnado considera algunas materias de la rama científico-tecnológica y sus contenidos útiles tanto a largo como a corto plazo, como matemáticas, tecnología, programación, TIC y biología. No obstante, el alumnado también hace referencia a la utilidad de determinadas materias en su vida cotidiana. El alumnado del caso Rosa subraya la utilidad de la biología para el conocimiento del entorno próximo como la identificación de piedras, alimentos o plantas venenosas. Aunque, considera que la materia más relacionada con su vida es la programación, no solo por el uso, evidente, del ordenador o dispositivos electrónicos sino también por el conocimiento que les aporta sobre el funcionamiento las máquinas y dispositivos electrónicos que consideran necesario al vivir en un mundo cada vez más tecnológico. El alumnado del caso Carlos, a pesar de que esta materia no les guste demasiado, señala la utilidad – a largo y corto plazo - y vinculación de la materia de tecnología con su vida cotidiana, a través del manejo y mantenimiento de aparatos electrónicos y de algunos contenidos específicos como las prácticas de los circuitos eléctricos e instalaciones de la vivienda.

6.2.2.2 [Valor de logro](#)

El valor de logro, en líneas generales, se considera la importancia de hacerlo bien en una actividad o tarea. La mayoría de las alumnas entrevistadas del CPI Ada Lovelace afirman explícitamente esforzarse mucho más que sus compañeros varones en los estudios. Sin

embargo, las alumnas del IES Margaret Hamilton, aunque no evidencian explícitamente esta percepción, implícitamente nos dejan entrever que poseen, al igual que las alumnas del caso Rosa, un valor de logro superior al de sus compañeros cuando afirman que en los trabajos grupales casi toda la responsabilidad recae en ellas o cuando reconocen que, en la mayoría de las ocasiones, son ellas las que acaban realizando el trabajo.

Las alumnas del caso Rosa reconocen que ellas se esfuerzan más porque quieren tener un mayor rendimiento, es decir, sacar buenas notas, aunque no lo hacen por competitividad o concurrencia competitiva sino por satisfacción personal y por las posibles ventajas que esto pueda tener en futuro. Además, estiman que sus compañeros varones, por diversos motivos entre los que destacan los roles de género como veremos posteriormente, se conforman con aprobar las asignaturas y no tienen el rendimiento académico entre sus prioridades. En este sentido, alumnos varones reconocen que las chicas son más mucho más responsables y se implican más en los estudios que ellos y afirman que cuando algo les gusta se implican desmesuradamente. Además, también descartan como motivo de la baja matriculación de las chicas en carreras científico-técnicas la dificultad, es decir, que a ellas les resulten más difíciles las materias de ciencias y lo justifican alegando que las chicas de su instituto suelen poner más ganas e interés que los chicos. Para las alumnas de una de las entrevistas grupales este claro desinterés de los niños hacia los estudios se relaciona con los roles de género, pues consideran que ellos sólo se esfuerzan cuando se trata de una competición y afirman que falta de interés es para marcar su rol de “macho” de la clase. La docente también percibe esta clara dicotomía en relación con el valor de logro entre los alumnos y las alumnas en las materias que imparte, siendo ellas las que más se implican, aunque no por un interés superior hacia la materia sino por su constancia. Además, la docente también percibe que las alumnas son mucho más trabajadoras, constantes y que se suelen exigir mucho más a sí mismas, no sólo en las materias de ciencias, sino en todos los ámbitos de estudio. Rosa explica esta mayor implicación, constancia y preocupación por el rendimiento con la necesidad de retroalimentación positiva de las alumnas, necesidad que no es requerida por los alumnos o a la cual no le otorgan tanta importancia. Consideramos que la necesidad de retroalimentación positiva de las niñas se puede deber a su inferior autoconcepto de habilidad en relación con el de los niños, que requiere un feedback constante sobre sus habilidades para comprender y cerciorarse de que están haciendo las cosas adecuadamente.

6.2.2.3 Coste

A pesar de que la percepción de las materias de ciencias es más positiva de lo que se muestra la literatura, en tanto que el alumnado del caso Rosa las considera interesantes y divertidas, y el alumnado del caso Carlos prácticas y útiles, las asignaturas de ciencias siguen siendo percibidas como difíciles. Nos encontramos que la percepción de dificultad no es homogénea en ambos casos, pues, el alumnado del caso Carlos le otorga esta característica a todas las asignaturas de ciencias, mientras que el alumnado del caso Rosa sólo a las matemáticas. El principal problema de esta percepción es, tal y como recoge la literatura, el aumento del coste que tiene para el alumnado la elección materias o carreras científico-tecnológicas y el desarrollo de una profesión en este ámbito.

En este aspecto, el alumnado considera el esfuerzo, además del gusto, interés y motivación, un componente esencial que determinará el éxito en las materias o carreras científicas. El alumnado del caso Rosa considera al esfuerzo un elemento clave para triunfar en estas ramas de conocimiento, mientras que las alumnas del caso Carlos parecen otorgarle a éste una mayor relevancia que sus compañeros varones, pues estiman que, al igual que las alumnas del caso Rosa, con esfuerzo podrían tener éxito en dichas materias y rama de estudios. Además, la mayoría de las alumnas de ambos casos afirman realizar un mayor esfuerzo en las materias de ciencias porque las de letras les resultan más sencillas y se les dan mejor. El esfuerzo al que aluden las alumnas no es un esfuerzo puntual, es decir, estudiar para un examen o una asignatura en concreto, sino a la percepción de que las materias de ciencias requieren un esfuerzo sostenido y a largo plazo. En este aspecto, dos alumnas del caso Carlos afirman que, a pesar de plantearse realizar un bachillerato de ciencias, se acabaron decantando por un ciclo medio al considerar que el bachillerato era mucho rollo o se les venía grande. Mientras que Tatiana y Celia, dos alumnas del caso Rosa que llevan años asistiendo al club de robótica y cuyas materias favoritas en primaria eran las matemáticas y en la actualidad la programación, afirman no tener las características necesarias para tener éxito en el ámbito científico-tecnológico por carecer de la paciencia o constancia necesarias.

Rosa estima que una de las principales causas de la desafección hacia la ciencia y la tecnología reside en la imagen – como difíciles y largas – de las materias y carreras científico-tecnológicas que conforman el ideario social y las cuales posee el alumnado, unida a la poca cultura de la perseverancia y el esfuerzo que caracteriza a las nuevas

generaciones acostumbradas a la consecución de resultados inmediatos y las cuales no se están enseñando en las escuelas. Esta visión de dificultad se hace evidente en los discursos de las alumnas cuando describen a las ingenierías: difíciles y con muchas matemáticas, y las que la mayoría descarta totalmente como posible salida profesional en el ámbito de la ciencia y tecnología.

En el apartado de imagen del trabajo científico hemos comprobado que el alumnado considera características esenciales de los científicos y científicas la dedicación, el empeño, la tenacidad y el esfuerzo. El alumnado en sus relatos alude al esfuerzo que tuvo que realizar Carracedo, aunque no Katie Bouman, para llegar a ser científico. No obstante, la omisión de este elemento en los relatos de Bouman se puede deber a que en las instrucciones se les indicó que debían hablar de las diferencias entre ambos, cabiendo la posibilidad de que el alumnado estime que este esfuerzo también haya sido realizado por la científica. Esto sería factible en tanto que el alumnado reconoce el esfuerzo que tienen que hacer las mujeres para hacerse un hueco en el mundo científico-tecnológico, un esfuerzo que no está relacionado con su capacidad sino con las barreras externas a las que se enfrentan. Para el alumnado este esfuerzo repercutirá en vida personal y familiar de las científicas, lo tendrá consecuencias en la conciliación familiar o, para el alumnado del caso Rosa, incluso en la conformación de una familia.

6.2.3 Identidad y autoconcepto de habilidad

El alumnado no atribuye unos rasgos específicos a la profesión científica en comparación con otras profesiones, pues hacen referencia al esfuerzo, disciplina, gusto e interés de los y las científicas por su trabajo. Para la mayoría del alumnado el elemento principal que determinará el éxito en las ciencias es el interés y el gusto hacia esas áreas, además de la constancia, perseverancia y dedicación, por su influencia sobre la motivación y la implicación, elementos también imprescindibles para la realización y consecución de estudios científico-técnicos. Las diferencias entre ambos casos se sitúan en torno a la capacidad o inteligencia como elementos fundamentales para el éxito, siendo esta postura sustentada por el alumnado del caso Carlos, y refutada por el alumnado del caso Rosa, el cual no reconoce entre las cualidades de una persona necesarias tener éxito en las ciencias a la inteligencia o capacidad, pero sí al esfuerzo e implicación. No obstante, la docente del CPI Ada Lovelace, estima que el éxito en estas materias está definido por el gusto e interés que tenga el alumnado por la materia y por las capacidades individuales de cada alumno y alumna.

Como se ha establecido en la literatura, uno de los componentes que conforman las expectativas de éxito y un factor que influye sobre las conductas relacionadas con la elección de actividades junto con el valor que los/las estudiantes asignan a una determinada tarea – interés, disfrute, utilidad e importancia de esa tarea – es el autoconcepto de habilidad – creencias de competencia en una determinada actividad -. Este componente para el alumnado resulta estar estrechamente ligado al gusto, ya que en los casos se evidencia que sus materias preferidas suelen ser las que mejor se les dan. En este aspecto, Diana e Iria, alumnas CPI Ada Lovelace, consideran ser buenas en las letras y tienen como materias favoritas el francés y la biología y la lengua castellana e inglés, respectivamente. Mientras que Celia y Cintia, cuya materia favorita es la programación, afirman tener mejores habilidades para las ciencias que para las letras. En el caso Carlos, la materia favorita y la que mejor se da a Javier es la biología, mientras que a Carla son las matemáticas, y a Sofía le gustan y se le dan bien las ciencias sociales – quiere estudiar historia -. Macarena, otra alumna del caso Carlos, cuando habla de su materia favorita hace referencia a su autoconcepto de habilidad: *“dáseme bastante ben...entonces...”* (GD3-MH, 128-130). Lo que evidencia la conexión del autoconcepto y el gusto por las materias, pues el alumnado va a tener actitudes positivas – gusto e interés – por materias en las que gocen de un buen autoconcepto de habilidad, es decir, consideren ser capaces o estimen tener las habilidades suficientes. Esto no está asociado con el rendimiento per se puesto que es habitual, y sobre todo en el caso de las chicas, que estos elementos – el autoconcepto de habilidad y el rendimiento - no se correlacionen. Cristina, alumna del caso Rosa, tiene un autoconcepto bastante bajo sobre sus habilidades matemáticas, pues en múltiples ocasiones hace referencia a sus escasas habilidades para las matemáticas, a pesar de que nunca las llegó a suspender: *“llegar a suspender no, llegar a suspender no, pero aprobar con notables y cosas así, sí”* (GD4-AL-1, 284). Tatiana y Celia, a pesar de que las matemáticas han sido su materia favorita hasta la ESO – nótese que este año no les gustan debido al profesor - consideran que ya no se les dan bien porque han bajado sus notas a notables y destacan no ser capaces entender la asignatura. A este respecto Carla, alumna del caso Carlos, cuya materia preferida son las matemáticas y la física, considerando tener mejores habilidades en la primera que en la segunda, cuando habla de su materia favorita alega: *“non sei gústanme moito as ciencias pero tamén me gustan moito os números aínda que non se me dan moi alá...”* (GD1-MH-2, 4). O Macarena, que, pese a tener notables en las materias de ciencias – TIC y matemáticas – y reconocer que le resulta más fácil la materia de tecnología que el francés, además de reconocer la

utilidad de las materias de tecnología y TIC para su vida cotidiano, estima que ella es una persona de letras, que desde la primaria no se le han dado bien las materias científicas y que no tiene las características necesarias para tener éxito en las materias de ciencias. Todo esto no hace más que poner de manifiesto el bajo autoconcepto de habilidad que tienen las estudiantes en los dominios científicos y la desvinculación entre el concepto de habilidad y su rendimiento real. Laura, alumna del CPI Ada Lovelace, en la entrevista grupal en la que participa (EG2-AL), afirma que su materia preferida durante toda su escolarización han sido las matemáticas porque se le daban bien – ahora no tanto, pero sigue obteniendo notables – pero que sólo podrá tener éxito en las ciencias si se esfuerza, dejándonos entrever que su autoconcepto de habilidad, a pesar de su rendimiento, es bastante bajo. Cristina no está segura de poder tener éxito en las materias de ciencias, porque, aunque le guste la biología y la mayoría de las materias de ciencias se le den bien, está teniendo un rendimiento algo bajo en matemáticas – sin llegar a suspender –. No obstante, estima que con esfuerzo y dedicación podrá llegar a entenderla y mejorar su rendimiento. Tatiana, Cinta y Celia, que llevan años asistiendo al club de robótica y cuyas materias favoritas en primaria eran las matemáticas – aunque ahora a causa del docente consideran dárseles mal - y teniendo en la actualidad la programación como asignatura favorita, además de obtener mejores calificaciones en los dominios científico-técnicos y a pesar de considerar que tienen que esforzarse menos en las ciencias que en las letras – salvo Cintia – afirman haber tenido dudas sobre si apuntarse al obradoiro de robótica porque pensaban que sería demasiado difícil y que, probablemente, no se les daría bien, además de considerar que era una actividad que requería un esfuerzo mental demasiado elevado. Esto evidencia, una vez más, el bajo autoconcepto de habilidad de las alumnas y su escasa vinculación con el rendimiento académico en dominios científico-tecnológicos. Sin embargo, también debemos subrayar que en el caso Rosa hay alumnas que gozan de un buen concepto de habilidad en los dominios científicos como Zeltia y Matilde.

A pesar de su bajo autoconcepto de habilidad en dominios científico-tecnológicos, las alumnas del caso Carlos afirman tener las habilidades suficientes para tener éxito en las materias de ciencias, y afirman que el motivo de no querer seguir por esos derroteros es la ausencia de ganas y motivación. No obstante, consideramos que este bajo autoconcepto de habilidad es un factor que opera e influye, de forma enmascarada y sutil, en las expectativas de éxito y por lo tanto de la elección de estudios de las alumnas, pues ellas

mismas, excepto Carla, posteriormente reconocen no tener las habilidades suficientes para cursar un bachillerato científico. En el caso Rosa hay alumnas, como Laura y Diana, que en un principio consideran tener las características necesarias para tener éxito en las materias de ciencias, empeño, perseverancia y esfuerzo, posteriormente se contradicen cuando afirman que el bajo número de mujeres científicas no se puede deber a que las mujeres tengan una mayor dificultad o menos habilidades para dichas materias, y alegan que en su instituto las chicas tienen un mayor rendimiento académico en estos dominios debido a su esfuerzo e implicación. Esta contradicción evidencia que el autoconcepto de habilidad es un elemento que controla y condiciona encubiertamente las expectativas de éxito de las alumnas y, consecuentemente la elección de estudios.

Por lo tanto, el autoconcepto de habilidad parece ser un buen predictor de las expectativas de éxito y la intención de cursar estudios relacionados con un campo determinado. En tanto que, el alumnado de uno de los grupos de discusión del caso Rosa considera que uno de los motivos por los cuales las chicas no cursan estudios científico-tecnológicos es por su bajo autoconcepto de habilidad. Esto concuerda con la percepción de Rosa, que estima como una de las posibles causas de la baja elección de estudios científicos al bajo autoconcepto de habilidad de las mujeres – incluyéndose entre ellas – y al miedo de que dichas carreras sean demasiado complejas, complicadas y no ser capaces de terminarlas. No obstante, el autoconcepto de habilidad no es inmutable, y por lo tanto puede ser modificado, en tanto que dos alumnas del CPI Ada Lovelace consideran que el elevado número de niñas en la materia de programación se debe a que, gracias al obradoiro de robótica, las alumnas participantes se han dado cuenta de que son capaces de poder tener éxito, es decir, de poder hacerlo bien en dicha materia.

El hecho de que la mayoría del alumnado del caso Carlos considera no poseer las características necesarias para tener éxito en las materias de ciencias no se explica con su bajo autoconcepto de habilidad – aunque unos pocos estiman no tener las capacidades, refiriéndose a las habilidades necesarias - sino con sus actitudes negativas hacia la ciencia y tecnología como disgusto, desmotivación y desinterés. No obstante, en el caso Rosa, existe entre el alumnado disparidad de perspectivas acerca de sus habilidades. Una parte del alumnado, como Bruno, César, Zeltia, Laura, Matilde y Diana, afirman poseer las características necesarias para tener éxito en las materias de ciencias, puesto que afirmar ser estudiosos, esforzarse y practicar mucho – realizar todas las tareas que el profesorado les encomienda -. Mientras que otros cuatro alumnos y alumnas no están del todo

convencidos o convencidas de poseer dichas características, pues las alumnas afirman que a pesar de tener constancia les resultan demasiado complejas estas materias y los alumnos estiman que a pesar de no dárseles demasiado bien podrían llegar a mejorar su rendimiento. Sin embargo, al igual que en el caso Carlos, también hay alumnado que directamente estima no tener dichas características, como Ismael, Noelia, Cristina y Martina, además de afirmar que no les gustan las matemáticas y reconocer que tienen problemas con ellas.

Todas estas líneas revelan como la percepción de habilidad – estimación de la capacidad de uno mismo -, en adición al esfuerzo – factor más determinante, para el alumnado, para el éxito materias, en este caso, científico-tecnológicas - es uno de los elementos más influyentes en las expectativas de éxito para el alumnado de ambos casos. Siendo reconocida expresamente por el alumnado del caso Carlos, y de forma encubierta por el alumnado del caso Rosa, que, a pesar de no reconocer a la capacidad o inteligencia como un elemento necesario para el éxito en las ciencias, para justificar poseer las características necesarias para realizar satisfactoriamente estudios científico-técnicos recurren a la percepción de su rendimiento académico y a su capacidad – autoconcepto de habilidad -.

6.2.4 Percepción de la influencia más allá del profesorado

La figura de las familias parece tener un rol e importancia diversa entre el alumnado de ambos casos. El alumnado del caso Carlos considera al apoyo familiar un factor influyente en la elección de estudios, en este caso, científico-tecnológicos. En los relatos se describe y hace referencia al apoyo que obtuvo Carracedo de sus familias durante su infancia, elección de estudios y desarrollo profesional, incluso hay alumnos que consideran a las familias el factor desencadenante de su elección – curar la enfermedad de un familiar -. Sin embargo, el alumnado en sus relatos no narra un apoyo tan positivo en el caso de Katie Bouman, y en ocasiones llegan a reconocer que su familia hubiera preferido que se dedicara a otra cosa. En contraposición, para el alumnado del caso Rosa, la familia, cuya presencia en los relatos en esta faceta es anecdótica – solo Astrid menciona el apoyo que obtuvo Carracedo de sus familias y Kate la ausencia de éste -, no es un factor relevante o de influencia reconocida en la toma de decisiones para la elección de estudios. Además, las alumnas de este caso durante las entrevistas afirman no

considerar al apoyo familiar un elemento necesario en la elección de estudios y justifican que, aunque sus familias no las apoyaran en su elección de estudios, seguirían adelante dado que es lo que a ellas les gusta. No obstante, Diana reconoce que a pesar de seguir adelante con su elección – ya que sería lo que le apasiona – también necesitaría o le gustaría, por lo menos, tener el apoyo de su familia, razonamiento con el que acaban coincidiendo muchas de sus compañeras. En este sentido, las alumnas del EG1-AL además reconocen que, si no tuvieran claro que estudiar, se dejarían orientar por sus familias porque consideran que éstas van a elegir estudios con perspectivas laborales pero que también se adapten a ellas. Además, ninguna de las alumnas del caso Rosa alega haber percibido poco apoyo de sus familias sobre la elección de estudios, en este caso sobre la elección de la materia de programación en vez de música y/o sobre sus cábalas acerca de las carreras que querrían estudiar. En contraposición, dos de las alumnas del caso Carlos, afirman que en ciertas ocasiones sus familias no las han apoyado en su elección de estudios. Leticia narra cómo su padre la disuadió de matricularse en el FP de mecánica y Sofía cuenta cómo su familia intentó que estudiara un bachillerato científico en lugar de ciencias sociales debido a las salidas profesionales. Al igual que las alumnas del caso Rosa, las alumnas de este caso afirman que si sus familias no las apoyaran en la elección de estudios seguirían eligiendo los que a ellas más les conviniesen y/o interesasen – nótese que Sofía se ha matriculado en el bachiller de ciencias sociales, pero Leticia ha decidido cursar el ciclo medio de auxiliar de enfermería -. Consideramos que la percepción diferencial sobre el apoyo de las familias se puede deber a que las alumnas del caso Rosa aún no tienen que tomar decisiones significativas sobre la elección de estudios, pues están comenzando la etapa secundaria obligatoria, mientras que las alumnas del caso Carlos ya han tenido que tomar una decisión que va a afectar y condicionar, en cierta medida, su vida y futuro profesional.

Las alumnas del caso Rosa, a pesar de no otorgar un rol importante a las familias en la elección de estudios, cuando describen las posibles causas de la baja matriculación de mujeres en estudios científico-técnicos hacen referencia a la falta de apoyo que tienen las chicas con respecto a los chicos. Sin embargo, no podemos concluir que las alumnas se refieran al apoyo familiar o si se refieren al apoyo del grupo de iguales o incluso de la sociedad – entrando en juego los estereotipos de género sobre las profesiones científico-tecnológicas -. Rosa considera que el rol de las familias es fundamental para el desarrollo de vocaciones científicas y asume, acertadamente, que las familias y las escuelas siguen

educando diferenciadamente según el sexo e inculcando ciertos intereses y valores en función de este.

También encontramos diferencias entre los casos sobre el rol del grupo de iguales en la toma de decisiones y elección de estudios, el cual tiene influencia considerable para el alumnado del Caso Rosa, e irrelevante para el alumnado del caso Carlos. Las alumnas del caso Rosa perciben la influencia del grupo de iguales a través del efecto bola de nieve, pues una parte de las alumnas consideran que el principal motivo del elevado número de chicas en la materia de programación, además de porque les gusta, es por la asistencia de amigas suyas, porque ven como muchas de sus compañeras se apuntan y les gusta el obradoiro de robótica. Para Bea, entre otras alumnas, esto contribuye a que las niñas más indecisas se acaben animando y probando programación y/o el obradoiro de robótica. En este aspecto, Rosa opina que las niñas del obradoiro, al ver la cantidad de actividades dinámicas que se realizan en él, que hacen que vayan contentas y se lo pasen bien, a la par de que aprendan nuevos contenidos, habilidades y destrezas, han hecho correr la voz y han fomentado el interés entre las demás alumnas tanto por el obradoiro de robótica como la materia de programación.

Existen también visiones encontradas entre los casos con respecto a la importancia otorgada por los/las participantes a de los medios de comunicación. El alumnado del caso Rosa no reconoce o estima que estos agentes de socialización puedan configurar o influir en el ideario o imagen social de la ciencia y la tecnología o fomentar actitudes y/o intereses por determinados ámbitos de estudio, pues solo un par de alumnos mencionan en sus relatos a estas agencias – a través de programas de televisión - como promotores del interés hacia la ciencia y tecnología de los protagonistas. Sin embargo, el alumnado del caso Carlos, aunque considera que no ejercen una influencia directa sobre las elecciones y a pesar de que ninguno ha hecho referencia en sus relatos a programas o series de televisión como elementos que han fomentado el interés de Carracedo o Bouman por la ciencia y tecnología; reconocen abiertamente en los grupos de discusión su influencia en la construcción de la imagen que la sociedad – y ellos y ellas mismos y mismas – tienen sobre la ciencia, la tecnología y el trabajo científico. Este alumnado compara la escasa visibilidad que se les da a las científicas en relación con sus compañeros varones o el tiempo alocado para las noticias sobre investigación científico-tecnológica con las del mundo del deporte. En este sentido, la docente del caso Rosa considera que los medios de comunicación y las redes sociales son uno de agentes más

influyentes a la hora de reproducir los estereotipos de género y cree que, en la actualidad, la mayoría de los programas y contenidos que consumen mediante las redes sociales “*tienen un rol de género muy muy marcado*” y “*hacen mucho daño*” en la configuración y desarrollo de los roles de género del alumnado.

El alumnado del caso Rosa estima que los roles y estereotipos de género son elementos influyen directamente en la elección de estudios, ya que reconocen como una de las explicaciones sobre la baja tasa de matriculación de chicas en carreras científico-técnicas a la visión masculina de la ciencia que está aceptada socialmente. Mientras que en el caso Carlos son sólo las chicas las que reconocen la influencia de los estereotipos y roles de género en la elección de estudios. El alumnado de ambos casos hace alusión a las barreras que se encuentran las mujeres, determinadas actitudes hacia las chicas que cursan ciertos estudios científico-tecnológicos - como comentarios despectivos que pueden recibir al tomar una decisión no acorde con los roles de género establecidos socialmente - o de índole laboral, como factores condicionantes del enrolamiento de las mujeres en estudios científicos. Sin embargo, el alumnado no considera que esta matriculación diferencial en función del género se deba a la mayor dificultad o peor rendimiento del sexo femenino en las ciencias, a pesar de que las alumnas reconozcan y estimen que la sociedad sigue perpetuando esa imagen. De hecho, el alumnado del caso Carlos, contempla como explicación al escaso número alumnas matriculadas tanto en las materias de TIC y tecnología de su centro, como en estudios científico-tecnológicos, al gusto particular de cada una y a la visión masculina de la ciencia todavía vigente en la sociedad. En este aspecto, ambos docentes opinan que los estereotipos de género, al igual que conforman un ideario sobre las tareas estereotípicamente femeninas y masculinas, también conforman una imagen sobre los campos de estudios según el género. No obstante, Rosa también apunta a la escuela como institución y agente no libre de culpa, puesto que el profesorado – de forma inconsciente - y la propia institución perpetúa roles y estereotipos de género no sólo en relación con la ciencia y la tecnología.

6.3 Actitudes: gusto, interés y disfrute

La mayoría del alumnado del caso Carlos, a pesar de los métodos activos de enseñanza-aprendizaje en las materias de TIC y tecnología, sigue presentando actitudes negativas hacia las materias de científico-técnicas puesto que las considera de “**chapar**”, **aburridas**, con contenidos **poco útiles** y **difíciles**. Sin embargo, esto se puede deber a

que durante toda su escolarización ha primado una metodología tradicional de enseñanza, de carácter memorístico y enciclopedista, que obviaba el factor motivacional de la enseñanza y cuyo ejemplo lo encontramos en la materia de física la cual ha contribuido en gran medida a la desafección hacia las ciencias del alumnado de este caso. El docente de este caso considera que una de las posibles causas de la desafección hacia la ciencia y tecnología se debe a su imagen. Generalmente estas materias son vistas como difíciles, complejas y duras, percepción que, como hemos apreciado, no desaparece a pesar de las metodologías activas de E-A. No obstante, una pequeña parte del alumnado de este caso presenta actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología, pues las consideran **divertidas** – dependiendo de cada materia-, y en el caso de tecnología **práctica** y con contenidos **útiles** como los robots, los circuitos eléctricos o las instalaciones de la vivienda. En contraposición, el alumnado del caso Rosa presenta actitudes positivas hacia la ciencia y la tecnología, pues las percibe como materias **interesantes, divertidas y útiles**, aunque al igual que en el caso Carlos, depende, en cierta medida, de la materia y del profesor o profesora que la imparta. Pues, este alumnado no presenta actitudes tan positivas hacia las matemáticas, al contrario que hacia la programación – la mayoría de los grupos volverían a elegir esta materia si pudieran – ya que las considera **rígidas, aburridas** y, sobre todo, **difíciles**. La docente de este caso, en consonancia con Carlos, considera que esta percepción de dificultad sobre las materias de ciencias puede ser el posible detonante de la huida de estos campos de estudios, y apunta como posible causa de esta percepción a la necesidad de movilización de otras habilidades más allá de la repetición o memorización – habilidades que son las más usadas en la enseñanza tradicional – como la reflexión, el razonamiento y el empleo de conocimientos de otras materias.

Encontramos diferencias remarcables entre las alumnas de ambos casos, pues tres de las cinco alumnas del caso Carlos ya tenían desafección por las materias de ciencias en la educación primaria, mientras que la mayoría de las alumnas del caso Rosa – salvo cuatro - siempre han tenido actitudes positivas hacia las materias científicas. No obstante, lo común de ambos casos es que las actitudes negativas no son generales hacia la ciencia y tecnología, sino hacia áreas específicas de conocimiento, hacia la física en el caso Carlos y hacia las matemáticas en el caso Rosa. La mayoría de las alumnas del caso Rosa, a pesar de haber tenido siempre actitudes positivas hacia las ciencias, actualmente presentan actitudes negativas hacia las matemáticas, incluso alguna de estas alumnas, como Laura,

Celia, Tatiana y Matilde, han transformado las actitudes positivas que tenían hacia las matemáticas en la educación primaria por desagrado, desafección y desinterés. Además, cuando a las alumnas de ambos casos se les pregunta sobre una carrera de ciencias que les agradaría cursar, en el hipotético caso de que tuvieran que elegir una, la mayoría se decantan por las áreas más “laxas” de la ciencia como biología y descartan totalmente las ingenierías, y en el caso Rosa, las ciencias de la salud. Esto evidencia que, a pesar de los métodos activos en materias relacionadas con la tecnología, las alumnas siguen manteniendo actitudes diferenciales hacia la ciencia y la tecnología, interesándose más por dominios tradicionalmente femeninos, a excepción de las ciencias de la salud. Rosa estima que las chicas, al percibir a las ingenierías como carreras demasiado complejas, tienen miedo a no ser capaces de terminarlas satisfactoriamente, lo que provoca que las chicas decidan ni siquiera darles una oportunidad o intentarlo. Para la docente, estos factores, unidos a los estereotipos de género que rodean estas carreras y la visión masculina de la ciencia, son los que están provocando la huida de las mujeres de esta rama de estudios.

El gusto, que como hemos establecido está estrechamente ligado al autoconcepto de habilidad, y el interés son predictores más importantes en la elección de estudios que la utilidad y, para el alumnado del caso Rosa, que los y las docentes – aunque reconocen su influencia y papel en el gusto e interés por la materia que imparten -. Por lo tanto, el alumnado considera que la elección de estudios se basa en el gusto por la materia y su contenido, ya que, como hemos señalado previamente, la mayoría de las alumnas del caso Rosa, a pesar de considerar útiles las matemáticas, huiría de carreras que estuvieran basadas en ellas al considerarlas difíciles, aburridas y rígidas. Sin embargo, el alumnado sobre todo del caso Rosa, hace una clara distinción entre el gusto hacia una materia y el interés por o hacia ella, considerando al primero el valor personal y subjetivo que dependerá de las preferencias de cada uno y, estimando al segundo como el efecto del gusto - el gusto por una materia generará un mayor interés hacia ella - y como el valor que posee, en este caso, una materia – ser interesante o no -. En este sentido, el alumnado del caso Rosa considera a las materias de ciencias interesantes, mientras que el alumnado del caso Carlos no le atribuye esa característica.

Aunque parte del alumnado del caso Carlos no pudo elegir libremente como optativa tecnología debido a la organización de las materias específicas, ya que el centro impone como obligatorias tecnología y TIC en el caso de ir por matemáticas aplicadas; el

principal factor de la elección de tecnología como materia optativa para la mayoría del alumnado de este caso ha sido el gusto por los contenidos de la materia en relación con la otra materia ofertada, salvo para Javier, que lo que le hizo decantarse por tecnología fue la metodología que caracteriza a esta materia en su centro. Del mismo modo, la mayoría del alumnado del caso Rosa justifica haber elegido programación como optativa por gustarle y interesarle más que música. La principal diferencia entre ambos casos radica en la afectividad hacia la materia optativa que cursan, pues la mayoría del alumnado del caso Rosa reconoce que le gusta la materia de programación, mientras que el alumnado del caso Carlos tiene una actitud ambivalente – a unos pocos alumnos les agrada, a otros y otras no y otros están indecisos -. De hecho, sólo un alumno de este caso tiene como materia preferida tecnología. En este aspecto, a pesar de presentar actitudes positivas y de gustarles la materia de programación, ésta no se encuentra entre las materias preferidas del alumnado del caso Rosa, a excepción de Nicolas, Celia, Cintia, Martina, Enrique. No obstante, nos encontramos en ambos casos con alumnado que tiene entre sus materias favoritas asignaturas de la rama científico-tecnológica, entre las que destacan la biología en el caso Rosa y las matemáticas – en la mayoría de los casos aplicadas - en el caso Carlos. Si tenemos en cuenta el género, sólo a Carla de entre las alumnas del IES Margaret Hamilton tiene entre sus materias favoritas asignaturas de ciencias – matemáticas y física y química -, mientras que nueve alumnas del caso Rosa contemplan a alguna materia de ciencias entre sus preferidas – principalmente biología -.

El gusto, por lo tanto, es un factor determinante de la elección de estudios, en tanto que el alumnado del caso Rosa lo considera, junto al interés, el principal motivo del elevado número chicas matriculadas en la materia de programación. El alumnado de ambos casos estima a estos dos elementos determinantes, condicionantes y predictores del éxito en el ámbito científico-tecnológico, en tanto que consideran imprescindibles, para tener un buen rendimiento, al gusto y al interés por estas ramas de conocimiento. Además, también los consideran factores clave para el desarrollo de vocaciones científico-tecnológicas. Sofia, alumna del caso Carlos, señala que las chicas que se matriculan en el bachillerato de ciencias no poseen características concretas más allá del interés y gusto por las ciencias. Esta percepción también es mantenida por el alumnado del caso Rosa, que como hemos visto anteriormente, consideran al gusto y al interés por su trabajo y ámbito de estudio una de las principales características de los/las científicos/científicas.

A pesar de que el alumnado del caso Carlos sigue presentando ciertas actitudes negativas, el docente estima que las actitudes del alumnado hacia la materia de tecnología han virado y son más positivas – pues el alumnado se interesa más por la materia y ha aumentado el número de matriculados - desde que realiza el proyecto Maker School y emplea en sus procesos docentes metodologías activas de enseñanza-aprendizaje. Del mismo modo, en el caso Rosa, las metodologías activas de E-A también parecen impactar en el interés del alumnado por cursar determinadas materias, que se evidencia a través de la fluctuación del número de matriculados en la optativa de tecnología de 4º de la ESO en función del empleo de metodologías activas de E-A en la materia de tecnología del curso anterior, es decir, 3º de la ESO. En el curso en el que se realizó la recogida de datos, 2018-2019, tan solo 3 alumnos/alumnas eligieron como optativa la materia de tecnología en 4º de la ESO, que para la docente fue fruto de la imposibilidad de realizar prácticas y proyectos en el taller, debido a la elevada ratio de alumnado - 32 en total -, cuando cursaban tecnología de 3º de la ESO; en contraste este año, curso 2020-2021, la materia de tecnología de cuarto cuenta con 18 matrículas – nueve alumnos y alumnas -. Esta diferencia se debe a que el alumnado que está cursando en la actualidad cuarto de la ESO durante su etapa secundaria ha aprendido haciendo, a través de proyectos y contextualizadamente la tecnología – al contrario que el alumnado de cursos anteriores debido a la ratio -. En adición, la mayoría de este alumnado forma y ha formado parte de los Frouximakers – un grupo de alumnado que asiste al club de ciencias y/o robótica que le interesa la ciencia y la tecnología y que quiere, voluntariamente, realizar proyectos científico-tecnológicos y participar en ferias educativas de esta índole – y, consecuentemente, ha asistido a los clubes extraescolares científico-tecnológicos desde sus inicios. En este aspecto, la docente destaca la necesidad de una introducción temprana a la programación y la robótica como clave del desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia y tecnología como gusto e interés, especialmente entre el sector femenino.

Se reconoce en ambos casos una diferencia actitudinal, interés, por determinadas tareas en función al género. Aunque, Carlos en un principio establece que no existen intereses diferenciados entre sus alumnos y alumnas, posteriormente reconoce que en la materia de tecnología de 2º y 3º de la ESO, que implica la realización de proyectos con madera, las alumnas son más reticentes a realizar el trabajo manipulativo – serrar, cortar, taladrar, etc -. Del mismo modo, Rosa percibe que a las chicas en un principio les cuesta mucho más realizar ese tipo de tareas por miedo, no por miedo a cortarse o a hacerse daño, sino por

miedo al error, a equivocarse o a hacerlo mal, al contrario que los chicos que presentan mucha más seguridad en estas tareas. Esto se debe a las dudas e incertidumbres de las alumnas al nunca haber realizado estas actividades – nótese que es un centro rural y el alumnado, de sexo masculino, suele ayudar en casa con tareas de esta índole – y al bajo autoconcepto de habilidad de las chicas en estos dominios. No obstante, a pesar de que los chicos sean más proactivos y tomen la iniciativa, los proyectos con mejores resultados suelen ser los de las chicas, más curiosos, con un mejor acabado y más complejos. Para la docente, además, las alumnas se interesan mucho más por la parte del dibujo y la parte estética, que unido a su constancia, minuciosidad, esmero y trabajo da lugar a proyectos mucho mejor acabados y cuidados. Además, estima que, las alumnas, cuando descubren la tecnología se enganchan y les gusta, como hemos visto la optativa de tecnología este curso académico cuenta con el mismo número de alumnas y alumnos matriculados. La reticencia a lo manipulativo, al igual que señala el profesorado, no se debe al desinterés, sino a la falta de costumbre, pues todas las alumnas del caso Carlos alegan que les hubiera gustado haber realizado proyectos con madera en segundo y tercero de la ESO y haber aprendido a usar las diferentes herramientas del taller.

Las actividades extraescolares con actividades contextualizadas, dinámicas, interactivas y conectadas con los intereses del alumnado también parecen ser una de las potenciales soluciones de la desafección y actitudes negativas hacia la ciencia y tecnología. Como hemos visto en el caso Rosa el obradoiro de robótica ha actuado como un potenciador de actitudes positivas hacia estos ámbitos, especialmente entre las chicas, además de haber sido un factor clave, para las alumnas, en la elección de la materia optativa de programación. Además, debemos valorar el potencial de los robots en el desarrollo y promoción de actitudes positivas, pues para la docente, son elementos que resultan atractivos y motivadores al alumnado puesto que les permite programar en un entorno amigable y ver los resultados de su trabajo a través del robot (ENT-R, 66). La mayoría del alumnado del caso Rosa coincide en que lo más útil, lo que más les gusta y con lo que más aprenden en la materia de programación son los Mbot, es decir, los robots (p. 348). El alumnado destaca como elemento fundamental de los robots al componente visual, es decir, poder vislumbrar el resultado de su aprendizaje a través de los Mbot. Las alumnas del caso Carlos también apuntan a los robots como un elemento motivacional en la enseñanza. Considera a los robots uno de los elementos más destacables de la materia de tecnología del año anterior, y una de las principales quejas sobre la materia de tecnología

de este año radica en la escasa utilización de los robots en proceso de enseñanza-aprendizaje. El interés de estas alumnas por los robots subyace, al igual que para el alumnado del caso Rosa, en poder ver los resultados de su trabajo a través de su movimiento y en su montaje desde cero. En definitiva, las alumnas estiman aprender más con la robótica y a través de los robots que mediante el empleo de la impresora 3D. En este sentido, el alumnado destaca de entre los temas más interesantes de esta materia – todos ellos de carácter práctico como las instalaciones, la impresora 3D, los electrodomésticos – a los robots. Además, algunos de sus compañeros consideran, como uno de los elementos más útiles para el futuro que no han podido realizar en la materia, a la práctica de los robots y a la comisión de robótica. Antes de concluir estas líneas, queremos reflexionar sobre la importancia diferencial entre las alumnas de ambos casos sobre el montaje de los robots desde cero, siendo un asunto de gran importancia para las alumnas del caso Carlos y teniendo una relevancia nula para las alumnas del caso Rosa. Consideramos que, las alumnas del caso Carlos, le otorgan un mayor valor a este hecho por un tema identitario, pues consideran que la implicación en un proyecto vendrá dada por la participación activa y desde su comienzo. En sus conversaciones nos indican que su escasa o menor implicación en el proyecto Maker School se debe a que no lo consideran un proyecto propio, es decir, que no sienten una vinculación personal con ese porque ha surgido hace años de los intereses e ideas de otro alumnado. Esto evidencia, de nuevo, la contextualización - a los intereses y necesidades del alumnado – como factor clave para el incremento de la motivación, interés e implicación del alumnado en el aprendizaje. En este aspecto, la docente del caso Rosa estima imprescindible, para fomentar el interés hacia la materia de tecnología, la implicación del alumnado en el proyecto que están realizando, siendo necesario para ello darles libertad – dentro de unas posibilidades y límites – para escoger un proyecto que les motive realizarlo o tengan ilusión por llevar a cabo.

Para finalizar queremos apuntar que estas alumnas, no están pidiendo la finalización del proyecto o una modificación sustancial del mismo, sino que se incluyan nuevos elementos que partan de los intereses y motivaciones del alumnado que está cursando la materia, es decir, claman la necesidad de una enseñanza más democrática en la que se incluya las visiones, percepciones y emociones del alumnado.

CONCLUSIONS AND FUTURE LINES OF RESEARCH

CAPÍTULO 7: Conclusions and future lines of research

7.1 Conclusions

After the descriptive analysis of data and the interpretation through a theoretically informed view, we can draw some conclusions that gather those analyses and interpretations with the research purposes. Thus, while maintaining a clear distinction of the three issues which have structured the interpretative analysis - image, perception, and attitudes - we seek to summarize them with a sense of continuity and correlation with the research objectives.

First, we present the depiction that students hold about the scientific work, science and technology epistemology, science-technology-society approach, the nature of science and technology, and the main traits of scientists, since scientific knowledge and attitudes are closely related. Apart from allowing us to understand to which extent scientific education is fulfilling its purpose to educate responsible, competent, critical, and participative citizens and its objective “to build new ways of feeling, thinking, and acting related to scientific thinking and enable citizens to reach a dignified life in a sustainable environment” (Rivero et al., 2017).

Second, we explain the role of methodologies and teachers to develop positive or negative attitudes towards school science and scientific-technical areas and student’s motivations, values, experiences, and beliefs on which they base their achievement-related choices.

Finally, we expose conclusions related to students’ attitudes – joy, interest, and enjoyment - towards science, technology, and school science.

Issue 1: ¿What is the depiction of scientific work held by students, and specifically female students?

Students, despite having a heterogenic vision of science and technology with no significant differences between cases, continued to perpetuate some of the distorted views of science and technology such as a decontextualized view of S&T whereby technology is considered as a mere application of scientific knowledge, namely, technology as a by-product of science (Fernández et al., 2003; Gil et al., 2005.). Another impoverished view of S&T widely reproduce by the students of CPI Ada

Lovelace – the youngest students - is an empiricist-inductivist and non-theoretical view of science where scientific knowledge is viewed as a result of experimentation that overlaps with the notion of scientific ‘discovery’ presented by mass-media and other forms of popular culture (Fernández et al., 2002a y 2002b; Gil et al., 2005).

Nonetheless, students reckon the importance and impact of S&T on their daily lives but there are conflicting views regarding the importance that society grant to S&T. Additionally the student body notice and understand, partly, the complex relationship between Science, Technology and Society -STS – since they appreciate science and technology as crucial factors for social development through biomedicine, industry, biotech, and robotics but students of Rosa’s case – might be for their young age - are unable to perceive the influence society exerts on research and scientific work.

Scientists are envisioned as curious, tenacious, and disciplined people by the students of both cases, but students of Carlos’s case envision them also as intelligent, in contrast to Rosa’s case students that hold ambivalent opinions. What is clear is that scientists are pictured as people that have a true and innate passion for their field from their very young ages. Furthermore, male students of both cases imagine scientists as hardworking students that devote much time to studying and learning. On a personal level, most of Rosa’s students depict scientists as social and extroverted people, in contrast to IT people that are envisioned as geeks and gamers. In this sense, some of Carlos’s students characterize scientists as extravagant, eccentric, and quite antisocial people. Therefore, it is implicitly suggested that students keep, partially, the dominant view that regards science as an activity of isolated eccentric geniuses (Gil et al., 2005). This individualistic and elitist image of scientific activity is reflected in the stories of CPI Ada Lovelace students through iconographies as a scientist in an isolated laboratory wearing a white gown and using a microscope. However, Carlos’s students hold a more accurate vision of scientific knowledge which appears as the co-operative work of scientists and exchanges between different research teams. Nonetheless, students of both cases picture scientific work as demanding which requires commitment, engagement, and endeavour. The youngest students – CPI Ada Lovelace – consider that scientific work is well appreciated and well-paid conversely to some of the oldest students –

IES Margaret Hamilton – that acknowledge it as a field with little recognition, underpaid, precarious which also requires, sometimes, migration – talent drain -.

There are significant differences between the cases regarding the role of families. Rosa's case students confer a hardly anecdotal role to families in the decision-making process of educational choice, whilst Carlos's students contemplate them as the trigger of the career decision of scientists. In this sense, Carlos's case students in their stories constantly refer to the support that families provided to the characters of their descriptions and, to a lesser extent, the socioeconomic status of the families.

Lastly, students acknowledge the existence of barriers that hinder the professional and career development of female scientists, barriers unrelated to internal factors such as intelligence, ability, or commitment but to social factors. The youngest female students are more aware of these barriers – the invisibility of female scientists, the unequal recognition and wage gap - than their male peers whilst older students both male and female seem to perceive them to the same degree. This means that females start acknowledging social barriers, inequalities, and the androcentricity of science from an earlier age than their male peers. Due to these barriers students consider that female scientists need to make greater efforts to get a research position or obtain the same recognition that their male peers which will impact on their daily lives thus the loss of leisure time and family reconciliation. Additionally, for female students in Carlos's case and both female and male students in Rosa's case, these barriers and gender-related stereotypes and bias predetermine educational choices since they don't relate nor to cognitive ability neither field-specific ability beliefs the underrepresentation of women in scientific-technological fields.

Issue 2: ¿What's the perception students uphold about science, technology and school science and the educational process?

Interest and attitudes towards doing a task or making a choice, and in this case, towards a school subject will hinge on the teaching-learning methodologies used not only in the subject matter but also in the other scientific subjects. In this sense, both teachers agree on the overuse of traditional T-L methodology as the main problem faced by science education, and believe that the promotion of students

interest and positive attitudes towards scientific subjects rely on the use of methods and techniques based on active methodologies, in other words, based on active learning or a maker education or what Dewey referred as “learning by doing”. However, it should be noted that both teachers still use and agree on the necessity to use traditional teaching techniques to teach their subject and consider lectures and expository class sessions crucial to present, approach, and introduce the contents that students will need to conduct problem-solving class sessions. In this sense, students, contrary to the popular misconception, perceive and notice, if invited to do so, the utility of lectures or less dynamic class sessions. In fact, for students theory is not a problem by itself but the lack of theory application, in other words, students considered that what makes a lesson a practical session is not the absence of theory but the contextualization of the contents to their everyday lives and the sharpening of knowledge and action. Hence, build bridges between theory and practice seems to be one of the keys for promoting positive attitudes towards science and one of the main traits of the subject analysed. Despite the use of T-L actives approaches technology is not the preferred option for the majority of students and programming seems to be the pick for some boys and girls and, students still have certain negative attitudes – detachment or/and dislike – towards scientific subjects. Nonetheless, we can state, just like the teachers, that students are more motivated and hold more favourable attitudes compared to previous years and the ones they would if they have been taught with traditional T-L methodologies.

Therefore, T-L methodologies impact on attitudes towards S&T but not as much as the teacher’s role, since students of both cases agree that teachers have a greater influence on students' enjoyment of and interest towards S&T. Moreover, this influence seems to be more significant for female students since females students from both cases have had positive attitudinal changes towards a subject due to their teachers. Thus, students consider that certain teacher traits can promote positive attitudes towards their area of knowledge as interpersonal teacher-student relationship which seems to be more significant for female students, teacher patience and most relevant one the teachers’ skill-set – their ability to explain the contents, theories, procedures, techniques and so on -. Nevertheless, teachers also can impact negatively on students’ attitudes towards a field of study as we have seen in Rosa’s and Carlos’ cases. In this sense, students consider, again, teachers’

skill set the most relevant element along with teachers' attitude towards students – that seems to be more significant for female students than males -.

However, students consider that teachers impact not only in how much they like or dislike a subject but also in their performance and motivation, besides on the educational choices at high school and the one pursued in later stages.

Achievement motivation theory attempt to explain people's choice of achievement tasks, persistence on those tasks, vigor in carrying them out, and performance on them (Eccles, Wigfield, & Schiefele, 1998). As we have exposed in chapter three there are a variety of perspectives on motivation influences choice, persistence, and performance, among which we have chosen expectancy-value theory. This theory explains choice and student's performance through students' beliefs about how well they will do on a task -expectancy component - and the extent to which they value the task - value component -. Regarding the first component – expectancies – students of both cases attribute scientist features such as interest and joy for their jobs and discipline and endeavour, meaning that they consider effort and perseverance as key elements to succeed in scientific arenas. This is important because expectancies are specific beliefs individuals have regarding their success on certain tasks that they will carry out in the short-term future or long-term future which implies that if students don't recognize these traits in themselves they won't consider having the ability to successfully engage in a future specific task related to science. In this sense, female students from both cases have a poor self-concept of ability in scientific domains since they consider that they don't have the features – some of them referred to abilities and others to motivation, interest, or enjoyment - to succeed in scientific arenas.

According to Eccles and colleagues, subjective task value can be thought of individual's incentives for doing different tasks which is a function of four components: attainment value, intrinsic value, utility value, and cost, and seems to be the strongest predictor of children's intentions to keep taking given courses. In this sense, students of both cases consider useful programming and technology subjects both in the long and short term. The usefulness of the subject of programming is perceived through robotic coding and the use of the computer, although some students link it with future educational choices. Whilst students of Carlos' case tie the utility of technology with the everyday use of electronic

appliances, and educational choices and career prospects. Regarding attainment value female students recognize they grant a greater value to the importance of doing well on a given task than their male peers and that's why they involve far more in the lessons and striving to achieve their best. For this reason, both male and female students don't consider difficulty or performance a conditioning factor of the low rate of female students in scientific degrees since girls usually perform better and work harder than boys. As we have previously stated, students besides considering scientific subjects as difficult, also acknowledge endeavour as a key element to succeed in these areas. Both features will impact on the cost taken to accomplish the activity. In this sense, girls consider that humanistic subjects are easier and require less effort than scientific areas, although they esteem that if they try hard, they might be able to succeed in scientific domains.

In short, the cost and the perceived difficulty of maths and physics – subjects closely related to engineering degrees and in this cases taught following a traditional methodology - are fomenting hostility and disaffection towards school science among the students of our cases and conditioning educational choices.

Issue 3: ¿What attitudes have male and female students towards school science and scientific-technical subjects?

Students of Carlos' case despite the use of active T-L methodologies in both ICT and Technology subjects, continue to see school science as cramming²⁰, boring, difficult, and with contents not very useful which means they still have negative attitudes towards school science. This may be due to the lack of active T-L methodologies during the first three years of secondary education, note that in this case the active approaches are used in the last course of SE, and as literature shows positive attitudes towards S&T start declining at age 12 (Gibson y Chase, 2002, Murphy y Beggs, 2003 y Ramsden, 1998) that in Spain correspond with the 1st year of SE. Yet, some students hold positive attitudes towards technology and biology considering the second of them enjoyable, and the first one with practical and useful contents such as robots or dwelling installations. In contrast, students of Rosa's case hold more positive attitudes towards school science - except for maths which are

²⁰ To cram: study intensively over a short period of time just before an examination or to study for an examination by memorizing facts.

seen as boring, rigid, and difficult - since they perceived scientific-technological subjects as interesting, enjoyable, and useful, although these depend on the area of knowledge and the teacher who provides the lesson -.

As we have noted, and as teachers have agreed, the perception of scientific-technological areas difficulty might be triggering the low recruitment and participation in STEM higher education, and particularly among female students – bound to the poor self-concept of ability -. Nonetheless, this perception of difficulty and negative attitudes that female students hold are not towards S&T in general but to specific areas of knowledge as maths because we have seen in Rosa’s case a considerable number of students both male and female have changed their positive attitudes held in primary education towards this subject into disaffection, disinterest and displace to this field of knowledge in SE mainly due to the teacher and the abstract contents and concepts – which are not contextualized, neither related to their interests nor involving real-life topics -.

This differential attitude towards certain areas of STEM can be seen through the stereotyped educational choices of girls of both cases since in the hypothetical example of choosing a STEM degree they would choose soft areas of science such as biology and dismiss completely the enrolment in engineering degrees. Rosa estimates that girls perceive engineering studies as too difficult and complex which leads to the feeling of not being good enough to succeed or be able to graduate. Thus, the perception of difficulty and the low self-concept of ability bind to the fear of failure, and the gender stereotypes that convey STEM studies are inducing students, in particular female students, to avoid these types of studies.

To conclude, we estimate that the potential solutions of the disaffection, disinterest, and displace towards S&T and school science, particularly among female students, may be related to the teacher role who must act as a motivator, role model, supporter and assessor, and the active T-L methodologies but used from earlier stages since as we have seen in Rosa’s case female students hold positive attitudes towards ICT and robotics thanks to the coding club on which they have enrolled at 9 to 11 years old.

7.2 Limitations and future lines of research

Given all the analysis and conclusions of this work, it is possible to outline some limitations and open lines of research that could extend the comprehensive understanding of the attitudes, image and perception development towards science, technology, and school science and the values, priorities, and experiences on which students base their educational preferences.

During the carrying out of this research, but as a matter of time, there was a need of exploring the priorities and experiences on which male students based their educational choices to compare them with the ones held by female students. Also might have been interesting to expand the cases studied and had included scientific subjects such as biology or physics and chemistry – note that we weren't able to find educational practices which implement active T-L methodologies in this area neither in maths – to deepen the knowledge of attitudes, image, and perception towards school science. And finally, to explore the practices carried out in the subjects that trigger students' negative attitudes towards S&T and school science in both cases – physics and maths -.

Regarding future lines of research, the first that comes to mind is the teacher training of both primary and secondary education since the first collective seems to have a lack of knowledge about science and technology epistemology and scientific work which derives into the distorted visions of S&T held by the students. And the second collective might be unfamiliarised with knowledge related to didactics and pedagogy as we have seen in Carlos's cases who is not able to distinguish the types of methods he is using in his practices or determine the purposes on which he places his pedagogy. Thus, both figures might be contributing to the disaffection towards S&T but for different reasons.

Another interesting line of research would be to study particularly the influence of teachers on the perception and attitudes towards certain areas of knowledge and explore the importance that teachers grant to their practices and figure as an influent element of educational attitudes and choices.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, John. y Ryan, Terence. (2001). Constructing knowledge and shaping brains. *HOW Journal*, 9 (1), 9-13.
- Acevedo Díaz, José Antonio. (2004). TIMMS y PISA. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 3-15.
- Acevedo Díaz, José Antonio. (2005). Proyecto Rose: La relevancia de la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 440-447.
- Acevedo Díaz, José Antonio. (2005). TIMMS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 282-301.
- Acevedo Díaz, José Antonio., Vázquez Alonso, Ángel., Manassero Mas, María Antonia y Acevedo Romero, Pilar. (2002). Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 1-27.
- Acker, Sandra. (1994). *Género y educación: Reflexiones sociológicas sobre mujeres, enseñanza y feminismo*. Madrid: Narcea.
- Adúriz-Bravo, Agustín. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educ. quím.*, 23 (2).
- Aguilera Morales, David. y Perales-Palacios, Francisco Javier. (2017). ¿Qué implicaciones educativas sugieren los estudios empíricos sobre actitud hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias, núm. extraordinario*, 3901-3905.
- Aguilera Morales, David. y Perales-Palacios, Francisco Javier. (2020). What Effects Do Didactic Interventions Have on Students' Attitudes Towards Science? A Meta-Analysis. *Research in Science Education*, 50, 573–597.
- Aguilera Morales, David., Martín-Páez, Tobías., Valdivia-Rodríguez, Víctor., Ruiz-Delgado, Ángela., Williams-Pinto, Leticia., Vílchez-González, José Miguel. y Perales-Palacios, Francisco Javier. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284.
- Ainley, Mary. y Ainley, John. (2011). A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International Journal of Science Education*, 33 (1), 51-71.

- Ainley, Mary. y Ainley, John. (2011). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about sciences. *Contemporary Educational Psychology*, 36 (1), 4-12.
- American Psychological Association (2010). Manual de publicaciones de la American Psychological Association (trad. M.A. Tovar Sosa). México: Mundi Morderno. (Reimpreso de Publication manual of the american psychological association, Ed. APA, 6th. ed. Washington: APA).
- Ametller, Jaume. y Ryder, Jim. (2015). The impact of science curriculum content on students' subject choices in post-compulsory schooling. En Ellen Karoline Henriksen, Justin Dillon y Jim Ryder (eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp. 103-118). New York: Springer.
- Angell, Carl., Guttersrud, Oystein., Henriksen, Ellen.K. y Isnes, Anders. (2004). Physics: Frightful but fun. Pupils' and teachers' reviews of physics and physics teaching. *Science Education*, 88 (5), 683-706.
- Angrosino, Michael. (2012). *Etnografía y observación participante en Investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
- Aragón, Lourdes., Jiménez-Tenorio, Natalia., Oliva-Martínez, José María., y Aragón-Méndez, María del Mar. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso. *Revista Científica*, 32 (2), 193-206.
- Archer, Louise. y DeWitt, Jennifer. (2015). Science aspirations and gender identity: Lessons from the ASPIRES Project. En Ellen Karoline Henriksen, Justin Dillon y Jim Ryder (eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp. 89-102). New York: Springer.
- Archer, Louise., DeWitt, Jennifer., Osborne, Jonathan., Dillon, Justin., Willis, Beatrice. y Wong, Billy. (2013) 'Not girly, not sexy, not glamorous': primary school girls' and parents 'constructions of science aspirations. *Pedagogy, Culture & Society*, 21 (1), 171-194.
- Ardilla, Rubén. (2013). Los orígenes del conductismo, Watson y el manifiesto conductista de 1913. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 45 (2), 315-319.

- Areepattamannil, Shaljan. (2012). Effects of Inquiry-Based Science Instruction on Science Achievement and Interest in Science: Evidence from Qatar. *The Journal of Educational Research*, 105, 134–146.
- Arias Correa, Azucena., Arias Correa, Dolores., Navaza Blanco, M^a Victoria. y Rial Fernández, M^a Dolores. (2009). *O traballo por proxectos en infantil, primaria e secundaria*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia.
- Askew, Sue. y Ross, Carol. (1998). *Los chicos no lloran*. Barcelona: Paidós
- Aubert, Adriana., Duque, Elena., Fisas, Montserrat., y Valls, Rosa. (2009). *Dialogar y transformar: Pedagogía crítica del siglo XXI*. Barcelona: Graó.
- Ausubel, David P. (1976). *Psicología educativa un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Ávila Francés, Mercedes. (2005). Socialización, educación y reproducción cultural: Bordieu y Berstein. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19 (1), 159-174.
- Ayalon, Hanna. y Livneh Idit. (2013). Educational standarization and gender differences in mathematics achievement: A comparative study. *Social Science Research*, 42, 432-445.
- Ayuste, Ana., Flecha, Ramón., López Palma, Fernando. y Lleras, Jorge. (1998). *Planteamientos de la pedagogía crítica: Comunicar y transformar*. Barcelona: Graó.
- Bandura, Albert. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84 (2), 191-215.
- Bandura, Albert. (1982). *Teoría del Aprendizaje Social*. Madrid: Espasa-Calpe.
- Bandura, Albert. (1987). *Pensamiento y acción: Fundamentos sociales*. Barcelona: Martínez Roca, D.L.
- Barbour, Rosaline. (2013). *Los grupos de discusión en Investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
- Barrows, H.S. (1986). A taxonomy of problema-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Bartolomé Pina, Margarita. (1992). Investigación cualitativa: ¿Comprender o transformar? *Revista de Investigación Educativa*, 20 (2), 7-36.

- Bejarano Franco, Mayte. (2008). Modelos tradicionales y nuevos modelos para una enseñanza universitaria enmarcada en el Espacio Europeo de Educación Superior. En Ángel G. Cano Vela y Juan José Pastor Comín (coords.), *Modelos, métodos y estrategias de enseñanza* (pp. 27-38). Castilla-La Mancha: Multiárea.
- Bennássar Roig, Antoni., Vázquez Alonso, Ángel., Manassero Mas, María Antonia. y García-Carmona, Antonio. (coodr.). (2010). Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología. Madrid: OEI. Consultado en www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf
- Bevins, Stuart. y Price, Gareth. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Bhatt, Meghana., Blakley, Johanna., Mohanty, Natasha. y Payne, Rachel. (s.f). How media shapes perceptions of science and technology for girls and women. FEMinc. Recuperado el 12 de octubre de 2020 en <https://learcenter.org/pdf/FEMMediaSTEM.pdf>
- Bisquerra Alzina. Rafael. (coord.) (2014). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Blanco López, Ángel. y Oliva Martínez, José María. (2016). Contextualización y modelización: dos enfoques para mejorar la educación científica de la ciudadanía. *Boletín de la AIA-CTS*, 4, 23-27.
- Bloom, Benjamin S. (Ed.). (1979). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. Alcoy: Marfil.
- Boe, Maria Vetleseter. (2012). Science Choices in Norwegian Upper Secondary School: What Matters?. *Science Education*, 96 (1), 1 – 20.
- Boe, Maria Vetleseter. y Henriksen, Ellen Karoline. (2015). Expectancy-value perspectives on choice of science and technology education in late-modern societies. En Ellen Karoline Henriksen, Justin Dillon y Jim Ryder (eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp.17-30). New York: Springer.
- Bogdan Toma, Radu., Greca, Ileana María. y Orozco Gómez, Martha Lucía. (2018). Una revisión del protocolo Draw-a-Scientist-Test (DAST). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15 (3), 1 -19.

- Bolívar, Antonio. (2008). El discurso de las competencias en España: educación básica y educación superior. *Revista de Docencia Universitaria*, 6, (2). DOI: <https://doi.org/10.4995/redu.2008.6268>
- Bórquez Bustos, Rodolfo. (2007). *Pedagogía Crítica*. México: Editorial Trillas.
- Bravo, Beatriz., Mazas, Beatriz., Aragüés, Ana., Sáez, María José. y de Echave, Ana. (2015). ¿Cómo trabajar con modelos en clase de ciencias? Ideas de los maestros en formación sobre el papel de la modelización en la enseñanza de las ciencias. *REiDoCrea*, 4, 43-48.
- Broc Cavero, Miguel. Ángel. (2000). Autoconcepto, autoestima y rendimiento académico en alumnos de 4º de ESO. Implicaciones psicopedagógicas en la orientación y tutoría. *Revista de Investigación Educativa*, 8 (1), 119-146.
- Brown, Patrick L., Abell, Sandra K., Demir, Abdulkadir. y Schmidt, Francis, J. (2006). College Science Teachers' Views of Classroom Inquiry. *Science Education*, 90 (5), 784-802.
- Bruner, Jerome. (1986). Juego, pensamiento y lenguaje. *Perspectivas: Revista trimestral de educación comparada*, 1, 79-85.
- Brunet Icart, Ignasi. (2008). La perspectiva de género. *BARATARIA: Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, 9, 15-36.
- Burns, R.B. (1990). *El autoconcepto: Teoría, Medición, Desarrollo y Comportamiento*. Bilbao: Ediciones EGA.
- Caamaño, Aureli. (2005). Contextualizar la ciencia. Una necesidad en el nuevo currículo de ciencias. *Alambique*, 46, 5-8.
- Caamaño, Aureli. (2011). Enseñar Química mediante la contextualización. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21-34.
- Cabral, Blanca Elisa. y O Samudio, Edda. (2005). El género, una categoría de análisis crítico que nos cuenta otra historia. *Trocadero*, 17, 239-247.
- Campos Roselló, Francisco-José. (2006). Tres concepciones de la filosofía de la ciencia. En Enric. Casaban Moya, *XVI Congrés Valencià de filosofia*. Congreso llevado a cabo en Valencia, España.

- Cánovas Leonhardt, Paz. y Sahuquillo Mateo, Piedad. (2008). La influencia del medio televisivo en el proceso de socialización de la infancia. *Revista Electrónica Teoría de la Educación*, 9 (3), 200-215.
- Cañal, Pedro., García-Carmona, Antonio. y Cruz-Guzmán, Marta. (2016). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Cañas, Ana., Martín-Díaz, María Jesús. y Nieda, Juana. (2009). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: La competencia científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- Carbonell Sebarroja, Jaume. (2015). *Pedagogías del siglo XXI: Alternativas para la innovación educativa*. Barcelona: Octaedro Editorial.
- Carr, Wilfred. (1996). *Una teoría para la educación: Hacia una investigación educativa crítica*. Madrid: Morata.
- Carrascosa-Alís, Jaime., Martínez-Torregosa, Joaquín., Furió-Más, Carles. y Guisasola-Aranzábal, Jenaro. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5 (2), 118-133.
- Carvajal Escobar, Yesid. (2010). Interdisciplinariedad: Desafío para la educación superior y la investigación. *Revista Luna Azul*, 31, 156-169.
- Carvalho, Ann M.L., Potter, Wendell H. y Rozman, Michelle. (2004). Gender differences in learning constructs, shifts in learning constructs and their relationship to course achievement in structured enquiry, yearlong college physics course for life science majors. *School Science and Mathematics*, 104 (6), 288-300.
- Castaño Collado, Cecilia. (2010). *Género y TIC: presencia, posición y políticas*. Barcelona: UOC.
- Cazalla-Luna, Nerea. y Molero, David. (2013). Revisión teórica sobre el autoconcepto y su importancia en la adolescencia. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia*, 10, 43-64.
- CEID-UDC. (2017). Criterios de Avaluación de Proxectos e Traballos de Investigación. Recuperado de

https://www.udc.es/export/sites/udc/gobierno/_galeria_down/vpcit/comiteetica/CRITERIOS_AVALIACION.pdf_2063069239.pdf

- Chambers, David Wade. (1983) Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255–265.
- Chamizo, José Antonio. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7 (1), 26-41.
- Cleaves, Anna. (2005). The formation of science choices in secondary school, *International Journal of Science Education*, 27 (4), 471-486.
- Coate Bignell, Kelly. (1996). Building feminist praxis out of feminist pedagogy: the importance of students' perspectives. *Women's Studies International Forum*, 19 (3), 315-325.
- Colás Bravo, Pilar. y Villaciervos Moreno, Patricia. (2007). La interiorización de los estereotipos de género en jóvenes y adolescentes. *Revista de Investigación Educativa*, 25 (1), 35-58.
- Cole, Marilyn. (2013). *Literature review update: Student identity in relation to Science, Technology, Engineering and Mathematics subject choices and career aspirations*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies (ACOLA).
- Coll, César y Martí, Eduardo. (1990). Aprendizaje y desarrollo: la concepción genético-cognitiva del aprendizaje. En César Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi (coords.), *Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación escolar* (pp. 157-188). Madrid: Alianza Editorial
- Coll, César. (1990). Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje. En César Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi (coords.), *Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación escolar* (pp. 157-188). Madrid: Alianza Editorial.
- Coll, César. (2000). Constructivismo e intervención educativa: ¿Cómo enseñar lo que ha de construirse? En Elena Barberá (et al.) *El constructivismo en la práctica: Claves para la innovación educativa* (pp. 11-32). Barcelona: Graó.
- Colley, Ann. (2003). Gender differences in adolescents' perceptions of the best and worst aspects of computing at school. *Computers in Human Behavior*, 19, 673–682.

- Colom Canellas, Antoni J. y Núñez Cubero, Luis. (2001). *Teoría de la educación*. Madrid: Síntesis Educación.
- Comisión Europea (2011). *El género en la investigación*. Recuperado el 7 de noviembre de 2016 en: http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/El_genero_en_la_investigacion.pdf
- Consejo de Europa (2003). *Conclusiones del Consejo de 5 de mayo de 2003 sobre los niveles de referencia del rendimiento medio europeo en educación y formación*. Recuperado el 18 de octubre de 2016 en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2003:134:0003:0004:ES:PDF>
- Consejo de Gobierno de la UDC. (2012). Reglamento de estudios de doctorado de la Universidad de A Coruña. Recuperado de https://www.udc.es/export/sites/udc/eid/_galeria_down/normativa/Reglamento_Doutoramento_CG_26_01_17Anuncio_ES.pdf_2063069294.pdf
- Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria. (2016). Protocolo de Protección de Datos. Recuperado de http://www.edu.xunta.gal/portal/sites/web/files/protocolo_proteccion_datos_v1.0.pdf
- Couso Lagarón, Digna. (2014). *De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante*. Ponencia a los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Huelva.
- Croxford, Linda. (2002). Participation in science, engineering and technology at school and in higher education. Edinburgh: Centre for Educational Sociology, University of Edinburgh. Recuperado el 4 de Octubre de 2018 de: <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/163420.pdf>
- Cubero Pérez, Rosario. (2005). Elementos básicos para un constructivismo social. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 23, 43-61.
- Cubero Pérez, Rosario. y Luque, Alfonso. (1990). Desarrollo, educación y educación escolar: la teoría sociocultural del desarrollo y del aprendizaje. En César Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi (coords.), *Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación escolar* (pp. 157-188). Madrid: Alianza Editorial

- Cuevas, Peggy., Lee, Okhee., Hart, Juliet. y Deaktor, Rachael. (2005). Improving Science Inquiry with Elementary Students of Diverse Backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (3), 337-357.
- Cvencek, Dario., Kapur, Manu. y Meltzoff, Andrew N. (2015). Math achievement, stereotypes, and math self-concepts among elementary-school students in Singapore. *Learning and Instruction*, 39, 1-10.
- Darder, Antonia.; Mayo, Peter. y Paraskeva, Joao. (2016). The Internationalization of Critical Pedagogy: An Introduction. En Antonia Darder, Peter Mayo y Joao Paraskeva (Eds.), *International Critical Pedagogy Reader* (pp.1-14). Nueva York y Londres: Routledge.
- Davey, Heather F. (2001). The relationship between engineering and young women's occupational priorities. *Canadian Journal of Counseling*, 35, 221-228.
- Davini, María Cristina. (2008). *Métodos de enseñanza: didáctica general para maestros y profesores*. Buenos Aires: Santillana.
- Daza-Pérez, Erika P. y Moreno-Cárdenas, Jairo A. (2010). El pensamiento del profesor de ciencias en ejercicio: Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 9 (3), 549-568.
- De la Orden Hoz, Arturo. (2011). El problema de las competencias en la educación general. *Bordón*, 63 (1), 47-51.
- De la Vega Rodríguez, Luis Felipe. (2015). Accountabilty y Mejoramiento Educativo: análisis de experiencias internacionales. *Educação & Realidade*, 40 (1), 275-298.
- De Lauretis, Teresa. (1987). *Technologies of gender: Essays on Theory, Film, and Fiction*. Bloomington e Indianapolis: Indiana University Press.
- De Zubiría Sampez, Julián. (2006). *Los modelos pedagógicos. Hacia una pedagogía dialogante*. Bogotá: Aula Abierta Magisterio.
- Del Río, María José. (1990). Comportamiento y aprendizaje: Teorías y aplicaciones escolares. En César Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi (coords.), *Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación escolar* (pp. 33-54). Madrid: Alianza Editorial.

- Decreto 194/2007, del 11 de octubre, por el que se modifica el Decreto 1010/2004, del 13 de mayo, por el que se aprueban los estatutos de la Universidad de A Coruña. *Diario Oficial de Galicia*, 201, del 17 de octubre, 16868 a 16874. Recuperado de https://www.udc.es/export/sites/udc/normativa/galeria_down/xeral/modific_estatutos.pdf_2063069239.pdf
- Denissen, Jaap J.A., Zarrett, Nicole R. y Eccles, Jacquelynne S. (2007). I like to do it, I'm able, and I know I am: Longitudinal couplings between domain-specific achievement, self-concept, and interest. *Child Development*, 78 (2), 430-447.
- Denzin, Norman K. (1978). *The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. New York: McGrawHill.
- Denzin, Norman K. y Lincoln, Yvonna S. (eds.). (1994). *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, London and New Delhi: SAGE Publications, Inc.
- Denzin, Norman K. y Lincoln, Yvonna S. (eds.). (2005). *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, London and New Delhi: SAGE Publications, Inc.
- Deux, Kay. (1985). Sex and Gender. *Annual Review of Psychology*, 36, 49-81.
- Dewey, John. (2004). *Experiencia y educación*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- DeWitt, Jennifer. y Archer, Louise. (2015). Who Aspires to a Science Career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 37 (13), 2170-2192.
- DeWitt, Jennifer., Archer, Louise. y Osborne, Jonathan. (2013) Nerdy, Brainy and Normal: Children's and Parents' Constructions of Those Who Are Highly Engaged with Science. *Research in Science Education*, 43 (4), 1455-1476.
- Díaz Armesto, Maira. y Carrera Fernández, María Victoria. (2018). Érase una vez...el cuento como agente de socialización diferencial de género. En Xosé Manuel Cid (coord.) *Educación social e escola: Análise da última década (2006-2016)* (pp. 575 - 590). Ourense: CEESG/NEG.
- Díaz Flores, Martha. y Osorio García, Enrique. (2011). Nuevo modelo educativo ¿mismos docentes? *Tiempo de Educar*, 12 (23), 29-46.

- Driver, Rosalind. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 6 (2), 109-120.
- Durán Hevia, Jorge. (2012). *Modelos didácticos de la enseñanza de las ciencias en una escuela municipalizada y una escuela particular pagada, un estudio de casos desde las teorías didácticas* (Tesis de máster). Universidad Académica de humanismo cristiano, Santiago de Chile.
- Eccles, Jacquelynne S. (1984). Sex differences in mathematics participation. En Steinkamp, M. y Machr, M. L. (eds.), *Advances in Motivation and Achievement* vol. 2 (pp. 93- 137), Greenwich: JAI Press.
- Eccles, Jacquelynne S. (2007). Where are all the women? Gender differences in participation in physical science and engineering. En Stephen J. Ceci y Wendy M. Williams (eds.), *Why aren't more women in science? American Psychological Association: Top researches evidence*. (pp. 199-210). Washington D.C: American Psychological Association.
- Eccles, Jacquelynne S. (2009). Who I am and What am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action. *Educational Psychologist*, 44 (2), 78-89.
- Eccles, Jacquelynne S. et al. (1983). Expectancies, values and academic behaviors. En Janet T. Spence (edt.), *Achievement and achievement motives: Psychological and sociological approaches* (pp. 75-146). San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Eccles, Jacquelynne S. y Harold, Rena D. (1991). Gender differences in sport involvement: Applying Eccles expectancy-value model. *Journal of Applied Sport Psychology*, 3, 7-35.
- Eccles, Jacquelynne S. y Wigfield, Allan. (2002). Motivational beliefs, values and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109-132.
- Eccles, Jacquelynne S., Adler, Terry F. y Kaczala, Caroline M. (1982). Socialization of Achievement Attitudes and Beliefs: Parental Influences. *Child Development*, 53 (2), 310-321.
- Eccles, Jacquelynne S., Barber, Bonnie L. y Jozefowicz, Debbie. (1999). Linking gender to educational, occupational and recreational choices: Applying the Eccles et al. model of achievement-Related choices. En William. B. Swann, Judith. H. Langlois y Lucia

- Albino Gilbert (eds.), *Sexism and stereotypes in modern society* (pp.153-192). Washington D.C: American Psychological Association.
- Eccles, Jacquelynne S., Jacobs, Janis E. y Harold, Rena D. (1990). Gender role stereotypes, expectancy effects, and parent's socialization of gender differences. *Journal of social issues*, 46 (2), 183-201.
- Ertmer, Peggy A. y Newby, Timothy J. (1993). Behaviorism, Cognitivism, Constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 6 (4), 50-72.
- Escamilla González, Amparo. (2015). *Proyectos para desarrollar inteligencias múltiples y competencias clave*. Barcelona: Graó.
- Escribano, Alicia. y Del Valle, Ángela. (2008). *El Aprendizaje Basado en Problemas: una propuesta metodológica en Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Escudero Muñoz, Juan M. (1981). *Modelos didácticos*. Barcelona: Oikos-Tau.
- Esnaola, Igor. y Revuelta, Lorena. (2009). Relaciones entre la actividad física, autoconcepto físico, expectativas, valor percibido y dificultad percibida. *Acción Psicológica*, 6 (2), 31-43.
- Estrada M., John H. (2012). La formación por competencias y el mundo del trabajo: de la calificación a la empleabilidad. *Revista salud pública*, 14 (1), 98-111.
- European Commission. (2009). *She Figures 2009: Statistics and Indicators on Gender Equality in Science*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2009). *She Figures 2009: Statistics and Indicators on Gender Equality in Science*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2016). *She Figures 2016*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2016). *She Figures 2016*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2019). *She Figures 2018*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

- European Commission. (2019). *She Figures 2018*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- EURYDICE. (2011). *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. Bruselas: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bae53054-c26c-4c9f-8366-5f95e2187634>.
- Ezquerria Martínez, A., Fernández-Sánchez, B. y Magaña Ramos, M. (2015). Qué contenidos científicos proponen los partidos políticos y su representación en la alfabetización científica de la ciudadanía. Estudio sobre el tópico “energía”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (3), 491-507.
- Farenga, S. y Joyce, B. (2000). Intentions of young students to enroll in science courses in the future: an examination of gender differences. *Science Education*, 83, 55-75.
- Fernandes, Isabel M., Pires, Delmina M. y Villamañán, Rosa M. (2014). Educación Científica con enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente. Construcción de un Instrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. *Formación Universitaria*, 7 (5), 23-32.
- Fernández Casado, Ana Belén. e Ibáñez Pascual, Marta. (2018). Más mujeres en los estudios de Informática: una propuesta desde el departamento de formación y orientación laboral. *Revista de Sociología de la Educación-RASE*, 11 (1), 116-134.
- Fernández González, José., Elortegui Escartín, Nicolás., Rodríguez García, José Fernando. y Moreno Jiménez, Teodomiro. (1997). ¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales Barcelona*, 12, 87-99.
- Fernández Palomares, Francisco. (2003). Socialización y escuela. En Francisco Fernández Palomares (coord.), *Sociología de la Educación* (pp. 205-260). Madrid: Pearson.
- Fernández Valencia, Antonia. (2004). El género como categoría de análisis en la enseñanza de las ciencias sociales. En María Isabel Vera Muñoz y David Pérez i Pérez (coords.), *Formación de la ciudadanía: las TICs y los nuevos problemas*. Alicante: Asociación Universitaria de Profesores de Didáctica de las Ciencias Sociales.

- Fernández, Isabel. (2000). *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: Una propuesta de transformación* (Tesis Doctoral). Universidad de Valencia, España.
- Fernández, Isabel., Gil, Daniel., Carrascosa, Jaime., Cachapuz, Antonio. y Praia, Joao. (2002b). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 477-488.
- Fernández, Isabel., Gil, Daniel., Carrascosa, Jaime., Cachapuz, Antonio., Praia, Joao. y Salinas, Julia. (2002a). La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: Un requisito esencial para la renovación de la educación científica. En Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (Eds.). *II Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias*. Congreso llevado a cabo en La Habana, Cuba.
- Fernández, Isabel., Gil, Daniel., Valdés, Pablo. y Vilches, Amparo. (2005). La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: Un requisito esencial para la renovación de la educación científica. En: Daniel Gil- Pérez, Beatriz Macedo, Joaquín Martínez Torregrosa, Carlos Sifredo, Pablo Valdés, Amparo Vilches (Eds.), *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años* (pp. 29-62). Santiago, Chile: OREALC/UNESCO.
- Fernández, Isabel., Gil, Daniel., Vilches, Amparo., Valdés, Pablo., Cachapuz, Antonio., Praia, Joao y Salinas, Julia. (2003). El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), 331-352.
- Ferreira-Guachía, Carlos., Vilches, Amparo. y Gil-Pérez, Daniel. (2012). Concepciones acerca de la naturaleza de la tecnología y de las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la educación tecnológica. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 30 (2), 197-218.
- Feuerstein, Reuven., Rand, Yaacov. Y Hoffman, Mildred B. (1979). *The dynamic assesment of retarded performers: The learning potential assesment device, theory, instruments and techniques*. Baltimore: University Park Press.

- Feuerstein, Reuven., Rand, Yaacov., Haywood, H.Carl., Hoffman, Mildred B. y Jensen, Mogens R. (1993). *L.P.A.D. Evaluación dinámica del potencial de aprendizaje*. Madrid: Bruño.
- Fishbein, Martin. y Ajzen, Icek. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Flecha García, Consuelo. (2005). La categoría “género” en los estudios feministas. En Isabel de Torres Ramírez (coord.). *Miradas desde la perspectiva de género: estudios de las mujeres* (pp. 33-48). Madrid: Narcea.
- Flecha García, Consuelo. (2006). Genealogía. En Anna Maria Piussi y Ana Mañeru Méndez (coords.). *Educación, nombre común femenino* (pp. 46-65). Barcelona: Octaedro.
- Flick, Uwe. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- Flick, Uwe. (2014). *La gestión de la calidad en Investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
- Flick, Uwe. (2015). *El diseño de investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- Fredricks, Jennifer A. y Eccles, Jacquelynne S. (2002). Children's competence and value beliefs from childhood through adolescence: growth trajectories in two male-sex-typed domains. *Developmental Psychology*, 38 (4), 519-533.
- Fontana, Andrea. y Frey, James H. (1998). Interviewing: The Art of Science. En N.K. Denzin y Y.S. Lincoln (edits.). *Collecting and Interpreting Qualitative Materials* (pp.47-78). Thousand Oaks, California: SAGE.
- Fontana, Andrea. y Frey, James H. (2015). La entrevista: De una posición neutral al compromiso político. En N.K. Denzin y Y.S. Lincoln (coords.). *Manual de investigación cualitativa Volumen IV: Métodos de recolección y análisis de datos* (pp. 140-202). Barcelona: Editorial Gedisa.
- García Pérez, Francisco F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3W: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 207, 1-15.
- García Pérez, Rafael., Quiñones Delgado, Carlos. y Espigares Pinazo, Jesús. (2013). La organización escolar coeducativa. Indicadores de género y colaboración de los centros en

- planes de igualdad. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 17 (1), 158-180.
- García-Carmona, Antonio., Criado, Ana M. y Cañal, Pedro. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las ciencias*, 32 (2), 131-149.
- García-Leiva, Patricia. (2005). Identidad de género: modelos explicativos. *Escritos de Psicología*, 7, 71-81.
- García-Varcácel Muñoz-Repiso, Ana. y Basilotta Gómez-Pablos, Verónica. (2017). Aprendizaje basado en proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35 (1), 113-131.
- Gardner, Howard. (2010). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: a review. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.
- Garriz, Andoni. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educ. quím.*, 21(2), 106-110.
- Gibbs, Graham R. (2012). *El análisis de datos cualitativos en Investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
- Gibbs, Graham R. (2014). Using Software in Qualitative Analysis. En Uwe Flick (Ed.), *The Sage Handbook of Qualitative Analysis* (pp. 277-294). Thousand Oaks, London, New Delhi and Singapoure: SAGE Publications, Inc.
- Gibson, Helen L. y Chase, Christopher. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program in middle school students' attitudes towards science. *Science Education*, 86 (5), 693-705.
- Gil Pascual, Juan Antonio. (2011). *Técnicas e instrumentos para la recogida de información*. Madrid: UNED.
- Gil, Daniel., Carrascosa, Jaime., Furió, Carles. y Martínez-Torregrosa, Joaquín. (1991). *Enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: ICE Universitat de Barcelona – HORSORI.

- Gilbert, John K. y Justi, Rosária. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Suiza: Springer.
- Gilbert, John K., Bulte, Astrid M.W. y Pilot, Albert. (2011). Concept Development and Transfer in Context-Based Science Education. *International Journal of Science Education*, 33 (6), 817-837.
- Gilbert, John K., y Osborne, R.J. (1980). The use of models in science and science teaching. *European Journal of Science Education*, 2 (1), 3-13.
- Gil-Pérez, Daniel., Vilches, Amparo., Fernández, Isabel., Cachapuz, Antonio., Praia, Joao., Valdés, Pablo. y Salinas, Julia. (2005). Technology as 'Applied Science': a Serious Misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science. *Science & Education*, 14, 309-320.
- Gimeno Sacristán, José. (1981). *Teoría de la enseñanza y desarrollo del currículo*. Salamanca: Anaya/2.
- Gimeno Sacristán, José. (1982). La integración de la teoría del aprendizaje en la teoría y práctica de la enseñanza. En Ángel Pérez Gómez y Julián Almaraz. (ed.), *Lecturas de aprendizaje y enseñanza* (pp. 465-499). Madrid, España: Zero Zyx.
- Gimeno Sacristán, José. (2008). Diez tesis sobre la aparente utilidad de las competencias en educación. En José Gimeno Sacristán. (Comp.), *Educación en competencias, ¿qué hay de nuevo?* (pp. 15-58). Madrid: Morata.
- Gimeno Sacristán, José. (2010). ¿Qué significa el currículum? En José Gimeno Sacristán (Comp.), *Saberes e incertidumbres del currículum* (pp. 21-44). Madrid: Morata.
- Gimeno Sacristán, José. (2015). El currículum como estudio del cometido de la enseñanza. En José Gimeno Sacristán, Miguel Ángel Santos Guerra, Jurjo Torres Santomé, Philip W. Jackson y Javier Marrero Acosta, *Ensayos sobre el currículum: Teoría y práctica* (pp. 29-62). Madrid: Morata.
- Gimeno Sacristán, José. (comp.). (2008). *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* Madrid: Morata.
- Gimeno Sacristán, José. y Pérez Gómez, Angel I. (1994). *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.

- Giroux, Henry A. (1990). Hacia una nueva sociología del curriculum. En H.A. Giroux. *Los profesores como intelectuales: hacia una pedagogía crítica del aprendizaje* (pp.51 -61). Barcelona: Paidós.
- Giroux, Henry A. y McLaren, Peter. (1998). *Sociedad, cultura y educación*. Madrid: Miño y Dárla Editores.
- Giroux, Henry A. y Penna, Anthony N. (1990). Educación social en el aula: La dinámica del currículum oculto. En H.A. Giroux. *Los profesores como intelectuales: hacia una pedagogía crítica del aprendizaje* (pp.62 -86). Barcelona: Paidós.
- Goetz, Judith. y LeCompte, Margaret. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.
- Gómez Carrasco, Cosme Jesús., Ortuño Molina, Jorge. y Miralles Martínez, Pedro. (2018). *Enseñar ciencias sociales con métodos activos de aprendizaje: Reflexiones y propuestas a través de la indagación*. Barcelona: Octaedro.
- Gómez Hurtado, Manuela. y Polanía González, Néstor Raúl. (2008). *Estilos de enseñanza y modelos pedagógicos: Un estudio con profesores del Programa de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia* (tesis de máster). Universidad de La Salle, Bogotá.
- Gómez Rodríguez, Amparo. (2019). *Escritos sobre ciencia y género*. Madrid: Catarata.
- González Álvarez, Claudia María. (2012). *Aplicación del constructivismo social en el aula*. Guatemala: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura.
- González Gabaldón, Blanca. (1999). Los estereotipos como factor de socialización de género. *Comunicar*, 12, 78-88.
- González García, Marta. (2019). Vivir, investigar, enseñar. En Beatriz Revelles-Benavente y Ana M. González Ramos (eds.), *Género en la Educación: Pedagogía y responsabilidad feministas en tiempos de crisis política* (pp. 247- 258). Madrid: Morata.
- González García, Victoria. y Rímolo Bariatti, Anamaría. (2011). La transdisciplinariedad y la eco-formación: Preguntas preliminares desde una mirada estudiantil. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, XII (23), 103-115.

- González, María del Carmen. y Tourón, Javier. (1992). *Autoconcepto y rendimiento escolar: Sus implicaciones en la motivación y en la autorregulación del aprendizaje*. Pamplona: EUNSA.
- González, Rosa María. (2005). Un modelo explicativo del interés hacia las matemáticas. *Educación Matemática*, 17 (1), 107-128.
- González-Fernández, Antonio. (2007). Modelos de motivación académica: una visión panorámica. *Revista electrónica de motivación y emoción*, X (25).
- González-Weil, Corina., Cortéz, Mónica., Bravo, Paulina., Ibaceta, Yasnina., Cuevas, Karen., Quiñones, Paola., Maturana, Joyce. & Abarca, Alejandro. (2012). La indagación científica como enfoque pedagógico: estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM. *Estudios Pedagógicos*, XXXVIII (2), 85-102.
- Gore, Jennifer M. (1996). *Controversias entre las pedagogías*. Madrid: Morata.
- Guo, Jiesi., Wang, Ming-Te., Ketonen, Elina E., Eccles, Jacquelynne S. y Salmela-Aro, Katariina. (2018). Joint Trajectories of Task Value in Multiple Subject Domains: From Both Variable-and Pattern-Centered Perspectives. *Contemporary Educational Psychology*, 55, 139-154.
- Gutiérrez, Rufina. (2004). La modelización y los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Alambique*, 42, 8-18.
- Harlen, Wynne. (2002). Evaluar la alfabetización científica en el programa de la OCDE para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). *Enseñanza de las ciencias*, 20 (2), 209-216.
- Harrison, Allan. y Treagust, David. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1011-1026.
- Henderson, Emily F. (s.f). Feminist Pedagogy. Recuperado del 10 de marzo de 2020 en <http://www.genderandeducation.com/issues/feminist-pedagogy/>
- Heredero de Pedro, Carmen. (2019). *Género y coeducación*. Madrid: Morata.
- Hernández, Fernando. (2000). Los proyectos de trabajo: la necesidad de nuevas competencias para nuevas formas de racionalidad. *Educación*, 26, 39-51.

- Hernández, Fernando. (2002) Los proyectos de trabajo: Mapa para navegantes en mares de incertidumbre. *Cuadernos de pedagogía*, 310, 78-82.
- Hill, Catherine., Corbett, Christianne. y Rose, Andresse. (2010). *Why so Few? Women in Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Washington: American Association of University Women Educational.
- Hodder, Ian. (1998). The Interpretation of Documents and Material Culture. En N.K. Denzin y Y.S. Lincoln (edits.). *Collecting and Interpreting Qualitative Materials* (pp.110-129). Thousand Oaks, California: SAGE.
- Hodson, Derek. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299 - 313.
- Hodson, Derek. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36 (15), 2534-2553.
- Hogg, Michael A., Abrams, Dominic., Otten, Sabine. y Hinkle, Steve. (2004). The social identity perspective: Intergroup relations, self-conception, and small groups. *Small Group Research*, 35, 246-276.
- Holmegaard, Henriette Tolstrup., Madsen, Lene Moller. y Ulriksen, Lars. (2014). To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36 (2), 186-215.
- Hooks, Bell. (1994). *Teaching to Transgress: Education as the practice of freedom*. New York: Routledge.
- Hooks, Bell. (2010). *Teaching critical thinking: practical wisdom*. New York: Routledge.
- Izquierdo, Mercé. (2000). Fundamentos epistemológicos. En Francisco Javier Perales Palacios y Pedro Cañal de León (coord.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Jacobs, Janis E. (1991). Influence of gender stereotypes on parent and child mathematics attitudes. *Journal of Educational Psychology*, 83 (4), 518-527.

- Jacobs, Janis E. y Bleeker, Martha M. (2004). Girl's and Boys' developing interests in Math and Science: Do parents matter? *New Directions for Child and Adolescent Development*, 106, 5-21.
- Jacobs, Janis E. y Eccles, Jacquelynne S. (1992). The impact of mothers' gender-role stereotypic beliefs on mothers' and children's ability perceptions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63 (6), 932-944.
- Jenkins, Edgar W. (2006). Student opinion in England about science and technology. *Research in Science and Technological Education*, 24 (1), 59-68.
- Jiménez Aleixandre, María Pilar. (1996). *Dubidar para aprender*. Vigo: Xerais.
- Jiménez Aleixandre, María Pilar. (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó.
- Jiménez Avilés, Ángeles María. (2009). La escuela nueva y los espacios para educar. *Revista Educación y Pedagogía*, 21 (54), 103-125.
- Jiménez Cortés, Rocío. (2019). *Investigación educativa con perspectiva de género*. España: McGrawHill.
- Jiménez Fernández, María del Carmen. (coord.). (1997). *Lecturas de Pedagogía diferencial*. Madrid: Dykinson.
- Johnson, David W., Johnson, Roger T., y Holubec, Edythe J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Editorial Paidós SAICF.
- Johnson, Marcus Lee. y Sinatra, Gale M. (2013). Use of task-value instructional inductions for facilitating engagement and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 38, 51-63.
- Jozefowicz, Debra.M., Barber, Bonnie.L. y Eccles, Jacquelynne S. (1993). *Adolescent work-related values and beliefs: Gender differences and relation to occupational aspirations*. Comunicación presentada en el congreso Society for Research on Child Development, Nueva Orleans, LA. Recuperado el 12 de enero de 2021 de: <http://education-webfiles.s3-website-us-west-2.amazonaws.com/arp/garp/presentations/eccles93x.pdf>
- Justi, Rosaría S. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (2), 173-184.

- Justi, Rosária S. y Gilbert, John K. (2002) Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24 (4), 369-387.
- Kapelari, Suzanne., Regan, Elaine., Dillon, Justin., Bromley, Gail., Vergou, Asimina., Willison, Julia. Y Bonomi, Costantino. (2014). INQUIRE: Inquiry-based teacher training for a sustainable future. En C. Bolte y F. Rauch (Eds.), *Enhancing inquiry-based science education and teachers' continuous professional development in Europe: Insights and reflections on the PROFILES project and other projects funded by the European Commission* (279-284). Klagenfurt: Alpen-Adria-Universität Klagenfurt.
- Laspra, Belén. (2018). *La alfabetización científica*. Madrid: Catarata.
- Laufer, Laurie. y Rochefort, Florence. (2016). *¿Qué es el género?* Barcelona: Icaria.
- Lebrero Baena, M^a Paz. y Quicios García, M^a del Pilar. (2011). *Pedagogía de la socialización*. Madrid: UNED.
- Lederman, N. G. (2004). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. En L. B. Flick y N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (301-317). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lee, Okhee., Maerten-Rivera, Jaime., Buxton, Cory., Penfield, Randall. y Secada, Walter G. (2009). Urban Elementary Teachers' Perspectives on Teaching Science to English Language Learners. *Journal of Science Teacher Education*, 20 (3), 263-286.
- Leiva, Carlos (2005). Conductismo, cognitivismo y aprendizaje. *Tecnología en Marcha*, vol. 18 (1), 66-74.
- Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. *Boletín Oficial del Estado*, 298, de 14 de diciembre de 1999, 43088 a 43099. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/1999/12/14/pdfs/A43088-43099.pdf>
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 4 de mayo de 2006, núm.106, pp. 17158-17207.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de septiembre, de educación. *Boletín Oficial del Estado*, 106, de 4 de mayo de 2006, 17158 a 17207. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2006/05/04/pdfs/A17158-17207.pdf>

- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. *Boletín Oficial del Estado*, 294, de 6 de diciembre, 119788 a 119857. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2018/12/06/pdfs/BOE-A-2018-16673.pdf>
- Ley Orgánica 4/2007, del 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, del 21 de diciembre, de Universidades. *Boletín Oficial del Estado*, 89, del 13 de abril, 16241 a 16260. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2007/04/13/pdfs/A16241-16260.pdf>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de diciembre de 2013, núm. 295, pp. 97858-97921.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 295, de 10 de diciembre de 2013, 97858 a 97921. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf>
- Lloyd, Jennifer E.V., Walsh, John. y Yailagh, Manizheh Shehni. (2005). Sex differences in performance attribution, self-efficacy, and achievement in mathematics: If I'm so smart, why don't I know it? *Canadian Journal of Education*, 28 (3), 384-408.
- López-Sáez, Mercedes. (1994). Procesos culturales e individuales implicados en la estereotipia de género. Una aproximación empírica a la elección de carrera. *Revista de Psicología Social*, 9 (2), 213-230.
- López-Sáez, Mercedes. (1995). La elección de una carrera típicamente femenina o masculina desde una perspectiva psicosocial: la influencia de género. *Revista de Psicología Social*, 9 (2), 213-230.
- Losh, Susan C., Wilke, Ryan. y Pop, Margareta. (2008). Some Methodological Issues with "Draw a Scientist Tests" among Young Children. *International Journal of Science Education*, 30 (6), 773-792.
- Lyons, Terry. (2006). Different countries, same science classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28 (6), 591-613.
- Machargo Salvador, Julio. (1991). *El profesor y el autoconcepto de sus alumnos*. Madrid: Editorial Escuela Española S.A.

- Macías, Victoria. y Moya, Miguel. (2002). La influencia de variables psicosociales sobre la práctica deportiva de jóvenes de ambos sexos. *Revista de Psicología Social*, 17 (2), 129-148.
- Maher, Frances. (2001). John Dewey, Progressive Education, and Feminist Pedagogies: Issues in Gender and Authority. En Kathleen Weiler (ed.), *Feminist engagements: Reading, Resisting and Revisioning male theorists in education and cultural studies* (pp. 13- 32). New York: Routledge.
- Majó Masferrer, Francesca. y Baqueró Alòs, Montserrat. (2014). *8 ideas clave: Los proyectos Interdisciplinarios*. Barcelona: Graó.
- Manassero Mas, María Antonia. y Vázquez Alonso, Ángel. (2003). Los estudios de género y la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación*, 330, 251-280.
- Marco-Stiefel, Berta. (2000). La alfabetización científica. En Francisco Javier Perales Palacios y Pedro Cañal de León (coords.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Marginson, Simon., Tytler, Russell., Freeman, Brigid. Y Roberts, Kelly. (2013). *STEM: Country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies (ACOLA).
- Martí Feixas, Jordi. (2012). *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Graó.
- Martín Casares, Aurelia. (2008). *Antropología del género: Culturas, mitos y estereotipos sexuales*. Madrid: Cátedra.
- Martín Díaz, M^a Jesús. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿para qué? *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1 (2), 57-63.
- Martín García, Xus. (2006). *Investigar y aprender. Cómo organizar un proyecto*. Barcelona: Horsori.
- Martín Rodríguez, Eustaquio. (coord.). (2013). *Evaluación de centros y profesores*. Madrid: UNED
- Martin, Jennifer L. (2017). And the danger went away: Pedagogy in the myth of the Post-Feminist. En Jennifer L. Martin, Ashley E. Nickels y Martina Sharp-Grier (eds.), *Feminist*

- Pedagogy, Practice, and Activism: Improving lives for girls and women (pp. 44-51)*. New York: Routledge.
- Martínez González, Raquel-Amaya (1996). *Familia y Educación fundamentos teóricos y metodológicos*. Oviedo: Servicios de Publicaciones Universidad de Oviedo.
- Martínez Miguélez, Miguel. (2007). Conceptualización de la Transdisciplinariedad. *Polis: Revista Latinoamericana*, 16, 1-20.
- Martínez Pampliega, Ana. (2012). Familia. En M^o Teresa Laespada Martínez y Javier Elzo Imaz (coord.), *Drogas y Escuela VIII* (pp. 141 -198). Bilbao: Universidad de Deusto.
- Martínez Vélez, Ana. (2013). Emergencias de cambio: entre el modelo pedagógico tradicional y la necesidad de aprendizajes significativos. *Praxis*, 9, 73-82.
- Martínez, Leonardo. y Rojas Duarte, Álvaro Pío. (2006). Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, para la enseñanza de aspectos de bioquímica. *Tecné Episteme Y Didaxis TED*, 19, 44-62.
- Martin-Hansen, Lisa. (2002). Defining inquiry: Exploring the many types of inquiry in the science classroom. *The Science Teacher*, 69 (2), 34-37.
- McLaren, Peter. (2005). *La vida en las escuelas: Una introducción a la pedagogía crítica en los fundamentos de la educación*. México: Siglo XXI.
- MEC. (2007). PISA 2006: *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE*. Madrid: Secretaria General Técnica.
- MECD. (2012). *TIMSS 2011: Marcos de la evaluación*. Madrid: Secretaria General Técnica. Recuperado el 10 de junio de 2020 de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/ievaluacion/internacional/inee-timss-2011.-marcos-de-la-evaluacion.pdf?documentId=0901e72b8127e807>
- MECD. (2016). *PISA 2015: Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos*. Madrid: Secretaria General Técnica. Recuperado el 10 de junio de 2020 de: <https://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2015/pisa2015preliminarok.pdf?documentId=0901e72b8228b93c>
- Medina Rivilla, Antonio. y Domínguez Garrido, María Concepción. (2009). *Didáctica: Formación básica para profesionales de la educación*. Madrid: Universitas.

- Medina Rivilla, Antonio. y Salvador Mata, Francisco. (2009). *Didáctica general*. Madrid: Pearson y UNED.
- Medina Rivilla, Antonio., Pérez Sánchez, Lourdes. y Campos Barrionuevo, Blas. (2011). *Elaboración de planes y programas de formación del profesorado en didácticas especiales*. Madrid: UNED.
- Mellado Jiménez, Vicente. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 17-30.
- Mellado Jiménez, Vicente; Borrachero, Ana Belén; Brígido, María; Melo, Lina V.; Dávila, M. Antonia; Cañada, Florentina. et al. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32.3, 11-36.
- Membiela, Pedro. (2001). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las Ciencias. En Pedro Membiela (ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía* (91-106). Madrid: Narcea.
- Membiela, Pedro. (2011). Los enfoques integrados de Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza secundaria. En Pedro Cañal (coord.), *Biología y Geología: Complementos de formación disciplinar* (123-142). Barcelona: Graó.
- Meroni, Gabriela., Copello, María Inés. y Paredes, Joaquín. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26, 275-280.
- Mieles, María Dilia. y García, María Cristina. (2010). Apuntes sobre socialización infantil y construcción de identidad en ambientes multiculturales. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, vol. 8, 2, 809-819.
- Ministerio de Ciencia e Innovación - MICINN -. (2020). Número de estudiantes en las universidades españolas. Madrid: MICINN. Recuperado el 20 de noviembre de 2020 de: https://public.tableau.com/views/Academica_EEU/Estudiantes?%3AshowVizHome=no&%3Aembed=true#6
- Ministerio de Educación y Formación Profesional – MEFP -. (2018). *Datos y cifras: Curso escolar 2018/2019*. Madrid: MEFP.

- Ministerio de Educación y Formación Profesional – MEFP -. (2018). *Datos y cifras: Curso escolar 2018/2019*. Madrid: MEFP.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional – MEFP -. (2019). *Datos y cifras: Curso escolar 2019/2020*. Madrid: MEFP.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional – MEFP -. (2019). *Datos y cifras: Curso escolar 2019/2020*. Madrid: MEFP.
- Mitchell, Madeline. y McKinnon, Merryn. (2019). “Human” or “objective” faces of science? Gender stereotypes and the representation of scientists in the media. *Public Understanding of Science*, 28 (2), 177-190.
- Monge Acuña, Virginia. (2015). La codificación en el método de investigación de la grounded theory o teoría fundamentada. *Innovaciones educativas*, 22, 77-84.
- Morán, Lourdes. (2008). Criterios para análisis comparativo de modelos y diseños educativos. *Educación y Educadores*, 11 (2), 139-158.
- Moreira, Marco Antoni. (1997). Aprendizaje significativo: Un concepto subyacente. En Moreira, M.A., Caballero, M.C. y Rodríguez, M.L. (orgs.). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. Medina Rivilla, Antonio. y Domínguez Garrido, María Concepción. (2009). *Didáctica: Formación básica para profesionales de la educación*. Madrid: Universitas.
- Moreno, Emilia. (2000). La transmisión de modelos sexistas en la escuela. En Miguel Ángel Santos Guerra (coord.), *El harén pedagógico. Perspectiva de género en la organización escolar* (pp. 11-33). Barcelona: Graó.
- Murphy, Colette y Beggs, Jim. (2003). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84 (308), 109-116.
- Murphy, Patricia F. (1996). Defining Pedagogy. En Patricia F. Murphy y Caroline V. Gipps (eds.), *Equity in the Classroom* (pp. 9-22). Londres: Falmer Press.
- Musitu Ochoa, Gonzalo y Cava, M. Jesús (2001). *La familia y la educación*. Barcelona: Ediciones Octaedro.

- Musitu Ochoa, Gonzalo., Román Sánchez, José.María. y Gracia Fuster, Enrique. (1998). *Familia y educación: Prácticas educativas de los padres y socialización de los hijos*. Barcelona: Labor.
- Musitu, Gonzalo., Moreno, David. y Martínez, María. (2005). La escuela como contexto socializador. *Ser Adolescente Hoy*. Madrid: FAD. Recuperado el 17 de octubre de 2020 de <https://www.uv.es/lisis/maria/climasocial.pdf>
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2005). *How Students Learn: History, Mathematics and Science in the Classroom*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRCGT: The National Research Centre on the Gifted and Talented. (s.f). Strategies to increase attainment value of a task. Recuperado el 9 de septiembre de 2020 en: https://nrcgt.uconn.edu/underachievement_study/goal-valuation/gv_goalva03/
- OCDE. (2005). *La Definición y Selección de Competencias clave. Resumen ejecutivo*. Recuperado el 23 de mayo de 2020 en: <https://www.deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dscexecutivesummary.sp.pdf>
- OCDE. (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias*, Versión preliminar. Paris: OECD Publishing.
- OCDE. (s.f). *El programa PISA de la OCDE: Qué es y para qué sirve*. Paris: OECD. <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- OECD. (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report*. Recuperado el 11 de octubre de 2016 en: <http://www.oecd.org/science/sci-tech/36645825.pdf>
- OECD. (2006). *Science, Technology and Industry (STI) Outlook*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2013). *Synergies for Better Learning: An international perspective on evaluation and assessment*. Paris: OECD Publishing.

- Oh, Phil Seok. y Oh, Sung Jin. (2011): What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33 (8), 1109-1130.
- Oliva, José María, (2014). La modelización en ciencias como estrategia de investigación y de intervención docente. En Conferencia impartida en el Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Sociales y Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. Consultado el 09 de marzo de 2019 en <http://hdl.handle.net/10630/7573>
- Olsen, Rolf Vegar., Prenzel, Manfred. y Martin, Ron. (2011). Interest in Science: A many-faceted picture painted by data from the OECD PISA study. *International Journal of Science Education*, 33 (1), 1-6.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 29 de enero de 2015, núm. 25, pp. 6986-7003.
- Ortiz Ocaña, Alexander. (2013). *Modelos pedagógicos y teorías de aprendizaje*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Osborne, Jonathan F., Simon, Shirley. y Collins, Sue. (2003). Attitudes towards science a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079.
- Osborne, Jonathan. y Collins, Susan. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23 (5), 441-467.
- Osborne, Jonhathan F. y Dillon, Justin. (2008). *Science Education in Europe*. London: Nuffield Foundation.
- Paixao, M. de Fátima y Chapuz, Antonio. (1999). La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), 69-77.
- Pajares, Frank. (2005). Gender differences in mathematics self-efficacy beliefs. In Ann. M. Gallagher y James. C. Kaufman (Eds.), *Gender differences in mathematics: An integrative psychological approach* (pp. 294–315). Boston, MA: Cambridge University Press.

- Pallarés Piquer, Marc. (2014). Medios de comunicación: ¿Espacio para el ocio o agentes de socialización en la adolescencia? *Pedagogía Social: Revista Interuniversitaria*, 23, 231-252.
- Paraskeva, Joao. (2018). ¿Qué sucede con la teoría crítica (currículum)? La necesidad de sobrellevar la rabia neoliberal sin evitarla. En Rosa Vázquez Recio (Coord.), *Reconocimiento y bien común en educación* (pp.191-230). Madrid: Morata.
- Parrilla, M^a Camen., Jiménez-Liso, M. Rut. y Martínez-Chico, María. (2017). ¿Por qué el mar no se “desparrama” si solo tiene arena alrededor? Indagación en la playa. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(2), 38-46.
- Pedrinaci, Emilio. (2012). El ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de cierta competencia científica. En Emilio Pedrinaci (Coord.), *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- Pedrinaci, Emilio. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra y competencia científica. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21 (2), 208-214.
- Pelcastre Villafuerte, Leticia., Gómez Serrato, Alma Rosa. y Zavala, Genaro. (2015). Actitudes hacia la ciencia de estudiantes de educación preuniversitaria del centro de México. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (3), 475-490.
- Perales Palacios, Francisco Javier. y Cañal de León, Pedro. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Pérez Fernández, José Ignacio. y Garaigordobil Landazabal, Maite. (2004). Relaciones de la socialización con inteligencia, autoconcepto y otros rasgos de la personalidad en niños de 6 años. *Apuntes de pedagogía*, 22 (2), 153-169.
- Pérez-Serrano, Gloria. (1994). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes: II. Técnicas y análisis de datos*. Madrid: La Muralla.
- Pérez-Varela, Noelia. (2017). *A Inspección Educativa. Unha perspectiva de xénero* (tesis doctoral). Universidad de A Coruña, A Coruña, España.
- Petersen, Jennifer. y Shibley Hyde, Janet. (2014). Gender-related academic and occupational interests and goal. *Advances in Child Development and Behavior*, 47, 147- 180.

- Piaget, Jean. (1961). *La formación del símbolo en el niño*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Piaget, Jean. (1977). *Psicología y pedagogía*. México: Editorial Ariel.
- Piaget, Jean. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Madrid: Siglo XXI.
- Pindado, Julián. (2005). Los medios de comunicación en la socialización adolescente. *Revista TELOS*, 62, 1-10.
- Posada Álvarez, Rodolfo. (2004). Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. *Revista Iberoamericana De Educación*, 35(1), 1-33. Recuperado a partir de <https://rieoei.org/RIE/article/view/2870>
- Pozo Muncio, Juan Ignacio. (1993). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Pozo Muncio, Juan Ignacio. y Gómez Crespo, Manuel Ángel. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Preckel, Franzis., Goetz, Thomas., Pekrun, Reinhard. y Kleine, Michael. (2008). Gender differences in gifted and average-ability students: Comparing girls' and boys' achievement, self-concept, interest, and motivation in mathematics. *Gifted Child Quarterly*, 52 (2), 146-159.
- Prieto Sánchez, María Dolores. (1989). *La modificabilidad estructural cognitiva y el Programa de Enriquecimiento Instrumental de R. Feuerstein*. Madrid: Bruño.
- Pro Bueno, Antonio. y Pérez Manzano, Antonio. (2014). Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 32 (3), 111-132.
- Puelles Benítez, Manuel. (2012). *Política, legislación y educación*. Madrid: UNED.
- Pulido, Asdrúbal. (2007). Educación ¿un mundo al revés? *Educere*, 11 (38), 433-438.
- Putwain, David W., Nicholson, Laura J., Pekrun, Reinhard., Becker, Sandra. y Symes, Wendy. (2019). Expectancy of success, attainment value, engagement and achievement: A moderated mediation analysis. *Learning and Instruction*, 60, 117-125.
- Ramírez Hernández, Irazema Edith. (2016). *Voces de la inclusión: Interpretaciones y críticas de la idea de inclusión escolar*. Buenos Aires: Praxis.

- Ramos Requejo, Ramón. (1990). La familia como agente de socialización política. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 9, 85-99.
- Ramsden, Judith M. (1998). Mission imposible? Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20 (2), 125-137.
- Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal. *Boletín Oficial del Estado*, 17, de 19 de enero. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2008/BOE-A-2008-979-consolidado.pdf>
- Real Decreto 99/2011, del 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado. *Boletín Oficial del Estado*, 35, del 10 de febrero. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-2541-consolidado.pdf>
- Recomendación del parlamento europeo y del consejo, 2006/962/CE, de 18 de diciembre de 2006 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 30 de diciembre de 2006, L. 394, pp. 10-18.
- Regan, Elaine. y DeWitt, Jennifer. (2015). Attitudes, interest and factors influencing STEM enrolment behaviour: An overview of relevant literature. En Ellen Karoline Henriksen, Justin Dillon y Jim Ryder (eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp.63-88). New York: Springer.
- Reglamento 2016/679 del parlamento europeo y del consejo, de 27 de abril, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos). *Diario Oficial de la Unión Europea*, 4.5.2016, 119/1 a 119/88. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=ES>
- Restrepo Gómez, Bernardo. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8, 9-19.
- Reyes Rodríguez, Luis. (2007). La teoría de acción razonada: Implicaciones para el estudio de las actitudes. *Investigación educativa duranguense (INED)*, 7, 66-77.
- Reyes-Cárdenas, Flor. y Padilla, Kira. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educ. quím.*, 23(4), 415-421.

- Riquelme Silva, Guillermo Manuel., López Toro, Alberto Antonio. y Bastías Bastías Lady Sthefany. (2018). La Accountability Educacional: Una discusión teórica. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 17 (35), 119-131.
- Rivero García, Ana., Martín del Pozo, Rosa., Solís Ramírez, Emilio y Porlán Ariza, Rafael. (2017). *Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria*. Madrid: Síntesis.
- Riviére, Angel. (1990). La teoría cognitiva social del aprendizaje: Implicaciones educativas. En César Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi (coords.), *Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación escolar* (pp. 69-80). Madrid: Alianza Editorial.
- Roa García, Ana. (2013). La educación emocional, el autoconcepto, la autoestima y su importancia en la infancia. *EDETANIA*, 44, 241-257.
- Robles, Alejandro., Solbes, Jordi., Cantó, José Rafael. y Lozano, Óscar R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 361-376.
- Rocard, Marika., Csermely, Peter., Jorde, Doris., Lenzen, Dieter., Walweg-Henriksson, Harriet y Hemmo, Valerie. (2007). Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. European Commission, Community Research. Recuperado el 03 de octubre de 2016 en http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Rocha Sánchez, Tania Esmeralda. (2009). Desarrollo de la identidad de género desde una perspectiva psico-socio-cultural: Un recorrido conceptual. *Revista Interamericana de Psicología*, 43 (2), 250-259.
- Rodríguez Gutiérrez, Leopoldo Felipe (coord.). (2013). *Una mirada a las teorías y corrientes pedagógicas*. México: SNTE.
- Rodríguez Martínez, Carmen (2011). *Género y cultura escolar*. Madrid: Morata.
- Rodríguez Martínez, Carmen. (2010). La igualdad y la diferencia de género en el currículum. En José Gimeno Sacristán (comp.), *Saberes e incertidumbres sobre el currículum* (pp.103-127). Madrid: Morata.
- Rodríguez Sánchez, Manuel. (2011). Metodologías docentes en el EEES de la clase magistral al portafolio. *Tendencias pedagógicas*, 17, 83-103.

- Rodríguez, Gregorio., Gil, Javier. y García, Eduardo. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Roger Angela. y Duffield Jill. (2000). Factors underlying persistent gendered option choices in school science and technology in Scotland. *Gender and education*, 12 (3), 367-383.
- Ruiz De Miguel, Covadonga. (1999). La familia y su implicación en el desarrollo infantil. *Revista Complutense de Educación*, 10 (1), 289-304.
- Ruiz Ortega, Francisco Javier. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3 (2), 41-60.
- Ryder, Jim. (2011). Scientific inquiry: learning about it and learning through it. En *Perspectives on Education: Inquiry based learning* (pp.4-7). Londres: Wellcome Trust. <https://www.stem.org.uk/resources/elibrary/resource/32891/perspectives-education-inquiry-based-learning>
- Sabariago del Castillo, José María. y Manzanares Gavilán, Mercedes. (2006). Alfabetización científica. En I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. Recuperado el 12 de enero de 2018 de: <https://www.oei.es/historico/memoriasctsi/mesa4/m04p35.pdf>
- Sainz Ibáñez, Milagros. (2007). *Aspectos psicosociales de las diferencias de género en actitudes hacia las nuevas tecnologías en adolescentes* (tesis doctoral). Madrid: Injuve.
- Sáinz Ibáñez, Milagros. (2011). Factors which influence girl's orientations to ICT subjects in schools. Evidence from Spain. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 3 (2), 387-406.
- Sáinz Ibáñez, Milagros. y Eccles, Jacquelynne S. (2011). Self-concept of computer and math ability: Gender implications across time and within ICT studies. *Journal of vocational behavior*, 80, 486-499.
- Sáinz, Milagros. y López-Sáez, Mercedes. (2010). Gender differences in computer attitudes and the choice of technology-related occupations in a sample of secondary students in Spain. *Computers and Education*, 54, 578-587.
- Sánchez Aguilar, Jöns., Jiménez-Grajales, A., Sánchez, N. y González-Sepúlveda, J. (2013). Sinergia educativa: Adaptación de una Clase Magistral en un Instituto Tecnológico. *Conciencia Tecnológica*, 46, 17-23.

- Sánchez Bello, Ana. (2002). El androcentrismo científico: el obstáculo para la igualdad de género en la escuela actual. *Educar*, 29, 91-102.
- Sánchez Bello, Ana. (2006a). Los libros de texto y la legitimación de la desigualdad. *Padres y Maestros*, 298, 15-17.
- Sánchez Bello, Ana. (2006b). La identidad de género en el marco de la escuela intercultural. En Rosa Cobo (ed.), *Interculturalidad, feminismo y educación* (pp. 55- 76). Madrid: Catarata.
- Sandín Esteban, M. Paz. (2003). *Investigación cualitativa en educación: Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGrawHill.
- Sanmartí, Neus. y Márquez, Conxita. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1 (1), 3-16.
- Santos Guerra, Miguel Ángel. (1997). Curriculum oculto y construcción del género en la escuela. *Kiriki: Cooperación educativa*, 42-43, 14-27.
- Santos Guerra, Miguel Ángel. (2000). *El harén pedagógico. Perspectiva de género en la organización escolar*. Barcelona: Graó
- Schiro, Michael Stephen. (2013). *Curriculum Theory: Conflicting Visions and Enduring Concerns* (2nd edition). London: Sage Publications.
- Schone, Pal., Simson, Kristine. y Strom, Marte. (2016). Girls Helping Girls - The Impact of Female Peers on Grades and Educational Choices. Consultado el 7 de octubre de 2020 en <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2760782>
- Schreiner, Camilla & Sjøberg, Svein (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science and science education*. Oslo: University of Oslo – Acta Didactica.
- Schreiner, Camilla. y Sjøberg, Svein. (2004). *ROSE: The Relevance of Science Education*. Oslo: Unipub AS.
- Schunk, Dale. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa*. México: Pearson Educación.

- Shachar, Orly. (2000). Spotlighting women scientists in the press: tokenism in science journalism. *Public Understanding of Science*, 9, 347-358.
- Shrewsbury, Carolyn. M. (1993). What is Feminist pedagogy? *Women's Studies Quarterly*, 15, 166-173.
- Sierra, Benjamín. y Carretero, Mario. (1990). Aprendizaje, memoria y procesamiento de la información: la psicología cognitiva de la instrucción. En César Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi (coords.), *Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación escolar* (pp. 141-158). Madrid: Alianza Editorial.
- Simarro Rodríguez, Cristina., Couso Lagarón, Digna. y Pintó Casulleras, Roser. (2013). Indagació basada en la modelització: un marc per al treball pràctic. *Ciències*, 25, 35-43.
- Simkin, Hugo. y Becerra, Gastón. (2013). El proceso de socialización. Apuntes para su exploración en el campo psicosocial. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, vol. XXIV, 47, 119-142.
- Simons, Helen. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. Madrid: Morata.
- Simpkins, Sandra D., Davis-Kean, Pamela E. y Eccles, Jacquelynne S. (2006). Math and science motivation: A longitudinal examination of the links between choices and beliefs. *Developmental Psychology*, 42 (1), 70-83.
- Simpson, Terry L. (2002). Dare I oppose constructivist theory? *The Educational Forum*, 66, 347-354.
- Sinclair, Samantha., Carlsson Rickard. y Bjorklund, Fredrik. (2014). The role of friends in career compromise: Same-gender friendship intensifies gender differences in educational choice. *Journal of Vocational Behavior*, 84, 109-118.
- Sjaastad, Jorgen. (2012). Sources of Inspiration: The role of significant persons in young people's choice of science in higher education. *International Journal of Science Education*, 34 (10), 1615-1636.
- Solbes, Jordi. y Vilches, Amparo. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (3), 337-348.

- Speering, Wendy. y Rennie, Leonie J. (1996). Student's perceptions about science: the impact of transition from primary to secondary school. *Research in Science Education*, 26 (3), 283-298.
- Stake, Jayne E. y Nickens, Shannon D. (2005). Adolescent Girls' and Boys' science peers' relationships and perceptions of the possible self as scientist. *Sex Roles*, 52 (1/2), 1-11.
- Stake, Robert E. (1995). *The Art of Case Study Research*. London: SAGE.
- Stake, Robert E. (2005). Qualitative Case studies. En N.K. Denzin y Y.S. Lincoln (Dirs.). *Handbook of qualitative research* (pp. 443-467). Thousand Oaks, London and New Delhi: SAGE Publications, Inc.
- Stake, Robert E. (2006). *Multiple Case Study Analysis*. New York: The Guilford Press.
- Stake, Robert E. (2010). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Stenhouse, Lawrence. (1991). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid: Morata.
- Subirats Martori, Marina. (1999). Género y escuela. En Carlos Lomas (coord.), *¿Iguales o diferentes? Género, diferencia sexual, lenguaje y educación* (pp. 19-32). Barcelona: Paidós.
- Tamayo Alzate, Óscar Eugenio. (2013). Modelos y modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Congreso llevado a cabo en Girona, España. Obtenido el 02 de mayo de 2020 en: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap3484.pdf
- Taylor, Steven J. y Bogdan, Robert. (1992). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- Tolstrup Holmegaard, Henriette., Møller Madsen, Lene. y Ulriksen, Lars. (2014) To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36 (2), 186-215.
- Torrego, Juan Carlos. y Negro, Andrés. (2012). *Aprendizaje cooperativo en las aulas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Torres Santomé, Jurjo. (1994). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado*. Madrid: Morata.

- Torres Santomé, Jurjo. (2003). *El currículum oculto*. Madrid: Morata.
- Torres Santomé, Jurjo. (2015). Sin muros en las aulas: El currículum integrado. En José Gimeno Sacristán, Miguel Ángel Santos Guerra, Jurjo Torres Santomé, Philip W. Jackson y Javier Marrero Acosta (eds.), *Ensayos sobre el currículum: Teoría y práctica* (pp. 148-159). Madrid: Morata.
- Trebisacce, Catalina. (2016). Una historia crítica del concepto de experiencia de la epistemología feminista. *Cinta de Moebio*, 57, 285-295.
- Trilla, Jaume. (Coord.). (2001). *El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI*. Barcelona: Graó.
- Trillo Alonso, Felipe (2015). Introducción a la escuela nueva. *Padres y Maestros*, 94-93, 16-18.
- Tünnermann Bernheim, Carlos. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, 48, 21-32.
- Tytler, Russell. y Osborne, Jonathan. (2012). Student attitudes and aspirations towards science. In Fraser, Barry. J, Tobin, Kenneth G. and McRobbie, Campbell J. (ed), *Second international handbook of science education* (pp.597-625). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Tytler, Russell., Osborne, Jonathan., Williams, Gaye., Tytler, Kristen. y Clark, John. (2008). *Opening up pathways: engagement in STEM across the primary-secondary school transition*. Canberra: Australian Department of Education, Employment and Workplace Relations.
- Ubillos Landa, Silvia., Mayordomo López, Sonia. y Páez Rovira, Darío. (2004). Actitudes: Definición y Medición. Componentes de la actitud: Modelo de Acción Razonada y Acción Planificada. En Darío Páez, Itziar Fernández, Silvia Ubillos y Elena Zubieta (coords.), *Psicología social, cultura y educación* (pp. 301-326). Madrid: Pearson.
- Ulriksen, Lars., Madsen, Lene Moller. y Holmegaard, Henriette Tolstrup. (2015). Why Do Students in STEM Higher Education Programmes Drop/Opt Out? – Explanations Offered from Research. En Ellen Karoline Henriksen, Justin Dillon y Jim Ryder (eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp.203-218). New York: Springer.

- Umaña, Sandra Araya. (2015). La categoría analítica del género: notas para un debate. *Hallazgos*, 12 (23), 287-308.
- UNESCO. (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. Francia: UNESCO.
- UNESCO. (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. Francia: UNESCO.
- Uum, Martina S.J van, Verhoeff, Roald P. y Peeters, Marieke. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, 38 (3), 450-469.
- Uum, Martina S.J van., Verhoeff, Roald P. y Peeters, Marieke. (2017): Inquiry-based science education: scaffolding pupils' self-directed learning in open inquiry. *International Journal of Science Education*, 39 (18), 2461-2481.
- Valdez, Francisco Javier. (2012). Teorías educativas y su relación con las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC). En. XVII Congreso Internacional de contaduría, administración e informática. ANFECA, México D.F.
- Varela, Aida., Gramacho, Ana. y Melo, Clelia. (2006). Programa de Enriquecimiento Instrumental (PEI): alternativa pedagógica que responde al desafío de calidad en educación. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 2 (2), 297-310.
- Vasilachis de Gialdino, Irene. (2015). Prólogo a la edición en castellano. Investigación cualitativa: Proceso, política, representación, ética. En Norman K. Denzin y Yvonna S. Lincoln. (Coords.), *Manual de Investigación Cualitativa Volumen IV: Métodos de recolección y análisis de datos* (pp. 11-42). Barcelona: Gedisa.
- Vázquez Alonso, Ángel. (1994). Concepciones iniciales sobre la enseñanza en profesores de ciencias de secundaria en formación. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21, 159-173.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (3), 337-346.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2003). Los estudios de género y la enseñanza de ciencias. *Revista de Educación*, 330, 251-280.

- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2005). La ciencia escolar vista por los estudiantes. *Bordón*, 57 (5), 125-143.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2007a). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (2), 247-271.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2007b). *La relevancia de la educación científica*. Palma: Universitat de les Illes Balears.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2007c). *Los intereses curriculares en ciencia y tecnología de los estudiantes de secundaria*. Palma: Universitat de les Illes Balears.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2009a). Expectativas sobre un trabajo futuro y vocaciones científicas en estudiantes de educación secundaria. *Revista electrónica de Investigación Educativa*, 11 (1).
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2009b). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las ciencias*, 27 (1), 33-48.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2009c). La vocación científica y tecnológica: predictores actitudinales significativos. *Eureka*, 6 (2), 213-231.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2010). Perfiles actitudinales de la elección de ciencias en secundaria según el sexo y el tipo de educación. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 9 (1), 242-260.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciencia & Educaçao*, 17 (2), 249-268.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2017). Contenidos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología en los nuevos currículos básicos de educación

- secundaria. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 21 (1), 294-312.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero Mas, María Antonia. (2018). Mas allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 309-336.
- Vázquez Alonso, Ángel. y Manassero, María Antonia. (2015). La elección de estudios superiores científico-técnicos: análisis de algunos factores determinantes en seis países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (2), 264-277.
- Vázquez Alonso, Ángel., Acevedo Díaz, José Antonio. y Manassero Mas, María Antonia. (2005). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: Evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana De Educación*, 34 (1), 1-37. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.35362/rie3412895>
- Vázquez Alonso, Ángel., Acevedo Díaz, José Antonio. y Manassero Mas, María Antonia. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2). Recuperado en http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N2.pdf
- Vázquez Alonso, Ángel., Acevedo Díaz, José Antonio., Manassero Mas, María Antonia. y Acevedo Romero, Pilar. (2006). Actitudes del alumnado sobre ciencia, tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8 (2), 1-37.
- Vázquez Alonso, Antonio y Manassero Mas, María Antonia. (2012a). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (1), 2-31.
- Vázquez Alonso, Antonio y Manassero Mas, María Antonia. (2012b). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): Una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (1), 32-53.
- Vázquez Recio, Rosa. (2011). *Investigar la dirección escolar con estudio de caso*. Málaga: Ediciones Aljibe.

- Vázquez Recio, Rosa. (Coord.) (2018). *Reconocimiento y bien común en educación*. Madrid: Morata.
- Vázquez Recio, Rosa. y Angulo Rasco, Félix (2003). *Introducción a los estudios de casos: los primeros contactos con la investigación etnográfica*. Málaga: Aljibe.
- Vázquez Recio, Rosa. y Angulo Rasco, Félix. (2010). El currículum en la acción: Las tareas de enseñar y aprender. El análisis del método. En José Gimeno Sacristán (Comp.), *Saberes e incertidumbres sobre el currículum* (pp. 333-354). Madrid: Morata.
- Velarde Consoli, Esther. (2008). La teoría de la modificabilidad estructural cognitiva de Reuven Feuerstein. *Investigación Educativa*, 12 (22), 203-221.
- Vera Vila, Julio. (2005). Medios de comunicación y socialización juvenil. *Revista de Estudios de Juventud*, 68, 19-31.
- Vergara Ríos, Gabriel. y Cuentas Urdaneta, Heriberto. (2015). Actual vigencia de los modelos pedagógicos en el contexto educativo. *Opción*, 31 (6), 914-934.
- Vílches, Amparo. y Gil Pérez, Daniel. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación, núm extraor.*, 295-311.
- Vílchez González, José Miguel. (coord.). (2015). *Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria: I. Ciencias del espacio y de la Tierra*. Madrid: Pirámide.
- Vílchez González, José Miguel. y Bravo Torija, B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (1), 185-202.
- Viljaranta, Jaana., Lazarides, Rebecca., Aunola, Kaisa., Räikkönen, Eija., y Nurmi, Jari-Erik. (2015). The different role of mothers' and fathers' beliefs in the development of adolescents' mathematics and literacy task values. *Journal of Gender, Science and Technology*, 2015 (1), 297-317.
- Viñoles, Máximo Antonio. (2013). Conductismo y constructivismo: modelos pedagógicos con argumentos en la educación comparada. *HumanArtes: Revista Electrónica de Ciencias Sociales y Educación*, 3, 7-20.

- Vygotsky, Lev Semenovich. (1979). *El Desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Wang, Ming-Te. y Degol, Jessica. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy-value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 33, 304-340.
- Wang, Ming-Te., Degol, Jessica. y Ye, Feifei. (2015). Math achievement is important, but task values are critical, too: examining the intellectual and motivational factors leading to gender disparities in STEM careers. *Frontiers in psychology*, 6, 36.
- Wang, Xueli. (2013). Why students choose STEM majors: Motivation, high school learning, and postsecondary context of support. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1081–1121.
- Webb, Lynne M., Allen, Myria. y Walker, Kandi L. (2002). Feminist pedagogy: Identifying basic principles. *Academic Exchange Quarterly*, 6, 67-72.
- Webb, Lynne M., Walker, Kandi L. y Bollis, Tamara S. (2004). Feminist pedagogy in the teaching research methods. *International Journal of Social Research Methodology*, 7 (5), 415-428.
- Weinert, Franz. E. (1999). *Definition and Selection of Competencies. Concepts of Competence*. Munich: Max Planck Institute for Psychological Research
- Wigfield, Allan. y Cambria Jenna. (2010). Students' achievement values, goals orientations and interest: Definitions, development, and relations to achievement outcomes. *Developmental Review*, 30, 1-35.
- Wigfield, Allan. y Eccles, Jacquelynne S. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review*, 12, 265-310.
- Wigfield, Allan. y Eccles, Jacquelynne S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 68-81.
- Wigfield, Allan., Eccles, Jacquelynne S., Mac Iver, Douglas., Reuman, David A. y Midgley, Carol. (1991). Transitions during early adolescence: Changes in children's domain-specific self-perceptions and general self-esteem across the transition to junior high school. *Developmental Psychology*, 27 (4), 552-565.

- Windschitl, Mark. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87 (1), 112-143.
- WISE. (2015). *Women in Science, Technology, Engineering and Mathematics: The Talent Pipeline from Classroom to Boardroom*. Bradford: WISE.
- WISE. (2015). *Women in Science, Technology, Engineering and Mathematics: The Talent Pipeline from Classroom to Boardroom*. Bradford: WISE.
- Xunta de Galicia. (11 de mayo de 2018). Román Rodríguez anuncia una gran feria STEM para poner en valor los proyectos de los centros educativos. Recuperado de <https://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/24658>
- Yela Granizo, Mariano. (1996). La evolución del conductismo. *Psicothema*, 8 (extr.), 165-186.
- Yeomans, Emily. (2011). Inquiry-based learning – what is its role in an inspiring science education? En *Perspectives on Education: Inquiry based learning* (pp.2-3). Londres: Wellcome Trust: <https://www.stem.org.uk/resources/elibrary/resource/32891/perspectives-education-inquiry-based-learning>
- Yin, Robert K. (1994). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, California: SAGE.
- Yoon, Hye-Gyoung., Joung, Yong Jae y Kim, Mijung. (2012). The challenges of science inquiry teaching for pre-service teachers in elementary classrooms: Difficulties on and under the scene. *Res Sci Educ*, (42), 589–608.
- Zambrano Leal, Armando. (2019). *De la pedagogía a las ciencias de la educación: Debates y tránsitos*. Bogotá: Magisterio Editorial.

Anexos

Anexo I: Claves de codificación

Documento 1: Claves de codificación del caso Carlos

Entrevista Carlos 1	ENT1-C	Anexo III: documento 1
Entrevista Carlos 2	ENT2-C	Anexo III: documento 1
Entrevista grupal alumnas	EG-MH	Anexo III: documento 6
Grupo discusión parte 1 TEC-4ºA	GD1-MH-1	Anexo III: documento 2
Grupo discusión parte 2 TEC-4ºA	GD1-MH-2	Anexo III: documento 2
Grupo discusión TEC-4ºA y TIC	GD2-MH	Anexo III: documento 3
Grupo discusión TEC-4ºA y TIC	GD3-MH	Anexo III: documento 4
Grupo discusión TEC-4ºB y TIC	GD4-MH	Anexo III: documento 5
Observación general		Anexo III: documento 7
Observación 1 TIC	OBS1-TIC	Anexo III: documento 8
Observación 2 TIC	OBS2-TIC	Anexo III: documento 12
Observación 1 TEC 4ºB	OBS1-TEC-4B	Anexo III: documento 9
Observación 2 TEC 4ºB	OBS2-TEC-4B	Anexo III: documento 13
Observación 1 TEC 4ºA	OBS1-TEC-4A	Anexo III: documento 10
Observación 2 TEC 4ºA	OBS2-TEC-4A	Anexo III: documento 11

Documento 2: Claves de codificación del caso Rosa

Entrevista Rosa	ENT1-R	Anexo III: documento 15
Grupo de discusión 1 Programación 1ºB parte 1	GD1-AL-1	Anexo III: documento 16
Grupo de discusión 1 Programación 1ºB parte 2	GD1-AL-2	Anexo III: documento 16
Grupo de discusión 2 Programación 1ºB parte 1	GD2-AL-1	Anexo III: documento 17
Grupo de discusión 2 Programación 1ºB parte 2	GD2-AL-2	Anexo III: documento 17
Grupo de discusión 3 Programación 1ºB parte 1	GD3-AL-1	Anexo III: documento 18
Grupo de discusión 3 Programación 1ºB parte 2	GD3-AL-2	Anexo III: documento 18
Grupo de discusión 4 Programación 1ºB parte 1	GD4-AL-1	Anexo III: documento 19
Grupo de discusión 4 Programación 1ºB parte 2	GD4-AL-2	Anexo III: documento 19
Grupo de discusión 5 Programación 1ºA parte 1	GD5-AL-1	Anexo III: documento 20
Grupo de discusión 5 Programación 1ºA parte 2	GD5-AL-2	Anexo III: documento 20
Grupo de discusión 6 Programación 1ºA parte 1	GD6-AL-1	Anexo III: documento 21
Grupo de discusión 6 Programación 1ºA parte 2	GD6-AL-2	Anexo III: documento 21
Grupo de discusión 7 Programación 1ºA	GD7-AL	Anexo III: documento 22
Entrevista grupal 1 niñas 1ºB	EG1-AL	Anexo III: documento 23
Entrevista grupal 2 niñas 1ºB	EG2-AL	Anexo III: documento 24
Entrevista grupal 3 niñas 1ºA	EG3-AL	Anexo III: documento 25
Observación 1 Programación 1ºB	OBS1-PROG-1B	Anexo III: documento 26

Observación 2 Programación 1ºA	OBS2-PROG-1A	Anexo III: documento 27
Observación 3 Programación 1ºB	OBS3-PROG-1B	Anexo III: documento 28
Observación 4 Programación 1ºA	OBS4-PROG-1A	Anexo III: documento 29

Documento 3: Participantes grupos discusión IES Margaret Hamilton

Grupo discusión / entrevista	Código	Materias	Participantes
Grupo discusión 1	GD1-MH-1 GD1-MH-2	TEC-4ºA	Pedro Javier Luis Sofía Carla
Grupo discusión 2	GD2-MH	TEC-4ºA y TIC	Julia Ramón Juan Alicia Pepe
Grupo discusión 3	GD3-MH	TEC-4ºA y TIC	Macarena Alberto Felipe Hugo Roberto Marcelo
Grupo discusión 4	GD4-MH	TEC-4ºB y TIC	Leticia Álvaro Xurxo Alfonso
Entrevista grupal	EG-MH	TEC-4ºA, TEC-4ºB y TIC	Leticia Alicia Sofía Carla Macarena

Documento 4: Participantes grupos discusión CPI Ada Lovelace

Grupo discusión / entrevista	Código	Materias	Participantes
Grupo discusión 1	GD1-AL-1	PROG-1ºB	Amadeo
	GD1-AL-2		Iria Pepito Luna Bruno
Grupo discusión 2	GD2-AL-1	PROG-1ºB	Bea
	GD2-AL-2		Zeltia Pedro César Valentín
Grupo discusión 3	GD3-AL-1	PROG-1ºB	Matilde
	GD3-AL-2		Diana Enrique Laura
Grupo discusión 4	GD4-AL-1	PROG-1ºB	Martina
	GD4-AL-2		Noelia Aldán Cristina Ismael
Grupo discusión 5	GD5-AL-1	PROG-1ºA	Emma
	GD5-AL-2		Astrid Tomás Jaime Ceferino

Grupo discusión 6	GD6-AL-1 GD6-AL-2	PROG-1ºA	Tatiana Anastasio Cintia Celia Nicolás
Grupo discusión 7	GD7-AL	PROG-1ºA	Aitana Noel Susana Ernesto
Entrevista grupal 1	EG1-AL	PROG-1ºB	Diana Matilde Iria Martina Zeltia
Entrevista grupal 2	EG2-AL	PROG-1ºB	Luna Bea Cristina Laura Noelia
Entrevista grupal 3	EG3-AL	PROG-1ºA	Tatiana Astrid Celia Aitana Cintia

Documento 5: Codificación relatos descriptivos Margaret Hamilton

Nombre alumno/alumna	Relato	Código	Página
Abel	Arkaitz Carracedo	RC-AB-MH	
	Katie Bouman	RB-AB-MH	
Alberto	Arkaitz Carracedo	RC-AL-MH	
	Katie Bouman	RB-AL-MH	
Alfonso	Arkaitz Carracedo	RC-AF-MH	
	Katie Bouman	RB-AF-MH	
Alicia	Arkaitz Carracedo	RC-ALI-MH	
	Katie Bouman	RB-ALI-MH	
Álvaro	Arkaitz Carracedo	RC-AV-MH	
	Katie Bouman	RB-AV-MH	
Andrés	Arkaitz Carracedo	RC-AD-MH	
	Katie Bouman	RB-AD-MH	
Antonio	Arkaitz Carracedo	RC-AT-MH	
	Katie Bouman	RB-AT-MH	
Bastian	Arkaitz Carracedo	RC-B-MH	
	Katie Bouman	RB-B-MH	
Carla	Arkaitz Carracedo	RC-C-MH	
	Katie Bouman	RB-C-MH	

Felipe	Arkaitz Carracedo	RC-F-MH
	Katie Bouman	RB-F-MH
Hugo	Arkaitz Carracedo	RC-H-MH
	Katie Bouman	RB-H-MH
Javier	Arkaitz Carracedo	RC-JA-MH
	Katie Bouman	RB-JA-MH
Jesús	Arkaitz Carracedo	RC-JE-MH
	Katie Bouman	RB-JE-MH
José	Arkaitz Carracedo	RC-JO-MH
	Katie Bouman	RB-JO-MH
Juan	Arkaitz Carracedo	RC-JU-MH
	Katie Bouman	RB-JU-MH
Julia	Arkaitz Carracedo	RC-JL-MH
	Katie Bouman	RB-JL-MH
Leticia	Arkaitz Carracedo	RC-LE-MH
	Katie Bouman	RB-LE-MH
Luis	Arkaitz Carracedo	RC-LU-MH
	Katie Bouman	RB-LU-MH
Macarena	Arkaitz Carracedo	RC-MAC-MH
	Katie Bouman	RB-MAC-MH
Marcelo	Arkaitz Carracedo	RC-MRC-MH
	Katie Bouman	RB-MRC-MH

Mariano	Arkaitz Carracedo	RC-MRO-MH
	Katie Bouman	RB-MRO-MH
Paco	Arkaitz Carracedo	RC-PA-MH
	Katie Bouman	RB-PA-MH
Pedro	Arkaitz Carracedo	RC-PED-MH
	Katie Bouman	RB-PED-MH
Pepe	Arkaitz Carracedo	RC-PEP-MH
	Katie Bouman	RB-PEP-MH
Ramón	Arkaitz Carracedo	RC-RA-MH
	Katie Bouman	RB-RA-MH
Roberto	Arkaitz Carracedo	RC-RO-MH
	Katie Bouman	RB-RO-MH
Sofia	Arkaitz Carracedo	RC-S-MH
	Katie Bouman	RB-S-MH
Xurxo	Arkaitz Carracedo	RC-X-MH
	Katie Bouman	RB-X-MH

Documento 6: Codificación relatos descriptivos CPI Ada Lovelace

Nombre alumno/alumna	Relato	Código	Página
Aitana	Arkaitz Carracedo	RC-AI-AL	
	Katie Bouman	RB-AI-AL	
Aldán	Arkaitz Carracedo	RC-AD-AL	
	Katie Bouman	RB-AD-AL	
Amadeo	Arkaitz Carracedo	RC-AM-AL	
	Katie Bouman	RB-AM-AL	
Anastasio	Arkaitz Carracedo	RC-AN-AL	
	Katie Bouman	RB-AN-AL	
Astrid	Arkaitz Carracedo	RC-AS-AL	
	Katie Bouman	RB-AS-AL	
Bea	Arkaitz Carracedo	RC-BE-AL	
	Katie Bouman	RB-BE-AL	
Breixo	Arkaitz Carracedo	RC-BRE-AL	
	Katie Bouman	RB-BRE-AL	
Bruno	Arkaitz Carracedo	RC-BRU-AL	
	Katie Bouman	RB-BRU-AL	
Ceferino	Arkaitz Carracedo	RC-CF-AL	
	Katie Bouman	RB-CF-AL	
Celia	Arkaitz Carracedo	RC-CE-AL	

	Katie Bouman	RB-CE-AL
Cintia	Arkaitz Carracedo	RC-CI-AL
	Katie Bouman	RB-CI-AL
Cristina	Arkaitz Carracedo	RC-CR-AL
	Katie Bouman	RB-CR-AL
Diana	Arkaitz Carracedo	RC-D-AL
	Katie Bouman	RB-D-AL
Emma	Arkaitz Carracedo	RC-EM-AL
	Katie Bouman	RB-EM-AL
Ernesto	Arkaitz Carracedo	RC-ER-AL
	Katie Bouman	RB-ER-AL
Iria	Arkaitz Carracedo	RC-IR-AL
	Katie Bouman	RB-IR-AL
Ismael	Arkaitz Carracedo	RC-IS-AL
	Katie Bouman	RB-IS-AL
Jaime	Arkaitz Carracedo	RC-JA-AL
	Katie Bouman	RB-JA-AL
Jonás	Arkaitz Carracedo	RC-JO-AL
	Katie Bouman	RB-JO-AL
Julián	Arkaitz Carracedo	RC-JU-AL
	Katie Bouman	RB-JU-AL
Laura	Arkaitz Carracedo	RC-LA-AL
	Katie Bouman	RB-LA-AL

Luna	Arkaitz Carracedo	RC-LU-AL
	Katie Bouman	RB-LU-AL
Martina	Arkaitz Carracedo	RC-MAR-AL
	Katie Bouman	RB-MAR-AL
Matilde	Arkaitz Carracedo	RC-MAT-AL
	Katie Bouman	RB-MAT-AL
Max	Arkaitz Carracedo	RC-MAX-AL
	Katie Bouman	RB-MAX-AL
Nicolás	Arkaitz Carracedo	RC-NI-AL
	Katie Bouman	RB-NI-AL
Noel	Arkaitz Carracedo	RC-NO-AL
	Katie Bouman	RB-NO-AL
Noelia	Arkaitz Carracedo	RC-NOE-AL
	Katie Bouman	RB-NOE-AL
Pedro	Arkaitz Carracedo	RC-PED-AL
	Katie Bouman	RB-PED-AL
Pepito	Arkaitz Carracedo	RC-PEP-AL
	Katie Bouman	RB-PEP-AL
Rafael	Arkaitz Carracedo	RC-RA-AL
	Katie Bouman	RB-RA-AL
Salvador	Arkaitz Carracedo	RC-SA-AL
	Katie Bouman	RB-SA-AL

Tatiana	Arkaitz Carracedo	RC-TA-AL
	Katie Bouman	RB-TA-AL
Teo	Arkaitz Carracedo	RC-TE-AL
	Katie Bouman	RB-TE-AL
Tomás	Arkaitz Carracedo	RC-TO-AL
	Katie Bouman	RB-TO-AL
Valentín	Arkaitz Carracedo	RC-VA-AL
	Katie Bouman	RB-VA-AL
Zeltia	Arkaitz Carracedo	RC-ZE-AL
	Katie Bouman	RB-ZE-AL

Documento 7: Códigos, categorías y subcategorías de análisis

CÓDIGO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
CLACIEN	Características de las clases de ciencias	<p>PROG (programación)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Probar cosas nuevas • Fichas • Scratch <p>PMS (Proyecto Maker School) MATNCIEN (Materia fomentó actitudes negativas hacia las ciencias) CARC (Características clases ciencias)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rígidas • Densas • Abstractas • Prácticas • De chapar • Interesantes • Divertidas • Aburridas • Útiles • Irrelevantes • Difíciles <p>VINC (Vinculación otras materias) CONTX (Contextualización a la vida del alumnado) RELTP (Relación teoría/práctica) ACTEXT (Actividades extraescolares)</p>
MET	Metodología de enseñanza-aprendizaje	<p>TRAD (Tradicional) ACT (Activa)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje autónomo • Aprendizaje cooperativo • Aprender haciendo
DOC	La figura de los/las docentes y su influencia en la elección de estudios	<p>MOT (Motivador/desmotivador) ACTALUM (Actitud hacia el alumnado)</p>

		<p>EXPL (Explica bien/mal)</p> <p>REPT (Repite las explicaciones y responde dudas)</p> <p>EXAM (exámenes)</p> <p>INFLREN (Influencia en el rendimiento/ Hace difícil/fácil la materia)</p> <p>DINA (Hace dinámicas las clases teóricas)</p> <p>INFLGUS (Influencia en el gusto por la materia)</p> <p>INFLELEC (Influencia elección de las materias)</p> <p>REFCON (Referente conducta)</p> <p>RELINT (Relación interpersonal)</p>
IMGCyT	Imagen de la ciencia y tecnología	<p>EPIS (epistemología de la CyT)</p> <ul style="list-style-type: none"> • No saben • Investigar • Programar • Experimentos • Avances • Estudios vida • Inventar • Mejora sociedad • Innovación • Descubrimientos <p>AISL (Aislamiento CyT)</p> <p>VDESCN (Visión descontextualizada)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajan aislados • Influencia sobre sociedad • Influencia sociedad sobre CyT <p>IMPSOC (Importancia que otorga la sociedad a la CyT)</p> <p>IMPALUM (Importancia que otorga el alumnado a la CyT)</p> <p>EMP-IND (Visión empírico-inductiva)</p>

<p>CARCTCIENT</p>	<p>Características de los y las científicos/científicas y del trabajo científico</p>	<p>INT (Inteligencia) DIS (Disciplinados) CUR (Curiosos) FRIK (Frikis, gamers) TRALAB (Trabajan laboratorio) PERSLAB (Perspectivas laborales)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conferencias • Trabajo demandante • Emigración • Reconocimiento social • Remuneración • Premios <p>CARACTPEQ (Características de pequeños)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Listos/inteligencia • Alcanzar retos • Asocial/introvertido • Estudiosos • Buenas notas • Pasión innata • Destacan en alguna asignatura • Decisión instituto <p>FAM (Rol de las familias)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo • Recursos • Tienen familia/no tienen familia <p>DIFCIENT (Diferencias entre científicos y científicas)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inteligencia • Eje interés • Vida diaria diferente • No hay • Mas trabajadoras/esfuerzo <p>BARRMUJ (Barreras mujeres)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Invisibilidad • Menor reconocimiento
--------------------------	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> • Trato diferente • Acceso • Brecha salarial
VALSUBJ	Valor subjetivo	<p>UTNCCP (Utilidad no ciencias corto plazo)</p> <p>UTNCLP (Utilidad no ciencias a largo plazo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Robots • Vida cotidiana • Matemáticas • Instalaciones eléctricas • Salidas laborales • Relacionado con lo que quieren estudiar <p>UTCCP (Utilidad ciencias corto plazo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vida diaria • Aprobar <p>UTCLP (Utilidad ciencias largo plazo)</p> <p>NUTC (No utilidad ciencias)</p> <p>COST (Coste)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzo • Incompatibilidad STEM/familia <p>VALLOG (Valor de logro)</p> <p>VALINT (Valor intrínseco)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gusto/disfrute • Interés
EXPEXT	Expectativas de éxito	<p>AUT (Autoconcepto de habilidad)</p> <p>IDEN (Identidad personal)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motivación • Chicas luchadoras • Estudiosas • Capacidad innata • Implicación

		<ul style="list-style-type: none"> • Inteligentes <p>ACTCIEN (Actitudes hacia las ciencias)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positivas • Negativas <p>EXPFAM (Expectativas familiares)</p> <p>CHINELCIEN (Chicas no eligen ciencias)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inseguridad • Apoyo • Profesorado • Comentarios • Rendimiento • Barreras • No les gusta <p>ESTGENE (Esteretipos de género)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visión social mujer menos capaz • Visión masculina ciencia • Prejuicios • Mujer relegada ámbito privado
ELECEST	Elección de estudios	<p>NMAT (Cualquiera no relacionada con las mates)</p> <p>CIEN (Ciencias)</p> <p>CCSAL (Ciencias salud)</p> <p>ING (Ingenierías)</p>

Anexo II: Documentos

Documento 1: Carta informativa para la dirección de los centros



La tesis doctoral *“Imagen, percepción y actitudes hacia las ciencias en la educación secundaria: una perspectiva de género”* intenta contribuir a la investigación en el campo de la ciencia escolar. Poca gente joven en general, y chicas en particular, eligen cursar una carrera en las STEM, uno de los factores influyentes en la toma de decisiones son las actitudes negativas hacia la ciencia escolar, que diversos estudios muestran como descienden con la edad y tienen un marcado sesgo de género, aunque actualmente decrecen tanto en chicas como en chicos. Esta investigación trata dilucidar cómo aumentar la motivación a cursar materias científicas, desde una perspectiva de género.

Concretamente se intentan responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la imagen y percepción que tiene el alumnado gallego sobre la ciencia y la ciencia escolar?
- ¿Cómo las metodologías activas de enseñanza de la ciencia influyen la percepción de los estudiantes sobre la ciencia y sus actitudes, así como su motivación a cursar materias científicas?

Esta tesis doctoral es un trabajo original de investigación sujeto al cumplimiento de los aspectos éticos, legales y normativos estipulados en la Ley Orgánica 4/2007, y en la recogida y análisis de datos se atenderá a la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, y al Protocolo de Protección de Datos emitido por la Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de Abril 2016 y al Deber de Sigilo apuntado en la normativa mencionada así como en la propia Ley Orgánica de 2/2006, de 3 de septiembre, de Educación (LOE), modificada parcialmente por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, de Educación para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), garantizando el anonimato del alumnado, el profesorado y el centro educativo.

Atentamente.

Doctoranda



Andrea Fernández Sánchez

Directora



Ana Sánchez Bello

Documento 2: Carta informativa y autorización para las familias



Estimadas familias:

Son Andrea Fernández Sánchez, estudante de doutorado na universidade de A Coruña. Estou a realizar unha tese de doutoramento no eido da ciencia escolar titulada “*Imaxe, percepción e actitudes cara as ciencias na educación secundaria: unha perspectiva de xénero*” que intenta contribuir á investigación de actitudes cara as ciencias.

Concretamente, intento determinar cal é a imaxe e as actitudes que presenta o alumnado galego cara a ciencia e a ciencia escolar, e se as metodoloxías activas de ensino-aprendizaxe influen nestas e na elección de estudos. Para isto realizaranse observacións, entrevistas e grupos de discusión.

Pido a súa colaboración autorizando ao/a seu/súa fillo/a _____ a participar nos grupos de discusión que se realizará co alumnado de da ESO da materia de do

Finalmente, gustárame destacar que esta tese garantiza o anonimato dos/as participantes, non aparecerá nin os nomes nin ningún dato identificativo dos vosos/as fillos/as, a excepción do xénero.

Grazas pola súa colaboración

Atentamente:

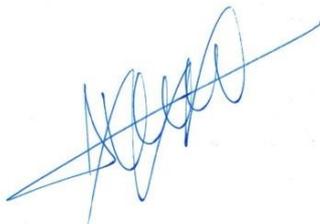
Doutoranda

Directora

Pai/nai Titor legal

Andrea Fernández Sánchez

Ana Sánchez Bello



Documento 3: PPT para la realización de los relatos descriptivos

Arkaitz Carracedo

¿Cómo ha
llegado a ser
quién es y cómo
es su vida
ahora?



Katie Bouman

¿Cuáles son las
diferencias en
relación al
anterior?



Documento 4: Guía entrevista Carlos, docente del IES Margaret Hamilton

Primera entrevista

- ¿Cómo surgió el proyecto Maker School? Qué dificultades han surgido o siguen surgiendo en el proyecto.
- ¿Cómo integras este proyecto en la materia de tecnología? Qué cosas te gustaría hacer o introducir tanto en la materia como en el proyecto que no has podido.
- ¿Por qué has decidido plantear/trabajar por comisiones en las materias de TIC y Tecnología? ¿Por qué has formado esas comisiones? ¿Ves alguna diferencia actitudinal o afectiva en el alumnado hacia estas materias desde que trabajas con esta metodología?
- ¿Ves diferencias entre chicos y chicas a la hora de elegir comisiones? ¿Hay cosas específicas en las que las chicas muestran más interés dentro de la materia? ¿Notas diferencias en la seguridad de las chicas y los chicos a la hora de manejarse con los programas, impresoras etc.?
- ¿Cuáles crees que son las causas de la desafección hacia las materias de ciencia y tecnología? ¿Por qué es más agravado en el caso de las chicas? ¿Cómo crees o cuáles son las posibles soluciones a este problema?
- ¿Por qué crees que el alumnado elige tus optativas? ¿Qué crees que les aportan estas materias en relación con las otras optativas?

Segunda entrevista

- ¿Por qué has elegido realizar el proyecto Maker School en 4º de la ESO? ¿Crees que este proyecto tendría un mayor impacto en las actitudes del alumnado hacia la ciencia y la tecnología si se hiciera en los primeros cursos de la ESO?
- ¿Crees que el proyecto Maker modifica, en cierta medida, la visión que tiene el alumnado de la ciencia y la tecnología (difícil, descontextualizada, aburrida...)?
- Alumnos y alumnas, en los grupos de discusión, no le otorgan características concretas a una persona para que tenga éxito en materias de ciencia y de tecnología, la vinculan al gusto e interés por ellas, sin embargo, posteriormente alegan no tener esas características. ¿Crees que el alumnado, inconscientemente, sigue considerando la ciencia y la tecnología materias enfocadas al alumnado que destaca académicamente?

Documento 5: Guion grupos de discusión IES Margaret Hamilton

Asignaturas

- ¿Qué es lo que más os aporta/ o que es con lo que aprendéis más en esta asignatura? ¿Y menos? ¿Qué creéis que es lo que más os vale para el futuro?
- ¿Qué creéis que aprendéis trabajando en grupo? ¿Creéis que aprendéis más así o individualmente? ¿Por qué?
- ¿Qué cosas consideréis más útiles para el futuro que habéis hecho en esta asignatura? ¿Qué cosas no habéis hecho, pero considerarías que os serían útiles para el futuro?
- ¿Cómo o en qué medida el profesor influye en cómo percibes/ves la asignatura? ¿Creéis que influye en que queráis elegir-o no- asignaturas relacionadas con la ciencia y tecnología? ¿Os ha influido el profesor en elegir esta asignatura?
- ¿Cuál es vuestra asignatura favorita? ¿Por qué? Si la comparas con la ciencia y la tecnología, ¿en qué medida o cómo es diferente de estas otras? ¿Cuál es la asignatura que considerarías más útil (corto y largo plazo)?
- Hoy en día, las ciencias son las asignaturas más importantes, por ello deben estudiarse más en el instituto.
- ¿Cómo definiríais las asignaturas de ciencias? Adjetivos
- ¿Qué características deben tener las personas para tener éxito en las materias de ciencias? ¿Vosotros considerarías que tenéis esas características?

Imagen CyT

- ¿Qué es, desde tu punto de vista, la ciencia? ¿Y la tecnología? ¿Qué las hace diferentes de otras disciplinas?
- ¿Creéis que lo que estáis aprendiendo en el instituto está relacionado con vuestra vida diaria? ¿Para qué os sirve lo que estáis aprendiendo? ¿Y si tenemos en cuenta la ciencia y la tecnología?
- ¿Cuáles son las características o cómo es/debe ser una persona que trabaje en el ámbito de la ciencia/tecnología?
- ¿Creéis que la gente considera la ciencia importante? ¿En qué cosas o para qué cosas es importante? Vida personal

- ¿Cómo creéis que las personas que se dedican a la investigación eligen qué investigar?
- ¿Creéis que la ciencia y la tecnología son útiles? ¿Para qué? Ejemplos

Mujeres, ciencia y tecnología

- Hay menos mujeres que hombres cursando estudios de ingeniería, informática, física etc. ¿por qué creéis o cuáles son las razones de esto?
- ¿Creéis que puede ser porque a las chicas les resulta más difícil las asignaturas de ciencias o se les dan peor las ciencias?
- ¿Por qué creéis que hay menos chicas que chicos en las asignaturas de TIC y de Tecnología? ¿O en las de ciencia en general? ¿Por qué menos chicas han elegido estas materias?
- ¿Cómo son las chicas que eligen cursar asignaturas de ciencias? ¿Y los chicos? ¿Cómo son las científicas? ¿Cuáles son las diferencias con los científicos? ¿Creéis que la vida de una científica es diferente a la de un científico?

Documento 6: Guion entrevista grupal alumnas IES Margaret Hamilton

- ¿Cuáles han sido vuestras materias favoritas en la educación primaria? ¿Os gustaban las materias de ciencias? ¿Por qué? ¿Y ahora? ¿Por qué os han dejado de gustar/u os siguen gustando?
- ¿Se os dan mejor las ciencias o las letras? Notas. ¿Creéis que tenéis las habilidades o capacidades suficientes para tener éxito en materias de ciencias? En relación a la tecnología, ¿creéis que los chicos están más interesados por la materia de tecnología? ¿Por qué? (cortar y serrar). ¿Por qué no habéis elegido un bachillerato científico? ¿Creéis que no tenéis la capacidad/habilidad suficiente para cursarlo?
- ¿Creéis que el profesor/a influye en la materia? Cuál ha sido vuestro profesor/a favorito y por qué. ¿Alguna vez habéis tenido a algún profesor/a que os motivara a seguir cursando materias de ciencias? ¿Y qué os desmotivara?
- Todos/as me habéis comentado sobre la materia de física y química. ¿Por qué no os gustaba? ¿Siempre ha sido así? ¿Por qué? ¿Por qué se os da mal? ¿Consideráis que este año es más difícil?
- ¿Creéis que la asignatura de tecnología/TIC es diferente al resto? ¿Por qué? ¿Qué aprendéis en esta asignatura? ¿Qué es lo que más valoráis de la materia de programación y por qué? ¿Y lo que menos? ¿Creéis que es útil trabajar en grupos cooperativos? ¿Por qué? ¿Cómo os gustaría aprender? ¿Por qué habéis elegido de optativa tecnología? Si pudierais volver atrás volveríais a escogerla.
- ¿Hay algo en particular que os desmotive a elegir el bachillerato de ciencias? ¿Y a elegir una carrera de ciencia o tecnología? ¿Si decidierais cursar una carrera de ciencias y tecnología me podéis decir dos factores por las que la elegirías? ¿Alguna vez alguien os apoyó/desmotivó a proseguir estudios relacionados con la ciencia? Si vosotras quisierais elegir una carrera de ciencias, pero a vuestros padres/madres no estuvieran de acuerdo, ¿seguiríais eligiéndolas?
- ¿Por qué creéis que las chicas deciden no cursar estudios científicos? Me podéis describir a una chica que sea ingeniera

Primera entrevista

Materia programación

- ¿Cómo surgió la materia de programación? ¿Por qué se ha decidido ofertar en primero de ESO? ¿Te gustaría continuar con la oferta de esta materia en segundo? Puedes explicar brevemente en qué consiste la materia y cómo se trabaja. ¿Por qué has decidido realizar o trabajar con esas fichas? Qué dificultades te han surgido en esta materia y qué cosas te gustaría hacer o introducir que no has podido y por qué.
- ¿Por qué has decidido emplear grupos cooperativos? ¿Qué criterios has seguido para realizar esos grupos?
- ¿Ves alguna diferencia actitudinal o afectiva en el alumnado hacia esta materia/ quiénes están más implicados? ¿Hay cosas/tareas específicas en las que las chicas muestran más interés dentro de la materia? ¿Notas diferencias en la seguridad de las chicas y los chicos a la hora manejarse con los ordenadores/programas/robots?
- ¿Por qué crees que hay tantas chicas matriculadas en la materia de programación? Obradoiro de robótica. ¿Cómo y cuándo surgió este Obradoiro? ¿En qué consiste? ¿Has notado un ascenso del número de chicas que se matriculan en el Obradoiro? ¿Crees que hay diferencias actitudinales, al principio, entre las chicas y los chicos hacia los robots?

Materia tecnología

- ¿Cuál es la filosofía detrás de la materia de tecnología? Y concretamente de 4 de la ESO. Me puedes explicar brevemente cómo funciona. ¿Por qué has decidido que el alumnado sea totalmente autónomo en su trabajo? Qué dificultades te han surgido en esta materia y qué cosas te gustaría hacer o introducir que no has podido y por qué. ¿Por qué crees que tan pocos alumnos/as han elegido la materia optativa de 4º?
- Tecnología (en general) ¿Ves alguna diferencia actitudinal o afectiva en el alumnado hacia esta materia/ quiénes están más implicados? ¿Hay cosas/tareas

específicas en las que las chicas muestran más interés dentro de la materia? ¿Notas diferencias en la seguridad de las chicas y los chicos a la hora manejarse con las herramientas, programas etc.?

- ¿Cuáles crees que son las causas de la desafección hacia las materias de ciencia y tecnología? ¿Por qué es más agravado en el caso de las chicas? ¿Cómo crees o cuáles son las posibles soluciones a este problema? ¿Crees que esta materia modifica, en cierta medida, la visión que tiene el alumnado de la ciencia y tecnología (difícil, descontextualizada, aburrida...)?
- ¿Por qué crees que el alumnado elige tus optativas? ¿Qué crees que les aportan estas materias en relación con las otras optativas?
- Alumnos y alumnas, en los grupos de discusión, no le otorgan características concretas a una persona para que tenga éxito en materias de ciencia y de tecnología, la vinculan al gusto e interés por ellas, sin embargo, posteriormente alegan no tener esas características. ¿Crees que el alumnado, inconscientemente, sigue considerando la ciencia y la tecnología materias enfocadas al alumnado que destaca académicamente? ¿Cuáles crees que son las posibles soluciones ante la desafección hacia la ciencia y tecnología?
- Tú como ingeniera de profesión, ¿por qué crees que las chicas deciden no cursar estudios científicos? ¿cuáles son, desde tu punto de vista, las posibles soluciones?

Segunda entrevista

- Cómo concibes el aprendizaje cooperativo, es decir, ¿cuáles son las características más relevantes de éste?
- ¿Crees que todos los grupos trabajan cooperativamente? ¿Qué opinas de esto? ¿Cómo haces para volver a ponerlos en marcha?
- ¿Consideras que existen diferencias entre como conciben el aprendizaje cooperativo los alumnos y las alumnas? ¿Crees que las chicas suelen ser las que más se implican en los grupos?
- En los grupos de discusión y en las entrevistas grupales hay alumnos y alumnas que afirman que algunos compañeros/compañeras suyos no cooperan. ¿Cuáles son

las estrategias que utilizas para recalibrar esos grupos? Es decir, para que funcionen correctamente.

- Las alumnas una cosa que destacan de la materia de programación es la ausencia de exámenes, ¿por qué crees que es más relevante para ellas que para ellos?

Documento 8: Guion grupos discusión CPI Ada Lovelace

Asignaturas

- ¿Qué es lo que más os aporta/ o que es con lo que aprendéis más en esta asignatura? ¿Y menos? ¿Qué creéis que es lo que más os vale para el futuro?
- ¿Qué creéis que aprendéis trabajando en grupo? ¿Creéis que aprendéis más así o individualmente? ¿Por qué?
- ¿Cómo o en qué medida el profesor influye en cómo percibes/ves la asignatura? ¿Creéis que influye en que queráis elegir-o no- asignaturas relacionadas con la ciencia y tecnología? ¿Os ha influido el profesor en elegir esta asignatura?
- ¿Cuál es vuestra asignatura favorita? ¿Por qué? ¿Cuál es la asignatura que consideraréis más útil (corto y largo plazo)?
- ¿Cómo definiríais las asignaturas de ciencias? Adjetivos
- ¿Qué características deben tener las personas para tener éxito en las materias de ciencias? ¿Vosotros consideraréis que tenéis esas características?

Imagen CyT

- ¿Qué es, desde tu punto de vista, la ciencia? ¿Y la tecnología? ¿Creéis que lo que estáis aprendiendo en el instituto está relacionado con vuestra vida diaria? ¿Para qué os sirve lo que estáis aprendiendo? ¿Y si tenemos en cuenta la ciencia y la tecnología?
- ¿Cuáles son las características o cómo es/debe ser una persona que trabaje en el ámbito de la ciencia/tecnología?
- ¿Creéis que la gente considera la ciencia importante? ¿En qué cosas o para qué cosas es importante? Vida personal ¿Creéis que la ciencia y la tecnología son útiles? ¿Para qué? Ejemplos

Mujeres, ciencia y tecnología

- Hay menos mujeres que hombres cursando estudios de ingeniería, informática, física etc. ¿por qué creéis o cuáles son las razones de esto?
- ¿Creéis que puede ser porque a las chicas les resulta más difícil las asignaturas de ciencias o se les dan peor las ciencias?
- ¿Cómo son las chicas que eligen cursar asignaturas de ciencias? ¿Y los chicos? ¿Cómo son las científicas? ¿Cuáles son las diferencias con los científicos? ¿Creéis que la vida de una científica es diferente a la de un científico?
- ¿Por qué creéis que hay tantas chicas en la asignatura de programación?

Documento 9: Guion entrevista grupal alumnas CPI Ada Lovelace

- ¿Cuáles han sido vuestras materias favoritas en la educación primaria? ¿Os gustaban las materias de ciencias? ¿Por qué?
- ¿Se os dan mejor las ciencias o las letras? Notas. ¿Creéis que tenéis las habilidades o capacidades suficientes para tener éxito en las materias de ciencias? ¿Por qué?
- ¿Este año os gustan más las materias de ciencias o las de letras? ¿Por qué?
- ¿Por qué habéis decidido cursar la asignatura de programación? Si pudierais volver atrás ¿la volveríais a elegir? ¿Por qué decidisteis apuntaros al club de ciencias/programación? ¿Seguís acudiendo a ese club? ¿Qué es lo que más os gusta? ¿Qué creéis que os aporta/para que os sirve? ¿Qué es lo más útil que aprendéis? ¿Creéis que haber ido al club de ciencias y de programación os influyó?
- ¿Creéis que la asignatura de programación es diferente al resto? ¿Por qué? ¿Qué aprendéis en esta asignatura? ¿Qué es lo que más valoráis de la materia de programación y por qué? ¿Y lo que menos? ¿Creéis que es útil trabajar en grupos cooperativos? ¿Por qué? ¿Cómo os gustaría aprender?
- Muchas/os me habéis comentado sobre la materia de matemáticas ¿Por qué no os gusta? ¿Siempre ha sido así? ¿Por qué? ¿Por qué se os da mal? ¿Consideráis que este año es más difícil?
- ¿Creéis que el profesor/a influye en la materia? Cuál ha sido vuestro profesor/a favorito y por qué. ¿Alguna vez habéis tenido a algún profesor/a que os motivara a seguir cursando materias de ciencias? ¿Y qué os desmotivara?
- ¿Hay algo que os desmotive a elegir asignaturas de ciencias? ¿Y a elegir una carrera de ciencia o tecnología? Si tuvierais que elegir una carrera de ciencias cual sería y por qué, y cual no elegiríais y por qué.
- ¿Si decidierais cursar asignaturas de ciencias, me podéis decir dos factores por las que la elegirías? ¿Y una carrera? Si vosotras quisierais elegir asignaturas de ciencias, pero a vuestros padres/madres no estuvieran de acuerdo, seguiríais eligiéndolas? ¿Y carreras?

- Muchas de vosotras me habéis dicho que os esforzáis más en los estudios, ¿por qué? ¿por qué creéis que a vosotras os importan más las notas que a los chicos?
- ¿Por qué creéis que las chicas deciden no cursar materias de ciencias? ¿Y carreras? Me podéis describir a una chica que sea ingeniera

Anexo III: Transcripciones entrevistas, grupos de discusión, observaciones y relatos (cd adjunto).