

¿MEJORAN LOS DISEÑOS DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS INVESTIGATIVAS DE DOCENTES EN FORMACIÓN CUANDO SE INTRODUCEN TAREAS DIRIGIDAS A LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE PROCEDIMIENTOS CIENTÍFICOS?

Susana García Barros
Cristina Martínez Losada
Matilde Mondelo Alonso
Pedro Vega Marcote
Universidade da Coruña

INTRODUCCIÓN

Las prácticas de laboratorio o su concepción más genérica los trabajos prácticos, constituyen el tipo de actividades que de forma más específica se asocian a las Ciencias Experimentales. Su valor educativo es amplio en cuanto permiten ilustrar los fenómenos, aportar evidencias, favorecer el aprendizaje de conceptos, acercar al alumno a la utilización y aprendizaje de procedimientos asociados al trabajo científico... Sin embargo la investigación en este campo ha puesto de manifiesto las deficiencias y limitaciones del trabajo práctico que habitualmente se emplea en el aula. Así, se cuestiona su capacidad para motivar, desarrollar habilidades y procedimientos investigativos y ofrecer al alumnado una visión adecuada del trabajo científico (Hodson, 1991; Hodson, 1994). Además se critican, tanto los tipos de trabajos prácticos que presentan los libros de texto (Tamir y García Rovira, 1992), como las inadecuadas interpretaciones que en ocasiones se hacen de las observaciones que se realizan a lo largo de los mismos (Lucas y García Rodeja, 1990).

Las actividades prácticas tienen distinta orientación en función del modelo de enseñanza aprendizaje en el que se integran, habiendo claras diferencias entre las que se utilizan en la enseñanza tradicional, en la enseñanza por descubrimiento o en las propuestas más actuales basadas en la visión constructivista del aprendizaje (Perales, 1994). De ahí que se hayan propuesto diferentes clasificaciones en función de los objetivos y contenidos que en ellas se desarrollan,

estableciéndose claras diferencias entre las actividades meramente ilustrativas de la teoría y aquellas otras que intentan promover la resolución de problemas y el desarrollo de procedimientos utilizados en la investigación científica (Caamaño, 1992). En los últimos años se ha alcanzado un amplio consenso en la enseñanza de las ciencias en lo que se refiere a la importancia y necesidad de aprender contenidos procedimentales, realizándose distintas clasificaciones, entre la que destacamos la siguiente: a) habilidades de investigación, b) destrezas manuales y c) comunicación (De Pro, 1998). Conviene matizar que las primeras no son exactamente isomórficas a los procesos de la ciencia, pues el contexto científico y escolar es diferente en cuanto a los objetivos y a la maduración de los sujetos implicados. Por ello en la enseñanza de las ciencias los procesos científicos deberán “acondicionarse” al ámbito educativo, como contenidos académicos imprescindibles a tener en cuenta en la formación de cualquier ciudadano, pero además han de enseñarse específicamente, al no poder aprenderse “por casualidad” (De Pro, 1998). Las actividades prácticas son especialmente idóneas en este sentido aunque han de superar ciertas deficiencias, nos referimos a la escasa o nula introducción de los procedimientos investigativos, anteriormente citados. Para ello se requiere la innovación en los materiales didácticos y la consiguiente formación docente.

En un trabajo precedente (García Barros et al., 1998), hemos presentado y evaluado una actividad específica dirigida a la formación del profesorado que, fundamentada en las nuevas tendencias en la formación docente (Hewson y Hewson, 1987), tenía por objeto innovar las tradicionales prácticas de laboratorio. En ella se daba especial importancia al análisis y discusión, tanto de las propias concepciones del docente, como de los procedimientos que desarrollaban dos tipos de actividades diferentes -innovadora/investigativa y tradicional/ilustrativa- que trataban los mismos aspectos conceptuales. En aquel trabajo apreciamos que los profesores en ejercicio y en formación diferenciaban los procedimientos de ambos tipos de actividades, valorando especialmente el modelo innovador. Sin embargo, tenían dificultades a la hora de transformar actividades tradicionales -ilustrativas- en investigativas. Si bien sus diseños se caracterizaron por el planteamiento inicial de un problema o cuestión que permitía al alumnado la emisión de hipótesis, éste iba seguido por la consabida “*receta*”, inherente a las prácticas ilustrativas, que impide la utilización de procedimientos tan importantes como: la identificación y el control de variables, la relación entre ellas, el diseño experimental,... En su momento apuntamos, a modo de hipótesis, que las causas de las dificultades del profesorado podrían encontrarse en su escasa experiencia con estos procedimientos, lo que, sin duda, incidiría en las decisiones tomadas a la hora de seleccionar los contenidos que deberían introducirse en la enseñanza de las ciencias.

Tomando esta hipótesis como referencia y siendo conscientes de que los procedimientos son contenidos que han de ser enseñados, en este trabajo pre-

sentamos una ampliación de la anterior actividad (García Barros et al., 1998), que consiste en la introducción de una nueva tarea orientada a que los profesores en formación estudien las variables que inciden en un determinado proceso y que diseñen una estrategia de comprobación de las ideas iniciales. En esta ocasión el objetivo es doble: a) averiguar qué dificultades tienen los estudiantes en la realización de la tarea introducida y b) analizar la influencia que ésta tiene en la calidad de los diseños de actividades innovadoras.

METODOLOGÍA

La actividad, dirigida a la formación del profesorado de secundaria, se halla integrada en el tema correspondiente al estudio de las actividades de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias. Consta de tres apartados:

- 1.- Detección de las ideas de los alumnos sobre los trabajos de laboratorio que habitualmente se realizan en las clases de ciencias y reflexión sobre ellas. Se utilizó un cuestionario que incluía tres preguntas.

La primera se refería a cuándo se suelen desarrollar las actividades prácticas -antes de la teoría, conjuntamente con ella o después de haber tratado la teoría-.

En la segunda se presentaban las características de tres tipos de actividades asimilables respectivamente a las utilizadas en la enseñanza por transmisión, en la enseñanza por descubrimientos y en la enseñanza basada en la resolución de problemas; los estudiantes debían seleccionar el modelo que en su opinión tiene mayor presencia en las clases de ciencias.

En la tercera los alumnos elegían justificadamente cuál de las opciones presentadas resulta mas idónea.

- 2.- Análisis crítico de modelos de actividad práctica tradicional y alternativo asociados respectivamente a los "*experimentos y/o prácticas ilustrativas*" e "*investigaciones*", utilizando la nomenclatura de Camaña (1992). Ambas tratan los mismos contenidos conceptuales, diferenciándose en los procedimientos que se trabajan. En este apartado los profesores en formación utilizan una guía que incluye distintos procedimientos -manejo de material, propuesta de hipótesis, análisis de datos,...-, así como aspectos motivacionales.
- 3.- Transformación de una actividad ilustrativa tradicional en una pequeña investigación. En esta ocasión se utilizaron como prácticas tradicionales

susceptibles de modificación, unas actividades sobre el crecimiento de los mohos, extraídas de libros de texto. La actividad investigativa debía incluir, además de los objetivos y los contenidos que en ella se trabajaban, una propuesta de secuenciación, especificando el papel del alumno y del profesor mediante notas o comentarios.

Previamente, y aquí radica el cambio sustancial con nuestro planteamiento inicial (García Barros et al., 1998), los estudiantes realizaban una tarea (ver anexo 1) relativa al diseño y análisis de pruebas que permitiesen resolver una cuestión concreta: “¿La luz es un factor que influye en la germinación de la soja?” (Albadalejo y Grau, 1992). Los pequeños grupos debían proponer por escrito el diseño de una primera prueba experimental con el fin de solucionar la cuestión planteada. Seguidamente se les presentaba un texto que incluía un diseño planteado por unos supuestos compañeros, al que denominaremos “Prueba A”, que tenía apreciables incorrecciones: insuficiente número de semillas, falta de consideración de otras variables que no fuera la luz y, en consecuencia, una conclusión inadecuada. A continuación se les entregaba otro texto en el que se criticaba la “Prueba A”, que denominamos “Crítica a A”. Tal crítica, realizada también por un supuesto grupo de estudiantes, se centraba en la omisión del control de la variable humedad. Ambas, “Prueba A” y “Crítica a A”, debían ser analizados, pidiéndose a continuación a los alumnos que, basándose en ellas, modificaran justificadamente la prueba inicialmente propuesta.

La actividad fue llevada a cabo con alumnos que cursaban la asignatura optativa “Didáctica de la Biología” en la licenciatura de Biología y con licenciados en Biología que asistían al Curso de Aptitud Pedagógica (CAP). El trabajo se desarrolló en pequeños grupo de 3 a 5 personas, aunque después de cada apartado se hacía una puesta en común de las opiniones. El número de grupos que participaron en la misma fue de 33 (24 de Didáctica de la Biología y 9 del CAP), participando un total de 136 alumnos (87 estudiantes de Biología y 49 licenciados en Biología).

La recogida de datos se realizó en cada uno de los tres apartados de la actividad dirigida a la formación docente. Los correspondientes a los dos primeros se obtuvieron a partir del resultado de la encuesta y del análisis de las prácticas, tradicional e ilustrativa, llevado a cabo por los estudiantes, siguiendo la ya mencionada guía de procedimientos. Los trabajos relativos al tercer apartado fueron entregados por escrito y evaluados por la profesora. En esta ocasión, y con objeto de sistematizar la recogida de datos, se utilizaron redes sistémicas, instrumentos especialmente diseñados para analizar las respuestas y argumentaciones dadas a cuestiones abiertas, en la línea expuesta por Jorba y Sanmartí (1996).

En el anexo 2 se recogen las dos redes sistémicas utilizadas. La primera, dirigida a evaluar las pruebas elaboradas por el alumnado para resolver la cues-

ción “¿La luz es un factor que influye en la germinación de la soja?”, consta de tres apartados: a) *controles iniciales*, centrado en las características de los diseños iniciales en cuanto al número de semillas y a las variables controladas; b) *análisis crítico* de “Prueba A” en lo que respecta a la identificación de sus deficiencias y de la “Crítica a A” en lo relativo a la captación de la misma y c) *modificaciones realizadas* al diseño inicial.

La segunda red permite sistematizar la recogida de datos correspondientes a las características de las actividades prácticas investigativas elaboradas por los alumnos, consta de los siguientes apartados: a) *objetivos* que se proponen -tradicionales o relativos a la resolución de problemas-; b) *contenidos*, destacando distintos tipos de procedimientos y c) *planteamiento* de la actividad. Con relación a esto último se incluye: a) la especificación del problema; b) el establecimiento de relaciones explícitas entre teoría/práctica, concretamente, momento de la actividad en el que se aprecia tal relación y grado de especificación teórica, es decir si ésta es genérica o se refiere a aspectos como, la morfología de los mohos y/o su actividad vital y c) procedimientos representativos que debe incluir una actividad investigativa.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este trabajo nos limitamos a exponer los resultados obtenidos en el tercer apartado de nuestra actividad, debido a que los correspondientes a los dos primeros son extrapolables a los publicados en un artículo precedente (García Barros et al., 1998). Así, en esta ocasión, los estudiantes también consideraron que las actividades habituales responden al tipo ilustrativo, valorando sobre todo aquellas basadas en la resolución de problemas. Por otra parte, estos alumnos tampoco tuvieron problemas para diferenciar los procedimientos que se enseñan en una actividad ilustrativa y en una pequeña investigación.

Para facilitar la presentación y análisis de los resultados, nos referiremos en primer lugar al resultado de la tarea correspondiente a la resolución del problema: “¿La luz es un factor que influye en la germinación de la soja?” y en segundo lugar evaluaremos las actividades investigativas diseñadas por los grupos de estudiantes.

Evaluación de los diseños elaborados para comprobar si la luz influye en la germinación de la soja. Estudio de su evolución a lo largo de la tarea propuesta.

De los 33 diseños propuestos inicialmente, sólo 6 (18,2 %) -3 de Didáctica de la Biología y 3 del CAP- se consideraron adecuados. Estos se caracterizaron por especificar un número suficiente de semillas a utilizar -superior a veinte- y por tener en cuenta otras variables además de la luz, concretamente la humedad y la temperatura (aspectos 1 y 7 de la red sistémica).

Los problemas de las pruebas propuestas por los demás grupos se presentan en la Tabla 1. En ella se aprecia que 17 equipos -más del 50%- no especificaron el número de semillas o lo hicieron de forma insuficiente, siendo menos acusada esta deficiencia en el colectivo de licenciados. En un porcentaje similar de grupos no se contemplaron adecuadamente las variables, así en 18 grupos (54,5%) no se controló la humedad, considerándose únicamente la luz o ésta y la temperatura. En esta ocasión las diferencias entre estudiantes de Biología y licenciados fueron menores que el caso anterior, aunque las pruebas propuestas por estos últimos parecían más completas:

| PROBLEMAS | DIDÁCTICA DE LA BIOLOGÍA n°=24 | CAP n°=9 | TOTAL n°=33 |
|--|-----------------------------------|-------------|----------------|
| No se especifica el número de semillas o se contempla un número insuficiente | 15 62,5% | 2 22,2% | 17 51,5% |
| Se controla exclusivamente la luz o la luz y la temperatura | 14 58,3% | 4 44,4% | 18 54,5% |
| Se controla luz y humedad | 1 4,7% | 1 11,1% | 2 6,1% |

Tabla 1.- Problemas que presentan los diseños planteados por los grupos de alumnos para resolver la cuestión "¿La luz es un factor que influye en la germinación de la soja?"

En lo que respecta al análisis del texto correspondiente a un ensayo inadecuado, "Prueba A", hemos de señalar que más del 60% del total de los grupos criticaron el reducido número de semillas propuestas (ver Tabla 2). Además, cuestionaron, aunque en menor medida, la inadecuada conclusión obtenida, habida cuenta del reducido número de semillas utilizado, este aspecto fue indicado por el 36,4 % de los grupos, siendo los asistentes al CAP más críticos en ese punto que los matriculados en Didáctica de la Biología. También destacaron la omisión del control de variables, centrándose en la ausencia del control de la temperatura (60,6% de los grupos) más que en el de la humedad (42,4% de los grupos), siendo, en esta ocasión, los alumnos de Biología más críticos que los del CAP.

Con relación a la "Crítica a A" se observó que la mayoría de los equipos (72,7%) no tuvieron problemas para realizar un adecuado análisis.

| CRÍTICAS | DIDÁCTICA DE LA BIOLÓGÍA n=24 | CAP n=9 | TOTAL n=33 |
|---|----------------------------------|------------|---------------|
| La conclusión es inadecuada debido al escaso número de semillas utilizado | 29,2% | 55,5% | 36,4% |
| El número de semillas propuesto es insuficiente | 54,2% | 77,8% | 60,6% |
| No se controla la humedad | 45,8% | 33,3% | 42,4% |
| No se controla la temperatura | 62,5% | 55,5% | 60,6% |

Tabla 2. Análisis crítico realizado por los grupos de estudiantes a la “Prueba A”

Algunos grupos de alumnos modificaron los diseños iniciales inadecuados, una vez realizado el análisis crítico de la “Prueba A” y de “Crítica a A” (ver Tabla 3). Concretamente de los 17 grupos que no habían contemplado un número suficiente de semillas o no lo especificaban, 9 (52,9%) mejoraron sus ensayos; de ellos 7 (su 77,8%) habían hecho una buena crítica de la “Prueba A” en lo que respecta al número de semillas utilizado. Entre los grupos que no hicieron esa crítica, 8 en total, sólo 2 (su 25%) mejoraron el ensayo.

Por otra parte, 11 diseños -todos elaborados por grupos de Didáctica de la Biología excepto uno- de los 18 que inicialmente no consideraron el control de la humedad (su 61,1%), fueron modificados después de que los alumnos hubieran analizado correctamente la “Crítica a A”, centrada en el control de esa variable que inicialmente habían omitido. Hemos de añadir que 5 ensayos (27,8%), que no consideraron la humedad en el diseño inicial, no fueron mejorados, aun después de haber captado sin problemas la “Crítica a A”.

| Problemática del ensayo inicial | Característica de la tarea realizada posteriormente | nº de grupos ¹ |
|--|--|---------------------------|
| Número de semillas insuficiente o no especificado nº de grupos=17 | Buena crítica de la “Prueba A” mejoran su ensayo | 7 (41,2%) |
| | Buena crítica de la “Prueba A” no mejoran su ensayo | 2 (11,7%) |
| | No se critica la “Prueba A” mejoran el ensayo | 2 (11,7%) |
| No contemplaban el control de la humedad nº de grupos=18 | No se critica la “Prueba A” no mejoran el ensayo | 6 (35,3%) |
| | Captan la “Crítica a A” mejoran su ensayo | 11 (61,1%) |
| | Captan la “Crítica a A” no mejoran su ensayo | 5 (27,8%) |
| | No captan la “Crítica a A” no mejoran su ensayo | 2 (11,1%) |

¹ Nota: Los porcentajes se refieren al número de grupos cuyos ensayos iniciales presentaba cada una de los problemas indicados.

Tabla 3.- Evolución de los diseños iniciales realizados por los grupos de alumnos respecto a la germinación de la soja.

Características de las actividades prácticas que sobre los mohos realizaron los grupos de estudiantes.

En la Tabla 4 se recogen en términos generales las características de las actividades prácticas elaboradas por los estudiantes. En ella se observa que más del 50% de los grupos incluyeron objetivos como: analizar y resolver problemas, acercar al alumno al trabajo científico y otras redacciones en esta línea, siendo la proporción más elevada en el grupo de estudiantes de Biología (el 66,7 %) que en el del CAP (33,3%).

Hemos de señalar que entre los equipos que no contemplaron objetivos de tipo investigativo -13 en total- se apreció, sin embargo, una tendencia a incluir en los contenidos determinados procedimientos científicos: análisis de problemas, diseño de experiencias,...; esto se halló concretamente en 9 de los citados grupos (69,2%).

| ASPECTO ANALIZADO | | D. BIOLOGÍA N=24 | | | |
|--------------------|---|------------------|-------|-------|-------|
| Objetivos | Tradicionales | 33,4% | 55,5% | 39,4% | |
| | Investigativos | 66,7% | 33,3% | 57,6% | |
| Contenidos | Conceptuales | | 91,7% | 88,9% | 90,1% |
| | Procedimentales | Investigativos | 79,2% | 55,5% | 72,7% |
| | | Manipulativos | 91,7% | 88,9% | 91,1% |
| | | Comunicación | 33,4% | 11,1% | 27,3% |
| Actitudinales | | 50% | 33,3% | 45,5% | |
| Tipo de actividad | Investigativa, basada en la resolución de problemas | | 75% | 55,5% | 69,7% |
| | Tradicional | | 25% | 44,4% | 30,3% |
| Papel del profesor | Director del proceso | | 66,7% | 55,5% | 63,3% |
| | Observador imparcial | | 8,3% | 22,2% | 12,1% |

Tabla. 4.- Características de las actividades prácticas que con relación a los mohos elaboraron los grupos de estudiantes

Respecto a los contenidos conceptuales propuestos debemos indicar que mientras en la práctica totalidad de los trabajos -en el 90,9% del total- se concretaron contenidos relativos al concepto de moho, su estructura -características del micelio, esporas,...-, etc., los aspectos funcionales fueron apuntados en menor medida. Así la función reproductora fue explicitada por el 48,5% de los grupos, siendo este contenido especialmente señalado por los estudiantes de Didáctica de la Biología (62,5%), y la nutrición y/o alimentación por el 39,4% del total de los equipos; hacemos referencia conjunta a ambos términos porque

fueron utilizados indistintamente sin que se apreciara una adecuada diferenciación teórica entre ellos. En un reducido número de trabajos se incluyeron contenidos relacionados con el medio en el que se desarrollan los mohos y/o aspectos relacionados con conocimientos de ecología.

En más del 90% de los trabajos analizados se incluyeron contenidos procedimentales de tipo manipulativo, pero los investigativos fueron explicitados en menor medida, apreciándose diferencias entre los estudiantes de Biología y los licenciados -en el 79,2% de los trabajos correspondientes a los alumnos de Didáctica de la Biología se propusieron estos procedimientos, frente al 55,5% de los del CAP-. Los contenidos de comunicación fueron señalados por un reducido número de grupos, inferior al 30% del total. También aquí se encontraron diferencias entre los estudiantes de Biología (33,4%) y los del CAP (11,1%).

La referencia a los contenidos actitudinales se apreció sólo en el 33,9 % de los trabajos realizados por los estudiantes del CAP y en el 50 % de los de Didáctica de la Biología. Tales referencias se centraron únicamente en ciertos aspectos relacionados con el orden, la rigurosidad en el trabajo o el respeto hacia las opiniones de los demás, la colaboración con el grupo,....

Analizamos a continuación si las actividades prácticas, propuestas por los distintos grupos de estudiantes, respondían a pequeñas investigaciones o por el contrario mantenían un planteamiento próximo a las experiencias ilustrativas, utilizando la clasificación de Caamaño (1992). Para ello atendimos a las siguientes características de las mismas: a) se especifica el problema a tratar, b) se permite al alumno sugerir respuestas apriorísticas; c) se permite al alumnado diseñar pruebas para comprobar sus ideas sobre influencia de variables,...; d) se plantea el análisis de datos, d) se induce a la sugerencia de conclusiones, a ser posible, argumentadas. En definitiva se consideraron actividades prácticas investigativas a las que respondían al perfil (8, 15,16,17,18) de la segunda red sistémica (anexo 2). El 75% de los grupos de Didáctica de la Biología realizaron diseños de actividades investigativas, frente al 55,5% de los grupos de CAP.

En cuanto al papel adjudicado al profesor hemos de indicar que respondió mayoritariamente al de director del proceso. El 66,7% de los grupos de Didáctica de la Biología y el 55,5% de los del CAP se manifestaron en este sentido, frente al 8,3% y al 22,2% que adjudicaron al docente el papel de simple observador imparcial del proceso seguido por el alumnado, el resto de los grupos no se pronunciaron sobre el particular.

En los diseños de actividades prácticas propuestos hemos analizado también la coherencia entre los contenidos conceptuales y procedimentales propuestos inicialmente y los que realmente se trabajan en la actividad práctica planteada. En este sentido hemos observado que son coherentes en relación con

los procedimientos manipulativos. También se apreció coherencia en los procedimientos investigativos, pues todos los grupos, excepto dos, los señalaron -propuesta de hipótesis, diseños de ensayo,...- y los tuvieron en cuenta en el diseño de la actividad práctica (aspectos 4,15,16,17,18 de la segunda red sistémica); (anexo 2) un grupo realizó un planteamiento investigativo sin haber concretado previamente contenidos procedimentales en este sentido. Como ya hemos señalado, la explicitación de los procedimientos de comunicación fue reducida. Sin embargo, se ha detectado su inclusión implícita en el subsiguiente análisis de los diseños de las actividades prácticas, concretamente cuando se les sugiere a los alumnos que expongan sus ideas, conclusiones,... Tal circunstancia se apreció en el 75% de los trabajos de los alumnos de Didáctica de la Biología y en el 55,5% de los del CAP que no habían incluido habilidades de comunicación en el apartado correspondiente a contenidos.

La coherencia entre los contenidos conceptuales declarados y los tratados en la actividad se deriva de las intenciones explícitadas en los diseños de las actividades prácticas elaboradas por los estudiantes (ver Tabla 5). En ellos, y más concretamente en las notas al profesor, se puede apreciar que existe un interés, al menos declarativo, por destacar la relación entre la teoría y la práctica. En un alto número de trabajos -19 de Didáctica de la Biología y 8 del CAP (81,8% del total)- se detectó dicha relación. Ésta se hacía explícita en distintos momentos de la actividad, es decir, al inicio de la misma, al final o bien se sugerían continuas relaciones dando una especial relevancia a la adecuada conexión entre los datos, fenómenos,... y el marco teórico de referencia. Tal circunstancia se apreció únicamente en un reducido número de diseños correspondientes a los alumnos de Didáctica de la Biología, mientras que en los trabajos de los estudiantes del CAP las referencias teoría/práctica se hicieron sobre todo al inicio de la actividad.

La intención de relacionar la teoría y la práctica se expresó de forma genérica en el 51,8% de los diseños de actividades prácticas analizadas, siendo ilustrativas de ello las frases que a continuación recogemos: *“Esta actividad debe servir para poder entender mejor el mundo de los mohos”*; *“Que el alumno tenga claras definiciones y conceptos que tendrá que tener en cuenta a la hora de llevar el problema a la práctica”*.

El 40,7% de los grupos, que correspondían especialmente al colectivo de alumnos de Didáctica de la Biología, centraron la relación teoría/práctica en aspectos morfológicos y estructurales. Sirva también de ejemplo las siguientes referencias literales propuestas en esta línea: *“El alumno visualizará al microscopio muestras y dibujará lo que ve, el profesor explicará brevemente las partes del moho”*; *“Teniendo en cuenta lo observado -se refiere al microscopio- intenta nombrar cada parte”*.

Finalmente hemos de añadir que las relaciones explícitas, mediante cuestiones al alumno o notas al profesor, entre aspectos teóricos funcionales y los hechos y datos recogidos en la actividad se detectaron únicamente en 6 trabajos (22,2% de los que en algún momento establecieron relaciones teórico/prácticas). Valga de ejemplo ilustrativo la siguiente pregunta incluida en una de las actividades prácticas “*A la vista de los cultivos puede deducirse que los mohos son heterótrofos ¿por qué?*”. En esta línea, y dada la importancia que la función nutritiva tiene en el estudio de lo mohos, analizamos más concretamente si los diseños que seleccionaron contenidos conceptuales en este sentido promovían la oportuna relación entre ellos y la interpretación de los fenómenos y datos que se obtendrían en el transcurso de la actividad. De los 13 diseños que incluyeron contenidos relativos a la nutrición/alimentación de los mohos, únicamente tres instaban al alumnado, bien a través de cuestiones concretas o mediante recomendaciones al profesor, a realizar interpretaciones teóricas desde el marco de la nutrición heterótrofa de fenómenos tales como: necesidad de substrato orgánico o el crecimiento del moho no depende de la luz.

| CARACTERÍSTICAS DE LA RELACIÓN | | GRUPOS QUE ESTABLECEN RELACIÓN TEÓRICO/PRÁCTICA | | |
|---|-------------|---|-----------|------------|
| | | D. BIOLOGÍA n=19 | CAP n=8 | TOTAL n=27 |
| Momento de la actividad en que se establece la relación | Inicial | 6 (31,6%) | 7 (87,5%) | 13 (48,2%) |
| | Continúa | 6 (31,6%) | - | 6 (22,2%) |
| | Final | 10 (52,6%) | 2 (25%) | 12 (44,4%) |
| Tipo de relación establecida | Estructural | 10 (52,6%) | 1 (12,5%) | 11 (40,7%) |
| | Funcional | 3 (15,9%) | 3 (37,5%) | 6 (22,2%) |
| | Genérica | 10 (52,6%) | 4 (50%) | 14 (51,8%) |

Tabla 5.- Características de la relación teoría/práctica establecida en los trabajos prácticos planteados

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados del desarrollo de la actividad presentada fueron satisfactorios y similares a los obtenidos en un trabajo precedente (García Barros et al., 1998) en lo que respecta a la capacidad de los estudiantes para analizar actividades, apreciar los contenidos que en ellas se trabajan y valorar el modelo de trabajo práctico innovador que introduce al estudiante en la indagación y en la resolución de problemas bajo la dirección del docente, frente a la práctica tradicional de carácter ilustrativo -datos no mostrados, correspondientes a los dos primeros apartados de la actividad planteada-. Este desarrollo de la capacidad analítica es un aspecto especialmente importante para la formación docente en general (Hewson y Hewson, 1987; Furió, 1994) y en el tema del trabajo práctico

en particular (Nott, 1996), aunque puede resultar insuficiente si no va acompañado del oportuno diseño de actividades prácticas específicas dirigidas a la consecución de objetivos de los distintos ámbitos que actualmente plantea la enseñanza de las ciencias. El hecho de que las “prácticas” habituales, presentes en los libros de texto (Tamir y García Rovira, 1992) y por extensión en los laboratorios escolares y universitarios, respondan a las clásicas actividades ilustrativas, sin duda, condiciona la selección y el diseño que de ellas hacen los profesores en formación, impidiendo la innovación en este tipo de actividades y la introducción de los necesarios procedimientos investigativos tan representativos de la educación científica. Tomando esta idea como punto de referencia y siendo conscientes de que en la formación docente resulta insuficiente la mera descripción de estrategias educativa y que es necesario el contacto con la innovación (Mellado, 1996; Mellado, 1998), hemos incorporado una actividad específica a nuestro planteamiento inicial (García Barros et al., 1998) con la intención de que el futuro docente se enfrente directamente a la problemática de la indagación, del análisis y selección de variables, del diseño de pruebas,...

De acuerdo con lo indicado, en este trabajo pudimos apreciar que los estudiantes universitarios e incluso los recién licenciados en Biología tienen problemas para diseñar ensayos dirigidos a solucionar cuestiones relativas a un aspecto tan conocido para ellos como la germinación. La mayoría de los diseños carecían de las mínimas condiciones de rigor y especificación, incluyendo un reducido número de semillas y limitándose a controlar la variable más obvia -la luz-, por ser ésta a la que directamente se refería la cuestión planteada: *¿la luz es un factor que influye en la germinación de la soja?*. Esto refleja la inexperiencia del alumnado en la realización de este tipo de tareas y el consiguiente desconocimiento de los procedimientos en ellas implicados.

Sin embargo, tales tareas no son, por supuesto, inabordables para ellos, porque sus diseños iniciales generalmente mejoran después de analizar los textos correspondientes al diseño incorrecto propuesto por unos hipotéticos compañeros y a las críticas que al mismo realiza otro grupo de supuestos estudiantes. Si bien no detectamos un éxito unánime en este sentido, podemos considerar que el análisis de las pruebas, argumentaciones y críticas de “compañeros desconocidos” ejercen un efecto positivo e inducen a la retroalimentación y a la mejora de los diseños iniciales, pues dichas mejoras se apreciaron fundamentalmente entre los grupos que demostraron por escrito haber hecho análisis correctos en esta línea. Por otra parte, consideramos que la opción de utilizar diseños hipotéticos, en vez del simple intercambio de los trabajos entre grupos, resulta especialmente positivo, en cuanto evita la personalización de los errores y de los razonamientos y permite someter a análisis deficiencias concretas, especialmente extendidas.

Al comparar las características de las actividades investigativas propuestas por los equipos de estudiantes que intervinieron en este trabajo y los analiza-

dos con anterioridad (García Barros et al., 1998) podemos apreciar una sustancial mejora a la que posiblemente haya contribuido la introducción de la nueva tarea. En esta ocasión un aceptable porcentaje de las actividades propuestas por los alumnos (75%), lejos de limitarse a plantear un problema inicial y promover la sugerencia de hipótesis como ocurría en nuestro anterior trabajo, resultaban mas abiertas e introducían procedimientos tan importantes como el diseño de pruebas, análisis de datos y obtención de conclusiones. Estos aspectos, lejos de hallarse circunscritos al ámbito retórico y declarativo de los objetivos y contenidos, se apreciaban en el propio diseño de la actividad, es decir en el tipo y secuencia de tareas y en las recomendaciones didácticas aportadas a modo de notas, lo que demuestra la existencia de coherencia entre intenciones iniciales y diseños. Este tipo de análisis centrados en la coherencia aportan importante información sobre el pensamiento docente y constituye una línea emergente en la investigación sobre formación del profesorado de ciencias que se extiende no solo al estudio de los materiales elaborados y seleccionados por el profesorado, sino también a su actuación en el aula (Mellado, 1996).

La profundización en el análisis de la coherencia entre los diseños de actividades prácticas propuestos por los distintos grupos de alumnos y la declaración de contenidos, nos conduce a considerar que fue completa en lo que respecta a los procedimientos manipulativos y aceptable en los investigativos, pues a excepción de tres grupos el resto fue coherente en este sentido. Por otra parte se aprecia que los alumnos dieron una importancia real a los procedimientos de comunicación, incluyendo en la secuencia de tareas la exposición oral y/o escrita de ideas, la realización de puesta en común, la discusión con los compañeros... aunque su explicitación inicial hubiera sido reducida, lo que nos sugiere que los futuros profesores valoran especialmente este tipo de procedimientos, pero no los catalogan como contenidos que es necesario enumerar.

Nos detendremos a continuación en el análisis de las deficiencias más importante que, a nuestro juicio, tuvieron las actividades propuestas por el alumnado. Por un lado la falta de coherencia entre los contenidos conceptuales propuestos y los realmente trabajados en la actividad y por otro la insuficiente especificación y concreción de la conexión teoría/práctica. Hemos de destacar que la importancia dada a los aspectos conceptuales es aparentemente grande entre el alumnado, pues en su totalidad propone contenidos de tipo conceptual y en su mayoría establece relaciones teórico/práctica, apreciables en los cuestionarios dirigidos al alumno o en las notas al profesor que recogen los diseños elaborados. Sin embargo, utilizamos el término "*aparente*" porque no se puede asegurar, una vez analizadas las actividades, que dicha relación tenga la profundidad que debiera. El hecho de que las conexiones teórico/prácticas hayan sido mayoritariamente genéricas nos impide conocer realmente a qué aspectos teóricos dan importancia los autores y, sobre todo, si dichos aspectos se hallan en consonancia con la actividad, es decir, con la cuestión o problema planteado, ensayos y pruebas.....

Los diseños de actividades recogieron mayoritariamente contenidos conceptuales relacionados con aspectos estructurales y descriptivos de los mohos, cuyo estudio, aun siendo importante, resulta limitado y puede abordarse desde un planteamiento de actividad de tipo ilustrativo. La introducción de funciones y el estudio específico de las características de los mohos en este sentido requiere una mayor profundización lo que sin duda encierra problemas didácticos de mayor calado. En las actividades investigativas sobre los mohos, dirigidas a la educación secundaria, parecería lógico esperar que se diera especial importancia a aspectos teóricos tales como las características nutricionales de estos organismos, aspecto al que implícitamente se refieren las cuestiones y problemas que presiden el inicio de las actividades propuestas por el alumnado: *“Influye la luz en el crecimiento de los mohos?”* *“¿Crecerán los mohos en cualquier substrato, por qué crecen en el paté?”*.

Por otra parte sería lógico que los datos y resultados obtenidos en la práctica se interpretaran desde esa óptica científica, pues un objetivo fundamental de la alfabetización científica del ciudadano es que entienda que la ciencia ha desarrollado teorías y modelos que interpretan los fenómenos. Así, el aprendizaje científico consistirá en última instancia en aprender a *“ver”* los fenómenos no solo desde la obvia descripción, sino desde su interpretación abstracta. Sin embargo los diseños de actividades presentados fueron especialmente deficientes en este sentido -solo tres pudieron considerarse aceptables- a pesar de que los alumnos ya habían analizado actividades prácticas investigativas en las que las referencias a la teoría eran constantes, en cuanto tenían una orientación centrada en el tratamiento holístico de los contenidos, insistiéndose en aspectos interpretativos.

Tal situación parece demostrar que en la formación docente es imprescindible buscar estrategias e instrumentos -la V de Gowin, por ejemplo- que permitan establecer las necesarias conexiones entre la teoría y la práctica. La omisión de las mismas hace que el trabajo práctico, que contempla procedimientos investigativos, caiga en el criticado inductivismo y lejos de contribuir a ofrecer una visión adecuada de la ciencia y promover el aprendizaje, seguirá teniendo importantes limitaciones (Gil et al., 1991). Así se circunscribirá al desarrollo de ciertas habilidades investigativas y manipulativas, sin acercar al alumno a esa nueva visión de los fenómenos y resultados de los ensayos que el distanciamiento de la abstracción teórica proporciona. Consideramos que éste es un punto clave en los diseños del trabajo práctico, si pretendemos que realmente sirvan para favorecer la conceptualización, aspecto éste por el que estamos ampliamente preocupados los profesores de ciencias de todos los niveles educativos sin excepción.

REFERENCIAS

- ALBADALEJO, C. Y GRAU, R. (1992). Los procedimientos en las ciencias naturales. *Aula*, 3, 24-27.
- CAAMAÑO, A. (1992). Los trabajos prácticos en las Ciencias Experimentales. *Aula*, 9, 61-68.
- DE PRO, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 21-41.
- FURIÓ, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 188-199.
- GARCÍA BARROS, S., MARTÍNEZ LOSADA, C. Y MONDELO, M. (1998). Hacia la innovación de las actividades prácticas, desde la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 353-366.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. Y MARTÍNEZ TORREGROSA, J. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE Universitat de Barcelona. Horsori.
- HEWSON, P.W. Y HEWSON, M.G. (1987). Science teachers' conceptions of teaching: implications for teachers education. *International Journal of Science Education*, 9(4), 425-440.
- HODSON, D. (1991). Practical working science; time for a reappraisal. *Studies in Science Education*, 19, 175-184.
- HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- JORBA, J. Y SANMARTÍ, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas par las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Madrid: MEC.
- LUCAS, A.M. Y GARCÍA RODEJA, I. (1990). Contra las interpretaciones simplistas de los resultados de los experimentos realizados en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 11-16.
- 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.
- MELLADO, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82, 197-214.
- NOTT, M. (1996). When the black box springs open: Practical word in school an the nature of science. *International Journal of Science Education*, 18(7), 807-818.
- PERALES, F.J. (1994). Los trabajos prácticos y la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 122-125.
- TAMIR, P. Y GARCÍA ROVIRA, M.P. (1992). Características de los ejercicios prácticos de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 3-12.

ANEXO 1

PRIMER TEXTO

Se pretende determinar si la luz incluye en la germinación de la soja. *Disenñad una experiencia o ensayo que os permita averiguarlo. Hacedlo detalladamente, señalando mediante puntos los distintos pasos que estableceríais.*

Debéis tener en cuenta los siguientes aspectos técnicos: Para favorecer la germinación de la soja es necesario poner las semillas en agua durante 12 horas. Una vez escurridas es necesario tenerlas en ambiente húmedo durante 36 horas.

SEGUNDO TEXTO “Prueba A”

Analizad la siguiente prueba propuesta por unos compañeros. ¿Os parece correcta?. Justificad la respuesta. Una vez hecho el análisis especificad en que sentido mejoraríais vuestro diseño inicial.

“Prueba A” : Basándonos en las recomendaciones técnicas realizamos el siguiente experimento:

1. Pusimos en agua 20 semillas durante 12 hora.
2. Colocamos dos bandejas con papel secante impregnado en agua, y en cada una depositamos 10 semillas.
3. Una bandeja se situó en una zona bien iluminada en el laboratorio. La otra la guardamos en un armario, en ambiente totalmente oscuro.

Después de unos días observamos que en la bandeja que no recibía luz había 9 semillas germinadas y en la expuesta a la luz 7, por lo que concluimos que la luz favorece la germinación.

TERCER TEXTO “Crítica a A”

Un grupo de alumnos de otros años cuestionó el experimento “Prueba A” y este fue su razonamiento: La bandeja que recibía luz estaba en un ambiente donde, por influencia de la radiación solar, reinaba una temperatura superior. Aunque creemos que la temperatura influye poco, si afecta a la evaporación del agua y, por tanto, la evaporación era mayor en la bandeja que recibía luz. Como la humedad es un factor decisivo en la germinación, esto provocó que germinaran menos semillas en la bandeja que estaba a la luz.

1. *¿En qué basan la crítica estos compañeros?*
2. *Basándoos en el análisis realizado indicad cómo mejoraríais vuestro diseño inicial. Debéis especificar punto por punto los cambios propuestos.*

ANEXO 2.

a) Red sistémica para evaluar las pruebas propuestas con objeto de resolver la cuestión: *¿La luz es un factor que influye en la germinación de la soja?*

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| CONTROLES INICIALES | - Número de semillas | - Superior a 20 por ensayo (1) - Inferior a 20 por ensayo (2) - No específica (3) |
| | - Variables | - Luz (4) - Luz/Tª (5) - Luz/Humedad (6) - Tª/Luz/Humedad (7) - Otras (intensidad de luz,...) (8) |
| ANÁLISIS CRÍTICO DE | - "Prueba A" | - A la conclusión (9) - Al número de semillas (10) - Control de variables |
| | - "Crítica a A" | - Percepción de la crítica (14) - No analiza (15) |
| MODIFICACIONES REALIZADAS | - Número de semillas (16) | |
| | - Control de Tª (17) | |
| | - Control de humedad (18) | |
| | - Control de humedad, Tª (19) | |
| | - Otros aspectos (intensidad de la luz, tipo de semillas) (20) | |
| | | - Humedad (11) - Tª (12) - Otras (13) |

b) Red sistémica para la evaluación de diseños de actividades prácticas investigativas

| | | |
|----------------------|---|---|
| OBJETIVOS | - Solo tradicionales (comprobar y/o afianzar la teoría, observar, manipular...) | (1) |
| | - Relacionados con la resolución de problemas, desarrollo de procesos científicos, .. | (2) |
| CONTENIDOS | - Conceptuales | (3) |
| | - Procedimentales | - Investigativos (4) - Manipulativos (5) - Comunicación (6) |
| | - Actitudinales | (7) |
| | | |
| PLANTEAMIENTO | - Se especifica problema | (8) |
| | - Relación teoría/práctica | |
| | - Momento | - Solo al inicio (9) - En todo momento (10) - Al final (11) |
| | - Especificación | - Descriptiva (12) - Relativa a funciones vitales (13) - Genérica (14) |
| | - Procedimientos trabajados | - Planteamiento de hipótesis (15) - Diseño de ensayo control de variables (16) - Análisis de datos (17) |
| | | - Conclusiones (18) |
| | | |
| | | |