

UN ESTUDIO DE LAS CONCEPCIONES DE LICENCIADOS EN BIOLOGÍA Y QUÍMICA SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Remedios García-Estañ
Antonio de Pro Bueno
M^a Victoria Valcárcel
Universidad de Murcia

INTRODUCCIÓN

Los cursos de formación inicial de profesores de Secundaria en nuestro país se enfrentan al reto de intentar, en el marco de un modelo sumativo de formación, capacitar a los titulados universitarios para que conozcan, acepten y compartan los nuevos planteamientos didácticos que el currículo demanda a los profesores.

Una de las tareas que deberán enfrentar los futuros profesores es tratar de conseguir que sus alumnos desarrollen las capacidades que se plantean como objetivos generales en los nuevos currícula y tanto en la ESO como en Bachillerato se prescriben algunos objetivos relacionados con diferentes aspectos de la naturaleza de la ciencia. La forma en que conciben la construcción del conocimiento científico o el modo en que la ciencia evoluciona puede ser la base donde apoyar las propuestas didácticas de los cursos de formación o puede interferir seriamente con ellas, según su congruencia con los planteamientos curriculares.

En los últimos años se han multiplicado los estudios que intentan caracterizar las creencias ontológicas, epistemológicas y metodológicas de los futuros profesores, no sólo en el ámbito anglosajón (Rubba y Harkness, 1993; Palmquist y Finley, 1997), sino también en nuestro contexto educativo (Acevedo, 1994; Mellado, 1996) y en otros (Ruggieri *et al*, 1993; Praia y Cachapuz, 1994). En estas investigaciones son diversos los métodos e instrumentos de recogida de información tanto por la técnica utilizada (cuestionarios, entrevistas...) como por los planteamientos teóricos que subyacen en las preguntas realizadas a los encuestados (positivismo, relativismo...); también son heterogéneos los análisis

efectuados o los criterios utilizados para incluir las ideas en una u otra corriente filosófica (Koulaidis y Ogborn, 1995).

Según Echeverría (1995), la Filosofía de la Ciencia se constituyó como tal a partir de la formación del círculo de Viena en 1922 y como reacción a las profundas transformaciones que la Ciencia había experimentado a comienzos del siglo XX. El nuevo planteamiento filosófico tuvo una considerable influencia hasta finales de los años 50 incluso a pesar de recibir fuertes críticas. Aunque entró en crisis con la publicación de la obra de Kuhn, persiste en la actualidad conviviendo con escuelas muy variadas (Alters, 1997), sin que pueda hablarse de una corriente dominante, ya que la complejidad de la ciencia desafía cualquier intento de reducción simplista (Ray, 1991). Es destacable que existan autores que caractericen a la actual filosofía de la ciencia como una disciplina en crisis *teniendo en cuenta la diversidad de factores y contingencias no cognitivas que tienen un reconocido papel causal en la generación, aceptación y mantenimiento de las afirmaciones de conocimiento científico* (López Cerezo y otros, 1994).

No parece acertado hablar de “planteamientos contemporáneos” de la filosofía de la Ciencia cuando estos son múltiples y con enfoques diferentes. No obstante existen ciertos acuerdos entre algunas corrientes de pensamiento (Laudan *et al*, 1986) que serán nuestro punto de referencia.

En el contexto de un estudio más amplio, el trabajo que presentamos se enmarca en estos supuestos y pretende caracterizar el conjunto de las ideas que sobre la evolución y la construcción del conocimiento científico mantiene una muestra de licenciados en Biología y Química, así como valorar la coherencia y consistencia de las mismas e identificar si poseen tendencias epistemológicas precisas y si es posible asignarles a una teoría filosófica determinada.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Y DEL INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Nuestro trabajo se ha llevado a cabo con dos grupos de licenciados que iniciaban los estudios conducentes a la obtención del CAP. Un grupo estaba formado exclusivamente por titulados en Física y Química (N=46) y el otro mayoritariamente por titulados en Biología (N=45).

Para decidir el tipo de instrumento y los planteamientos filosóficos que debían subyacer en las preguntas planteadas, hemos considerado las características de la muestra investigada y el contexto en el que iba a ser aplicado. En este sentido, no podemos obviar que el CAP tiene como objetivo prioritario la obtención de un certificado que les permita presentarse a las oposiciones de Secundaria y que existe un rechazo inicial a aceptar las sugerencias y propuestas didácticas aportadas desde las Facultades de Educación (lo que incluye cumplimentar cuestionarios).

	AFIRMACIÓN	OBJETIVO
1	La Ciencia evoluciona ampliando y perfeccionando las teorías existentes, debido a la acumulación de nuevos hechos, observaciones y experimentos	La pregunta trata de averiguar el peso relativo que los sujetos asignan a las teorías y los hechos/datos
2	El trabajo científico debe partir de la observación objetiva de hechos y fenómenos	Las respuestas posibilitan valorar la existencia de tendencias inductivistas en la muestra estudiada
3	En el trabajo científico se deben contrastar todas las hipótesis experimentalmente	Sus argumentaciones permiten detectar si piensan que la realidad empírica es la que decide qué es verdadero y qué falso y averiguar el peso relativo que le asignan a hechos empíricos y teoría
4	El trabajo científico debe comenzar con la formulación de una hipótesis científica	Aunque no es un principio del empirismo lógico, con ella se pretende contrastar las respuestas a otras cuestiones y corroborar el peso relativo que los sujetos dan a hechos y teorías
5	En el trabajo científico los problemas se detectan mediante la observación de los hechos o fenómenos	Permite constatar si sobrevaloran la observación como procedimiento para acceder al conocimiento
6	El trabajo científico debe seguir ordenadamente los pasos siguientes: 1º Observación, 2º Hipótesis, 3º Experimento, 4º Resultados, 5º Interpretación y 6º Conclusiones	Especificar el algoritmo que permitiría producir nuevo conocimiento, posibilita corroborar sus tendencias inductivistas y/o detectar contradicciones
7	Los científicos raramente abandonarán los aspectos centrales de teorías como la Tectónica de Placas, (Ácidos y Bases de Lewis), la Gravitación Universal...etc., por disponer de algunas evidencias experimentales en contra o pruebas negativas de observación	Pretende valorar el empirismo a ultranza de los licenciados que compartan y justifiquen este planteamiento así como detectar a aquellos que tiendan a valorar la potencia explicativa de las teorías (al menos de estas).
8	La utilización del método científico permite a los investigadores solucionar los problemas planteados, aunque es necesario disponer de dinero y recursos	La pregunta permite detectar si los sujetos encuestados sobrevaloran el método hasta el punto de considerarlo una panacea para la solución de problemas.
9	En la Ciencia no existe la observación objetiva. Los científicos interpretan las observaciones realizadas de acuerdo con su experiencia y sus expectativas	Esta afirmación pretende indagar en las creencias ontológicas de los estudiantes así como confirmar la potencia de la observación como procedimiento científico

Cuadro 1

El instrumento mediante el que pretendíamos obtener información acerca de las opiniones y creencias de los alumnos se apoyaba en que, por más que la filosofía de la Ciencia haya aportado en el último siglo numerosas propuestas desde el punto de vista epistemológico, en realidad, las ideas defendidas por el empirismo lógico persisten en la sociedad contemporánea asumidas acríticamente como estereotipos. Además, deseábamos que la exploración constituyera la primera actividad del curso, para evitar la incidencia en sus ideas de otras tareas programadas y que, a ser posible, las preguntas estimularan sus respuestas y favorecieran sus justificaciones.

Las limitaciones de tiempo determinaron el diseño de un cuestionario de 41 preguntas que indagaba en varios aspectos de las creencias de los sujetos, entre las que se encontraban 9 no correlativas centradas en cuestiones relacionadas con la naturaleza de la Ciencia, que constituyen el objeto del estudio que presentamos y cuya redacción figura en el Cuadro 1.

Las preguntas se redactaron en forma de afirmaciones que en su mayoría, recogían frases estereotipadas que reflejaban (salvando el abismo intelectual que separa las "frases hechas" de las doctrinas filosóficas) algunos principios del empirismo lógico. A los estudiantes se les pedía señalar su grado de Acuerdo/Desacuerdo en una escala de 5 a 1, en la que el 5 suponía el total acuerdo con las proposiciones vertidas en la afirmación y 1 el total desacuerdo con las mismas, así como justificar las razones del mismo. También existía la opción "No tengo opinión formada al respecto" (SO).

Como puede apreciarse en el cuadro 1, algunas de las afirmaciones negaban los supuestos empiristas. Con ello, pretendíamos estimular las argumentaciones a su grado de acuerdo y conseguir posturas más elaboradas ya que, según nuestra experiencia, es habitual que las personas encuestadas se enfrenten argumentalmente a los planteamientos que consideran erróneos pero no creen importante justificar lo que perciben obvio.

Las justificaciones aportadas por los sujetos a su A/D en cada afirmación fueron analizadas cuidadosamente y distribuidas en categorías atendiendo a su equivalencia epistemológica, ontológica o metodológica. La categoría 1 fue redactada previamente por nosotros, siempre atendiendo a criterios para los que existían amplias concordancias entre las posturas defendidas por diferentes autores (Chalmers, 1992; Laudan *et al.*, 1986). Las categorías 2, 3 y 4 se definieron a posteriori agrupando las respuestas de los sujetos según "distancia epistemológica" a la categoría 1; por esta razón no es posible encontrar siempre una secuencia clara de progresión hacia posturas cada vez más incongruentes. En todos los casos se estableció una categoría 5 para incluir a los que no justificaban su postura o no opinaban. Un ejemplo del tipo de categorías establecidas aparece en el cuadro 2. Otros ejemplos se muestran en los cuadros 3 y 4

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
1	La evidencia en contra no es suficiente si no hay una teoría alternativa
2	Las teorías tienen también evidencias a favor y capacidad explicativa
3	Dependerá del peso de los problemas empíricos
4	Cualquier evidencia en contra decide el abandono de una teoría
5	No justifica/No opina

Cuadro 2. Categorías establecidas en las justificaciones de la Afirmación nº 7

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS RESPUESTAS

Los alumnos quedaban definidos respecto a cada una de las afirmaciones mediante dos variables: el criterio de A/D elegido y la categoría correspondiente a sus argumentaciones.

La valoración que realizan los alumnos de las afirmaciones aparece en la Tabla I, en la que se muestra la frecuencia de las dos opciones más valoradas en cada una de ellas. En ella puede apreciarse que las valoraciones realizadas por los alumnos se acercan por lo general al total acuerdo, si exceptuamos las afirmaciones 7 y 9 en las que se cuestionaban supuestos empiristas ampliamente aceptados. En la Tabla II se muestran las justificaciones con frecuencias mayores en cada afirmación, así como una breve descripción de la misma

AFIRMACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ciencias Naturales Frecuencia de las dos opciones (5->1) más valoradas	5 (27/45)	5 (23/45)	5 (24/45)	5 (12/45)	5 (14/45)	5 (35/45)	SO (12/45)	4 (14/45)	2 (15/45)
	4 (14/45)	4 (16/45)	4 (10/45)	4 (10/45)	4 (13/45)	4 (7/45)	2 (10/45)	5 (11/45)	1 (10/45)
Física y Química Frecuencia de las dos opciones (5->1) más valoradas	5 (23/46)	5 (26/46)	5 (22/46)	5 (13/46)	5 (19/46)	5 (18/46)	4 (10/46)	5 (16/46)	4 (22/46)
	4 (14/46)	4 (11/46)	4 (17/46)	2 (10/46)	4 (12/46)	4 (18/46)	2 (8/46)	3 (11/46)	2 (12/46)

Tabla I. Frecuencia de Acuerdo/Desacuerdo

AFIRMACIÓN	FRECUENCIA	CATEGORÍA
1	CN (26/43) FQ(22/45)	C-4 -Es evidente, la Ciencia no es estática y evolucionaria ayudada por la tecnología-
2	CN (18/40) FQ (18/42)	C-4 -Los hechos son reales y la Ciencia es objetiva-
3	CN (25/39) FQ (19/39)	C-4 -Siempre. Para averiguar las correctas-
4	CN (26/38) FQ (13/38)	C-3 -Sí porque son explicaciones para los datos obtenidos por diferentes procedimientos- C-4 -No. Tras observar y experimentar o es irrelevante-
5	CN 16/30) FQ (13/34)	C-4 -Sólo mediante la observación objetiva pueden detectarse los problemas-
6	CN (36/40) FQ (25/41)	C-4 - ¡Es el orden del método científico!-
7	CN (11/27) FQ (13/29)	C-4 -Cualquier evidencia experimental en contra determina el abandono de una teoría-
8	CN (17/32) FQ (20/38)	C-4 -Enfatizan la necesidad de dinero y recursos para solucionar problemas-
9	CN (22/40) FQ (21/44)	C-3 -La realidad existe y debemos averiguarla, ya que la Ciencia debe ser lo más objetiva posible-

Tabla II. Categoría con frecuencia más elevada de cada afirmación

En un primer análisis constatábamos que no parecía existir una correspondencia clara entre su grado de A/D y las justificaciones que ofrecían al mismo. Así, cuando, p. ej., estudiábamos algunas de las razones de sujetos total-

mente de acuerdo con las proposiciones de la afirmación 9, podemos apreciar que subyacen en sus justificaciones matices claramente diferenciadores: unos pueden denunciar la existencia de manipulaciones conscientes; otros parecen lamentarse de que la Ciencia no pueda ser objetiva; algunas justificaciones “objetivan” la observación al compartirla con los demás, poniendo de manifiesto que conciben la perspectiva social en la construcción del conocimiento científico; incluso existen los que aceptan el planteamiento pero lo justifican de forma confusa, ya que parecen indicar que conciben la existencia de una realidad que sólo el tiempo pondrá de manifiesto.

Este problema se repite, independientemente del grado de acuerdo o desacuerdo que señalen, siendo mayor, si cabe, cuando muestran un acuerdo parcial, al que correspondía el valor central de la escala. En la tabla siguiente (Tabla III) se muestra un ejemplo de esta relación.

GRADO DE ACUERDO	1 (10/42)	2 (15/42)	3 (8/42)	4 (6/42)	5 (3/42)
Categoría 1	-	-	(1/42)	-	(1/42)
Categoría 2	-	-	(1/42)	(1/42)	(2/42)
Categoría 3	(5/42)	(8/42)	(5/42)	(4/42)	-
Categoría 4	(5/42)	(6/42)	(1/42)	-	-
Categoría 5	-	(1/42)	-	(1/42)	-

Tabla III. Relación entre la valoración realizada y la categoría asignada en la afirmación 9 (Grupo Ciencias Naturales)

Con el fin de comprobar la consistencia entre su grado de A/D y las argumentaciones que lo apoyaban obtuvimos el coeficiente de correlación de Spearman entre ambas variables. Los valores, una vez eliminados los sujetos incluidos en la categoría 5, se recogen en la Tabla IV.

Afirmación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Correlación G. Ciencias	0,433	0,517	0,852	-0,367	0,642	0,666	-0,939	0,746	-0,572
Correlación G. F. y Química	0,688	0,761	0,745	-0,612	0,718	0,585	-0,858	0,803	-0,597

Tabla IV. Coeficientes de correlación de Spearman entre las variables Acuerdo/Categoría

Si consideramos que existe consistencia cuando las correlaciones son superiores a 0,75, se aprecia que sólo se da en las respuestas a dos de las afirmaciones de los licenciados en Ciencias (3 flexibilizando aún más el criterio) y en tres (o cuatro) en el grupo de titulados en Física y Química. Puede concluirse por tanto, que la consistencia entre ambas variables no es total y que conviene anali-

zar por separado las ideas reflejadas en su elección de criterio y en su justificación al mismo, ya que parece que utilizan ideas diferentes.

Análisis de los resultados del A/D con las afirmaciones

Uno de los problemas que tiene el uso de escalas Likert en la investigación, es la falta de homogeneidad de criterios utilizados por los encuestados a la hora de seleccionar una puntuación determinada, aspecto señalado antes. Creemos que una forma de paliar esta dificultad es trabajar con las puntuaciones extremas, ya que reflejan más significativamente los posicionamientos de los sujetos frente a las diferentes afirmaciones del cuestionario, como ya realizamos en algún trabajo anterior (Pro *et al*, 1995).

Otro aspecto a considerar es que los profesores en formación suelen tener opiniones matizadas, ideas poco estructuradas, etc., lo que les lleva a elecciones confusas o contradictorias. En esta situación, si sólo nos fijamos en "la cruz marcada en cada una de las cuestiones" sobre el grado de acuerdo o desacuerdo con una determinada afirmación, es posible que extraigamos conclusiones poco fundamentadas ya que la respuesta puede estar condicionada por el contexto, por el momento o el "estado de ánimo" del encuestado, aspecto que no siempre se ha tenido en cuenta en los estudios sobre concepciones del profesorado.

Por todo ello, hemos creído importante analizar las respuestas dadas por los profesores en formación en el conjunto de todas las preguntas del cuestionario, teniendo presente las puntuaciones extremas y la coherencia en la elección de las opciones. De esta forma, creemos que los datos representan más fiablemente las verdaderas creencias de las personas investigadas.

Según los resultados obtenidos podemos señalar que:

Existe un número importante de respuestas contradictorias que dificulta el conocimiento de sus auténticas concepciones. Aunque en algún caso podría pensarse que la formulación de la afirmación no fue bien comprendida, el porcentaje es lo suficientemente amplio como para inclinarnos más por una inestabilidad o falta de posicionamiento ante las ideas implicadas.

Las ideas compartidas con mayor frecuencia parecen ser: la observación objetiva como fuente de conocimiento; la evolución del conocimiento por acumulación sobre lo ya conocido; la aceptación de una secuencia ordenada de procedimientos como herramienta de trabajo y el mayor peso de los "hechos empíricos" frente a las teorías.

En general las ideas son similares en ambos subgrupos -Física y Química (FQ) y Ciencias Naturales (CN)- aunque hay indicios de

agrupaciones de ideas y frecuencias distintas que podrían representar "culturas" diferentes, quizás, porque en su formación académica no han compartido idénticos principios epistemológicos.

A la vista de estos resultados, pensamos que existía suficiente información como para extraer perfiles comunes a muchos de los componentes de la muestra. Hemos considerado dos aspectos: la evolución del conocimiento científico y los métodos de trabajo en las Ciencias. En la tabla V se han cruzado los datos respecto a los mismos.

Como puede verse, la mayoría de los futuros profesores se sitúan en el primer cuadrante, lo que refuerza lo apuntado: puntos de vista positivistas acerca del proceso de construcción y de evolución de la ciencia. Hay algunos casos en otros cuadrantes que parecen alejarse algo de los anteriores planteamientos sin embargo, estas posturas parecen anecdóticas o testimoniales, reforzando aún más la idea de que la formación académica (contenidos, metodología, prácticas, evaluación...) ha favorecido un modelo de Ciencia, ciertamente cuestionable.

No es posible obtener ideas	12 CN 14 FQ	1 FQ	3 CN 3 FQ			
Observación objetiva (OO)	10 CN+4 FQ		3 CN+5 FQ	1 CN+1 FQ		
Metodología OHERIC (MC)		1 FQ	1 FQ			
(OO) + (MC)	1 FQ	7CN+6FQ		6CN+6FQ	2 CN	1 CN
No existe la observación objetiva (NOO)						
No hay OHERIC (NMC)				1 FQ		
(NOO) + (NMC)					2 FQ	

Tabla V. Perfiles de la muestra respecto a su A/D

Análisis de los resultados en las argumentaciones al A/D

Alguno de los aspectos significativos de las respuestas de los sujetos para justificar su A/D con las afirmaciones 1 y 9 se sintetizan en el cuadro 3, en el que se describen brevemente las categorías establecidas en cada afirmación y las frecuencias de cada una de ellas en ambos grupos.

CATEGORÍAS AFIRMACIÓN 1	C N	F-Q	CATEGORÍAS AFIRMACIÓN 9	C N	F-Q
También evoluciona por cambios de perspectiva	1/45	4/46	La ciencia asume la subjetividad y la comparte	2/45	4/46
También al surgir ideas nuevas	8/45	12/46	El experimento elimina la subjetividad	4/45	4/46
Los nuevos hechos exigen teorías nuevas	8/45	7/46	La realidad existe y la ciencia debe ser lo más objetiva posible	22/45	21/46
La ciencia evoluciona así ayudada por la tecnología	26/45	22/46	Si los científicos fuesen subjetivos no serían científicos	12/45	15/46
No justifican/No opinan	2/45	1/46	No justifican/No opinan	5/45	2/46

Cuadro 3

Más de la mitad de los encuestados justifica planteamientos acumulativos factuales en la evolución del conocimiento científico con la ayuda de la tecnología y, casi la tercera parte de la muestra enfatiza la objetividad de la Ciencia. Aproximadamente la mitad, si bien reconocen la posible existencia de subjetividad de los científicos al interpretar sus observaciones, considera que la Ciencia “debe ser” objetiva, por lo que hay que hacer todo lo posible por lograrlo.

Junto a éste, el dato más sorprendente de los obtenidos quizás sea la elevada frecuencia de respuestas que, como ya se apuntaba antes, no contesta, no opina o no justifica su elección en la afirmación 7 (35/91). Además, independientemente de la aparente carencia de ideas de licenciados en Ciencias acerca de una cuestión clave en la evolución del conocimiento científico, de los que sí formulan sus razones para apoyar su A/D, (24/56) alegan que cualquier evidencia empírica negativa determina **siempre** el rechazo de una teoría. Esto es más grave si consideramos los ejemplos que se proponían, que no sólo se mantienen con anomalías y lagunas explicativas importantes, sino que algunos incluso poseen una alternativa teórica aceptada por la comunidad científica..

Respecto al grupo de afirmaciones relacionadas con los métodos de la Ciencia, las opiniones son bastante homogéneas en la afirmación 6, ya que (61/81) argumentan que el trabajo científico debe seguir los procedimientos “OHERIC”. Sin embargo, las frecuencias disminuyen cuando se trata de justificar su eficacia en la solución de problemas e, incluso, algunos llegan a plantear que no existe un método sino un conjunto de estrategias cuya eficacia depende más del investigador.

Al analizar sus respuestas a las afirmaciones 2 y 4, contradictorias entre sí y relacionadas con la 6, se obtienen los resultados que se muestran globalmente en el cuadro 4. Podemos indicar que:

CATEGORÍAS AFIRMACIÓN 2	C N	F-Q	CATEGORÍAS AFIRMACIÓN 4	C N	F-Q
La teoría precede a la observación	1/45	2/46	La hipótesis guía de la investigación	2/45	4/46
También se comienza a partir del marco teórico; por un problema...	5/45	14/46	La hipótesis es importante porque hay que verificar su validez	7/45	9/46
Sí, porque es el paso previo para formular una hipótesis	16/45	8/46	La hipótesis se formula tras la observación o la recogida de datos	26/45	12/46
Sólo así porque los hechos son reales	18/45	18/46	Se formula tras el experimento o en otro momento, no al comienzo	3/45	13/46
No justifican/No opinan	5/45	4/46	No justifican/No opinan	7/45	8/46

Cuadro 4

Ningún sujeto se encuentra en la categoría 1 en ambas afirmaciones y únicamente 6 de los 74 que justifican su grado de acuerdo a ambas afirmaciones, se encuentra en las dos primeras categorías. Esto no significa que confirmen su postura en el resto de cuestiones en las que se indaga sobre aspectos similares, de hecho, todos los encuestados que aquí se sitúan en las dos primeras categorías, reivindican un papel prioritario de la observación en otras cuestiones planteadas en la encuesta, por ejemplo en la detección de problemas.

Si debiéramos definir a los sujetos encuestados con una única etiqueta, deberían denominarse los “alérgicos a las hipótesis” ya que la mayoría de los que las aceptan, lo hacen sólo por su papel de “ayuda temporal”. Parecen concebirlas como “formas larvarias de teorías” (Medawar, 1997) o como simples suposiciones; no conciben su función metodológica real sino que las necesitan para que puedan cambiar de estatus o que desaparezcan, ya que sólo (1/91) reivindica el valor de las hipótesis, aún sin contraste experimental, en la afirmación 3.

TENDENCIAS EPISTEMOLÓGICAS: EVOLUCIÓN Y MÉTODO

Al analizar conjuntamente todas las justificaciones de cada sujeto una vez categorizadas, se detectan contradicciones, tanto lógicas (el método empieza por la observación y por la hipótesis) como epistemológicas (la ciencia avanza

más por cambios de perspectiva teórica y tiene un método algorítmico), que impiden incluirlos en modelos consistentes y coherentes con alguna corriente filosófica conocida, tal como plantean los resultados de otras investigaciones. Además, la elevada "abstención" de los sujetos en la afirmación 7 permite únicamente caracterizar tendencias pero no creencias epistemológicas.

El criterio que hemos seguido para caracterizar las tendencias epistemológicas y metodológicas de la muestra estudiada ha sido el de agruparlos según la coherencia epistemológica de sus respuestas a las afirmaciones 1 - 7 y 9 (Objetividad y evolución de la Ciencia) y, a partir de aquí, establecer la consistencia de sus ideas en el resto de las afirmaciones, referidas a la metodología (Proceso de construcción del conocimiento científico). Hemos excluido a 4 sujetos del subgrupo de Ciencias Naturales que no aportaban datos que permitieran su caracterización epistemológica. La muestra es ahora N=87

En la Tabla VI se muestran los resultados globales de las tendencias detectadas en ambos subgrupos, según los cuales consideramos que:

Proceso de construcción del conocimiento	Tendencia positivista	Contradicciones lógicas	Datos insuficientes
Objetividad y Evolución			
Tendencia no positivista	CN (1/41) FQ (1/46)	CN (5/41) FQ (6/46)	FQ (2/46)
Contradicciones lógicas y/o epistemológicas	CN (3/41) FQ (4/46)	CN (3/41) FQ (12/46)	CN (1/41) FQ (2/46)
Tendencia positivista	CN (10/41) FQ (5/46)	CN (15/41) FQ (14/46)	CN (3/41)

Tabla VI. Tendencias en las ideas de la muestra encuestada

Un pequeño grupo (15/87) parece mostrar tendencias epistemológicas coherentes y no positivistas respecto a la objetividad y evolución del conocimiento científico: la Ciencia no evoluciona exclusivamente por acumulación de hechos y resaltan el papel de las teorías o los cambios de perspectiva teórica; la subjetividad siempre está presente en la interpretación de los hechos o fenómenos, aunque pueden destacar el valor que esto supone en el enriquecimiento de la discusión o desear que pudiera evitarse. Sin embargo sólo (8/87) reafirma esta postura epistemológica respecto al cambio de teorías. Por contra, sus ideas respecto a los aspectos metodológicos, son mayoritariamente contradictorias (11/87) ya que sólo (2/87) se muestran manifiestamente positivistas y el resto no ofrece suficientes datos al respecto.

Aunque a la mayoría de la muestra (47/87) se le puede asignar claramente una tendencia positivista respecto a objetividad y evolución del conocimiento científico, únicamente (15/87) parecen tener planteamientos coherentes, ya que también se manifiestan positivistas en sus tendencias metodológicas.

Es destacable que, independientemente de su tendencia epistemológica, (55/87) muestren amplias contradicciones lógicas y/o epistemológicas en aspectos metodológicos y que (15/87) apunten contradicciones lógicas y epistemológicas en el conjunto de sus respuestas, lo que corrobora la "tendencia contradictoria" detectada en el análisis de su A/D.

¿LICENCIADOS EN CIENCIAS O QUÍMICOS Y BIÓLOGOS?

Como hemos dicho, cada futuro profesor estaba representado por dos variables: su tendencia epistemológica y su tendencia metodológica. Con estos datos, aún cuando no constituyera un objetivo prioritario en este trabajo, pensamos que sería interesante estudiar si existían diferencias, estadísticamente significativas, entre los licenciados en Física y Química y los de Biología.

Para ello, aplicamos la prueba no paramétrica de la U de Mann-Whitney, cuyos resultados se muestran en la tabla VII.

Variable	T. Epistemológica	
Probabilidad	0,029	0,179

Tabla VII. Contraste entre grupos

Si utilizamos un nivel de significación de 0,10 constatamos que parecen existir dos colectivos bien diferenciados respecto a sus tendencias epistemológicas aunque ambas submuestras podrían proceder de una misma población si se consideran sus tendencias metodológicas.

Estos resultados parciales requieren un análisis más pormenorizado que realizaremos en otro trabajo. En cualquier caso, creemos que existen concepciones compartidas por ambos colectivos, pero también algunas diferencias importantes. Habría que profundizar el alcance de las mismas y, lo que es fundamental: reflexionar y tomar decisiones que contemplen esta situación en los programas de formación de profesores.

CONCLUSIONES

Los resultados de investigaciones en las que se utiliza la escala Likert proporcionan datos erróneos acerca del pensamiento de los encuestados. En nuestro caso, la correlación entre la elección de un grado de acuerdo y la justificación del mismo es prácticamente inexistente, excepto cuando, mayoritariamente, no justifican su elección.

La muestra estudiada no parece utilizar los mismos criterios para valorar las teorías científicas y la “herramienta” o “enfoque” que posibilita producirlas, aspecto ya señalado por Koulaidis y Ogborn (1995). Es especialmente destacable que el término hipótesis o es equívoco o se les ha inducido (académica y/o socialmente) a considerarlo despectivamente. ¡Eso sólo es una hipótesis!

Las graves contradicciones de los sujetos parecen poner de manifiesto que sus ideas son muy inestables, en algunos casos prácticamente erráticas, bien influidas por el contexto o improvisadas para la ocasión. Las respuestas pueden no estar inducidas por el concepto que subyace en la pregunta ya que suelen aplicarse en sentidos alternativos. Sería necesario completar este tipo de estudios con entrevistas individuales para poder establecer conclusiones más fundamentadas.

Según nuestros datos, los licenciados en Física y Química y los procedentes de titulaciones Biosanitarias parecen constituir colectivos diferentes respecto a sus tendencias epistemológicas, si bien coinciden en cuanto a sus creencias metodológicas contradictorias o positivistas.

La necesaria “evolución” de sus ideas creemos que debería abordarse de forma diferente según se trate de sus tendencias metodológicas que exigen, en primer lugar, que sean conscientes de las contradicciones lógicas que mantienen, o de sus tendencias epistemológicas. Aquí se requerirían, además, conocimientos más amplios y reflexiones más detenidas en filosofía y sociología de la ciencia que resultan difíciles de encajar en un modelo sumativo de formación, si la fase psicopedagógica se mantiene en las condiciones actuales de duración y valoración socioacadémica. En cualquier caso, esta cuestión debe ser motivo de futuras investigaciones.

Nota: Este trabajo forma parte del proyecto nº PS94-0177, financiado por la DGICYT

REFERENCIAS

- ACEVEDO, JA. (1994) Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias. Un enfoque CTS. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. nº 19, 111-125
- ALTERS, B.J. (1997) Whose Nature of Science?. *J. Re. Science Teaching*. 34(1), 39-55.
- CHALMERS, A. (1992) *La ciencia y como se elabora*. (Siglo XXI, SA. Madrid).
- ECHEVERRÍA, J. (1995) *Filosofía de la Ciencia*. (Akal, Madrid)
- KOULAIDIS, V.y OGBORN, J. (1995) Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them?. *International Journal Science Education*, 17(3), 273-283.
- LAUDAN, L. et al. (1986) Scientific Change: Philosophical Models and Historical Research. *Synthese*, 69(2), 141-223.
- LÓPEZ CERESO, J.A. et al. (1994) Filosofía actual de la ciencia. *Diálogo Filosófico*. 29, 164-208.
- MEDAWAR, P. (1997) *El extraño caso de los ratones moteados*. (Crítica, Barcelona).
- MELLADO,V. (1996) Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- PALMQUIST, B.C. y FINLEY, F.N. (1997) Preservice Teachers' Views of the Nature of Science during a Postbaccalaureate Science teaching Program. *J. Re. Science Teaching*, 34(6), 595-615.
- PRAIA, J. y CACHAPUZ, F. (1994) Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3) 350-354.
- PRO, A. et al (1995) *Opinión de profesores en ejercicio sobre las necesidades de formación inicial del profesorado de secundaria*. En: La Didáctica de las Ciencias Experimentales a debate. (Universidad de Murcia).
- RAY, C. (1991) Breaking Free From Dogma: Philosophical Prejudice in Science Education. *Science Education*, 77(4), 407-431.
- RUBBA, P.A. y HARKNESS, W.L. (1993) Examination of Preservice and In-Service Secondary Science Teachers' Beliefs about Science-Technology-Society Interactions. *Science Education*, 77(4), 407-431.
- RUGGIERI, R. et al. (1993) The images of science of teachers in Latin countries. *International Journal Science Education*, 15(4), 383-393.