

LOS TRABAJOS PRÁCTICOS EN CIENCIAS EXPERIMENTALES

Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación

Aureli Caamaño

Se caracterizan aquí las diferentes aproximaciones al trabajo práctico existentes en la última década en relación a los modelos didácticos que han estado vigentes, y se muestran líneas actuales que tienden a ampliar el concepto de trabajo de investigación y a profundizar en las posibilidades de variar su grado de apertura y su nivel de dificultad, para introducir elementos de progresión.

Se consideran las causas de la débil implantación de los trabajos prácticos de tipo investigativo, apuntando el excesivo énfasis en las investigaciones de tipo teórico, o lo que es lo mismo, la excesiva relación de las investigaciones al modelo de descubrimiento orientado, como una de las causas más significativas de este hecho.

Se defiende la necesidad de disponer de un esquema integrador de los diferentes tipos de trabajo práctico, resituando muchas de sus funciones en una perspectiva constructivista y comprensiva del aprendizaje.

Finalmente, se considera que una concepción equilibrada de la enseñanza de las ciencias requiere un uso diversificado de los diferentes trabajos prácticos tipificados, lo cual significa, teniendo en cuenta la situación de la que partimos, aumentar el trabajo investigativo en las programaciones de los cursos de ciencias.

LA EVOLUCIÓN DE LAS FUNCIONES ATRIBUIDAS A LOS TRABAJOS PRÁCTICOS

Sin duda, la ciencia es una actividad práctica, ade-

tiene lugar en los laboratorios. Si la enseñanza de las ciencias ha de promover la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades científicas, desde las más básicas (utilización de aparatos, medición, tratamiento de datos, etc.) hasta las más complejas (investigar y resolver problemas haciendo uso de la experimentación), es clara la importancia que los trabajos prácticos deben tener como actividad de aprendizaje de estos procedimientos.

Sin embargo, el enfoque que se da a los trabajos prácticos depende de los objetivos que queremos conseguir a través de su realización, y estos objetivos dependen de la concepción que se tiene de cómo se hace ciencia y de cómo se puede aprender ciencia en un ámbito escolar.

TRABAJOS PRÁCTICOS Y MODELOS DIDÁCTICOS

Tradicionalmente, los trabajos prácticos han sido utilizados como un medio para adquirir habilidades prácticas para el uso y manipulación de aparatos, para el aprendizaje de determinadas técnicas experimentales, y como una forma de ilustrar o de comprobar experimentalmente muchos de los hechos y leyes científicas presentadas previamente por parte del profesor (*paradigma de enseñanza por transmisión*).

Durante los años setenta se potenció una visión de los trabajos prácticos, en la que se proponía que éstos consistieran en actividades de descubrimiento de hechos, conceptos y leyes mediante el uso de los procesos de la ciencia en situaciones guiadas por el profesor (*paradigma del descubrimiento orientado*) (Calatayud, Gil y cols. 1978, Grup Recerca 1978, 1980 a, b); aunque también existió una concepción más autónoma de este paradigma en el que no se ponía énfasis en las conclusiones de tipo conceptual a las que había que llegar, sino en el propio proceso de investigación (*paradigma del descubrimiento autónomo*). Otra visión concebía los trabajos prácticos como actividades encaminadas a aprender los procesos de la ciencia (observación, clasificación, emisión de hipótesis, realización de investigaciones), independientemente de los contenidos conceptuales concretos sobre los que se trabajaba (*paradigma de la ciencia de los procesos*) (Salas, 1983).

La crítica a una visión inductivista de la ciencia (Driver, 1983) y consideraciones sobre el carácter social y dirigido de la actividad científica, fueron utilizadas para criticar la versión inductivista y autónoma del paradigma por descubrimiento (Gil, 1982, 1983). No obstante, el paradigma de descubrimiento orientado también fue criticado por el bajo nivel de indagación que suponía, dado que el resultado de las investigaciones está determinado de forma única y el proceso de resolución es a menudo muy dirigido (Solomon 1980; Wellington, 1981).

Como hemos comentado en artículos anteriores

ción constructivista de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia ha hecho valorar la importancia de los conocimientos previos y de las expectativas teóricas que tenemos respecto a los fenómenos que investigamos y, en consecuencia, ha cuestionado la validez del paradigma de la enseñanza por descubrimiento, en tanto que descubrimiento. No se trataría tanto de descubrir como de construir este conocimiento a partir de la interacción de nuestras ideas con las de los demás y con la experiencia, teniendo en cuenta que la interpretación de esta experiencia siempre se hace a través del filtro teórico que suponen nuestras concepciones.

Esto no ha significado la renuncia a todos los rasgos del modelo por descubrimiento orientado en su versión hipotético-deductiva, sino que ha cambiado el énfasis en el descubrimiento por el énfasis en la construcción de conocimiento, reforzando el papel de las ideas de los alumnos y de los experimentos como instrumento de contrastación de éstas (Gunstone, 1991; Gil, 1986). Pero, la principal característica del modelo, que es utilizar los procesos para llegar a establecer conceptos, ha continuado vigente (paradigma de investigación con finalidades teóricas).

Sin embargo, convendría reflexionar sobre algunos aspectos que han sido críticos del modelo de investigación hipotético-deductivo. Las críticas epistemológicas a la teoría falsacionista de Popper que pueden ser consultadas en la monografía de Chalmers, 1982- han destacado el peligro de sobreestimar los experimentos como pruebas cruciales para decidir entre teorías alternativas, ya que la propia interpretación del experimento viene condicionada por las expectativas teóricas que tenemos sobre él, y han permitido ver la importancia de la existencia de teorías alternativas para modificar las teorías establecidas (Solomon, 1988).

Los experimentos que provocan conflictos conceptuales pueden ayudar a los alumnos a tomar conciencia de las debilidades de sus ideas, pero sólo la presencia de una teoría que resulte más explicativa facilitará el cambio conceptual. Esta observación lleva a valorar el papel del profesor como fuente de teorías alternativas a las propuestas por los alumnos (Pozo, 1990).

Huir de interpretaciones simplistas de los experimentos significa tener en cuenta las hipótesis alternativas a las científicas que pueden ser propuestas por los alumnos, y eliminarlas mediante nuevos experimentos o razonamientos que las hagan incompatibles con las ideas ya establecidas (García-Rodeja y Lucas, 1990).

En resumen, la importancia concedida al carácter social del aprendizaje y las críticas epistemológicas a una visión excesivamente racionalista de la ciencia han reforzado la importancia concedida a la fase de discusión en la interpretación de los fenómenos observados y de los resultados de la experimentación, en este modelo.

También hay autores (Hodson, 1985, 1990; Hodson y Reif, 1988) que se oponen a la utilización del trabajo

práctico como una actividad orientada a construir conocimiento teórico en la escuela, porque afirman que tal orientación puede hacer pensar a los alumnos que las teorías son simples conjeturas del tipo de las que se pueden elaborar después de cortos periodos de tiempo y que éstas pueden ser fácilmente contrastadas mediante experimentos aislados. Estos autores consideran inadecuada la práctica de poner al estudiante en situación de aprender los conceptos a través del método y creen que los conceptos y las teorías pueden ser aprendidos de forma más eficiente mediante actividades verbales en la línea de Ausubel (1978). De esta forma consideran que los trabajos prácticos deben reservarse para la adquisición de habilidades prácticas y para poner a los estudiantes en situación de resolver problemas prácticos (*paradigma de investigación unido a la resolución de problemas prácticos*).

TRABAJOS PRÁCTICOS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL CONTEXTO DE LA VIDA COTIDIANA

Woolnough (1991) reivindica el uso de trabajos prácticos como una forma de dar a los alumnos la oportunidad de resolver problemas cotidianos. Esta orientación es una consecuencia de la incidencia en el campo de los trabajos prácticos del movimiento para una enseñanza de las ciencias con contenidos más relevantes socialmente.

En estas investigaciones no se busca establecer, ilustrar o verificar un principio o ley científica, sino involucrar a los estudiantes en una investigación personal sobre un problema real, conducida en gran parte por su propia iniciativa. Como consecuencia, la implicación de los alumnos en estas investigaciones es muy alta.

Tales actividades han de ser preparadas cuidadosamente por profesores y estudiantes y hay que dar tiempo para la discusión de la estrategia de resolución y para la valoración de los resultados, atendiendo especialmente a las fases del preexperimento y post-experimento (Driver, 1983; Hodson, 1985).

En una línea similar de desvincular parcialmente las investigaciones de los objetivos de consecución de conocimiento teórico, encontramos el proyecto APWIS (Gott, Welford y Foulds, 1988), que concibe las investigaciones como actividades para resolver problemas tanto de la vida cotidiana como en situaciones científicas.

LOS TRABAJOS PRÁCTICOS Y EL APRENDIZAJE DE LOS PROCESOS: VISIONES ATOMÍSTICA Y HOLÍSTICA

La discusión sobre si el aprendizaje de los procesos debe hacerse aisladamente o en el transcurso de la resolución de investigaciones, toma actualmente la forma de un debate entre una visión atomística de la enseñanza de los procesos (proceso por proceso) u holística (en el marco de investigaciones) (Woolnough, 1989, 1991).

- La *concepción atomística* defiende la necesidad de realizar actividades prácticas (tipo ejercicios específicamente diseñados para el aprendizaje de los procedimientos más básicos: prácticos e intelectuales), previamente a abordar actividades de carácter investigativo.
- La *concepción holística* considera que los alumnos pueden realizar investigaciones desde el principio, en el curso de las cuales aprenderán progresivamente las habilidades características del trabajo científico, con interacción de los compañeros y con la ayuda del profesor.

La visión atomística supone que podemos crear el todo por combinación de una serie de componentes. La visión holística, en cambio, ve la enseñanza de las ciencias como un conjunto de conceptos, habilidades y actitudes que se ponen en juego en la actividad global de resolver problemas. Woolnough, un defensor convencido de la concepción holística en sus últimos artículos (Woolnough, 1991), señala que, al buscar el desarrollo en nuestros alumnos de las habilidades que les permitan resolver problemas, hay que recordar el principio según el cual el todo es mayor que la suma de las partes.

El argumento de la complejidad conceptual y procedimental de los trabajos prácticos es el más utilizado para justificar la utilización de actividades centradas en el aprendizaje de un procedimiento o habilidad determinada. Los defensores del enfoque atomístico consideran que es difícil que los alumnos puedan estar pendientes del aprendizaje de los procedimientos si a la vez han de estar concentrados en el desarrollo de la investigación. Sin embargo, la introducción de muchos trabajos prácticos para la adquisición de habilidades puede condicionar un curso muy árido y poco motivador.

En general, los constructivistas (Driver-Millar, 1987; Millar, 1989) han sido unos de los críticos más acérrimos de la visión atomística del aprendizaje de los procesos. Incluso han introducido dudas sobre la posibilidad de progreso en el aprendizaje de ciertos procesos de la ciencia que consideran comunes a toda actividad cognitiva: la observación, la clasificación, la inferencia y la emisión de hipótesis, y sobre la transferibilidad de estas habilidades a contextos diferentes de donde han sido practicadas. Ello no implica que no crean posible y conveniente el aprendizaje de ciertas estrategias de investigación propias de la actividad científica, por ejemplo, saber tomar las medidas, tratar los datos, diseñar experimentos, etc. (Millar, 1991).

LOS TRABAJOS PRÁCTICOS Y LAS ACTITUDES

Finalmente, deberíamos mencionar los objetivos actitudinales o afectivos que se supone están vinculados a la realización de trabajos prácticos en las clases de ciencias. En este punto se ha pasado de destacar sólo el carácter motivador de estas actividades y su influencia en la creación de hábitos de trabajo (rigurosidad, espíritu

de colaboración, etc.) a valorar el sentimiento de confianza en la capacidad para resolver problemas que genera en los estudiantes la realización de investigaciones prácticas que puedan ser resueltas con éxito.

LOS TRABAJOS PRÁCTICOS EN EL CURRÍCULUM DE CIENCIAS

En el campo de la elaboración de materiales curriculares (Caamaño, 1991), actualmente hay proyectos que utilizan los trabajos prácticos con visiones constructivistas (CLISP, 1984), proyectos que, partiendo del modelo de descubrimiento orientado han evolucionado incorporando las características esenciales de la visión constructivista (Calatayud y cols., 1990; Hierrezuelo y cols., 1989; Grup Recerca-Faraday, 1988 a, b; Grup Servet, 1989; Yús y cols., 1990), proyectos que continúan utilizando el trabajo práctico sólo como ejemplificación de los hechos y de las leyes (Exploring Science, 1987) y proyectos que siguen la línea del paradigma de procesos, en la cual los trabajos prácticos son utilizados para el aprendizaje por etapas de los procedimientos de la ciencia (aproximación atomística) (Warwick Science Project, 1986). También hay proyectos que adoptan posturas más eclécticas (Nuffield Coordinated Science, 1989).

En el campo de los proyectos para la evaluación de los trabajos prácticos hay proyectos de carácter más atomístico (TAPS, 1983) y otros que aportan una visión más equilibrada de los trabajos prácticos, prestando atención a los procesos desde una perspectiva constructivista y a las investigaciones de carácter práctico en un contexto cotidiano (APU, 1984; APWIS: Gott y cols., 1988). Desde este punto de vista, la observación es contemplada más que como una habilidad procesal básica (capacidad descriptiva, lectura de instrumentos, etc.), como una ventana abierta para valorar la comprensión de los conceptos de los alumnos.

Evidentemente, nos estamos refiriendo a líneas de investigación o de innovación didáctica y no a la práctica habitual en los centros de enseñanza secundaria, que en general continúa centrada fundamentalmente en trabajos de observación, clasificación, determinación de propiedades y comprobación de leyes, guiados mediante hojas de instrucciones muy cerradas, que no plantean los problemas que hay que resolver y, por lo tanto, no permiten que los alumnos hagan hipótesis ni diseñen las estrategias necesarias para encontrar su solución (Tamir, 1991).

LOS INTENTOS DE CONVERTIR LOS TRABAJOS PRÁCTICOS EN ACTIVIDADES INVESTIGATIVAS

Ha sido una crítica frecuente el poco espacio que el currículum de ciencias ha dejado a las actividades de tipo investigativo y el carácter cerrado con que se presentan

a los alumnos muchas de las actividades prácticas. Esta situación ha hecho que muchos trabajos de investigación y materiales curriculares de estos últimos años hayan sido un llamamiento a la orientación de los trabajos prácticos como a pequeñas investigaciones (Gil, 1981; Gené, 1986; Tamir, 1991).

Desgraciadamente, este llamamiento todavía no ha tenido la influencia que sería deseable. Las razones de tal hecho, creemos que pueden ser atribuidas, en parte, a ciertas concepciones de los profesores sobre la naturaleza de las investigaciones en el marco escolar y en parte al hecho de que la mayoría de las veces el planteamiento del trabajo práctico como investigación ha sido realizado únicamente en relación al paradigma del descubrimiento orientado. Exponemos a continuación los factores que creemos que pueden haber provocado esta falta de adhesión a la orientación de los trabajos prácticos como investigaciones.

1. *Factores relativos a las concepciones de los profesores:*

- Una visión excesivamente científica de lo que significa una actividad investigativa en la escuela.

Hay profesores que no consideran factible hacer investigaciones en la etapa 12-16, porque asocian las actividades de investigación a propuestas extremadamente difíciles y creen que los alumnos son incapaces de realizar tales actividades. En consecuencia, limitan los objetivos del trabajo práctico a funciones de ilustración de la teoría y de aprendizaje de ciertas habilidades prácticas.

Sobre este punto hay que decir que es posible establecer en las investigaciones diferentes niveles de indagación o de apertura y diferentes niveles de dificultad, como expondremos más adelante.

- Una visión inductivista sobre la metodología científica fuertemente arraigada.

Hay profesores que creen que los trabajos prácticos pueden servir para familiarizar a los alumnos con la metodología científica, pero suponen que esta metodología consiste en partir de la observación sistemática e inferir generalizaciones o leyes. Esta visión favorece una orientación de los trabajos prácticos como ejercicios guiados para el establecimiento de leyes y conceptos según un modelo de descubrimiento orientado inductivista que no deja lugar para una visión de los trabajos prácticos como verdaderas investigaciones.

- Una visión excesivamente atomística del aprendizaje de los procesos.

Algunos profesores valoran los trabajos de carácter investigativo, pero piensan que la enseñanza de los procedimientos básicos para llevarlos a cabo debe hacerse mediante un amplio espectro de actividades específicas previas, antes de enfrentarse a tareas de carácter más complejo. Si esto se traduce en un énfasis excesivo en los trabajos prácticos de aprendizaje de habilidades, no queda lugar para los trabajos prácticos investigativos.

2. *Factores relativos al planteamiento que se ha hecho:*

- Un planteamiento que no explicita suficientemente cómo se realiza el aprendizaje de ciertas habilidades prácticas o estrategias de investigación prácticas.

Los científicos utilizan procedimientos de forma rutinaria en su tarea investigadora, el dominio de los cuales les permiten plantearse la resolución de problemas más complejos. La resolución de estos problemas chocaría con dificultades insalvables sin este entrenamiento previo.

Es cierto que la propuesta de los trabajos prácticos como investigaciones no niega la importancia del aprendizaje de estos procedimientos, sino que solamente es partidaria de que tengan lugar en el transcurso de la realización de las actividades investigativas (visión holística), pero entonces la forma de hacerlo, de graduar la dificultad de las investigaciones y de evaluar la competencia en los procedimientos aprendidos debería ser explicitada más claramente.

- Un planteamiento ligado únicamente a las investigaciones de tipo teórico.

La defensa de los trabajos prácticos con carácter investigativo se ha realizado frecuentemente en el marco de las investigaciones teóricas, es decir, de aquellas investigaciones encaminadas a ayudar a elaborar o comprender conceptos, leyes o teorías; justamente el tipo de contenidos que muchos profesores piensan que pueden ser aprendidos sin necesidad de recorrer a las actividades experimentales. Este planteamiento olvida la importancia de las actividades investigativas para resolver problemas prácticos.

- Un planteamiento que no tiene en cuenta la situación de partida.

Un planteamiento radical en la defensa de la realización exclusiva de trabajos prácticos de carácter investigativo teórico, aparte dar una visión parcial de las potencialidades de los trabajos prácticos, choca abiertamente con las concepciones epistemológicas y pedagógicas de muchos profesores sobre el papel que aquellos deben jugar y, en consecuencia, no facilita un cambio gradual de una práctica dominada por la realización de ejercicios prácticos a otra en la que las actividades de investigación ocupen el lugar importante que les corresponde.

LA NECESIDAD DE UN ESQUEMA INTEGRADOR DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TRABAJOS PRÁCTICOS

Así pues, hace falta encontrar un esquema integrador de los diferentes tipos de trabajos prácticos que, sin descartar ninguno en principio, nos permita reflexionar sobre los objetivos que cubre cada uno de ellos y sobre el nivel de utilización que hacemos de ellos, para adoptar en consecuencia decisiones equilibradoras.

Estas decisiones, teniendo en cuenta la situación actual, es de esperar que provoquen la potenciación de los trabajos prácticos de carácter investigativo.

Para establecer este esquema puede ayudarnos explicitar cuáles son los objetivos que se pueden conseguir cuando se realizan trabajos prácticos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Objetivos de los trabajos prácticos

- A. En relación a los hechos, los conceptos y las teorías
 - Objetivos relacionados con el conocimiento vivencial de los fenómenos en estudio.
 - Objetivos relativos a una mejor comprensión de los conceptos, las leyes y las teorías.
 - Objetivos relativos a la elaboración de conceptos y teorías por la vía de la contrastación de hipótesis.
 - Objetivos relativos a la comprensión de la forma como trabajan los científicos y los tecnólogos.
- B. En relación a los procedimientos
 - Objetivos relativos al desarrollo de habilidades prácticas (destreza, técnicas, etc.) y de estrategias de investigación (diseño de experimentos, control de variables, tratamiento de datos, etc.).
 - Objetivos relacionados con el desarrollo de procesos cognitivos generales en un contexto científico (observación, clasificación, inferencia, emisión de hipótesis, evaluación de resultados).
 - Objetivos relacionados con las habilidades de comunicación (buscar información, comunicar oralmente, gráficamente o por escrito los resultados y las conclusiones de una investigación, etc.).
- C. En relación a las actitudes
 - Objetivos comunes a las otras áreas: Promover: la objetividad, la perseverancia, el espíritu de colaboración, etc.
 - Objetivos propios del área de ciencias: Promover el interés por la asignatura de ciencias y por la ciencia en general, la confianza en la propia capacidad para resolver problemas, etc.

Woolnough y Allsop (1985) han propuesto una clasificación de los trabajos prácticos en experiencias, ejercicios prácticos e investigaciones que busca agruparlos según el tipo de objetivos que intenten conseguir y la forma como lo pretenden conseguir. Gott y cols. (1988) definen en el proyecto APWIS cinco tipos de trabajos prácticos: experimentos ilustrativos, experimentos informativos, investigaciones, uso de habilidades básicas y actividades de observación. La clasificación siguiente (Cuadro 2) es una adaptación de las propuestas por Woolnough y Allsop, y Gott y cols., en la cual algunas definiciones han sido modificadas y se han añadido otras categorías.

Cuadro 2. Tipos de trabajos prácticos

1. *Experiencias.* Son actividades prácticas destinadas a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos. Por ejemplo: sentir la fuerza de una goma elástica cuando la estiramos, ver el cambio de color en una reacción química, oler un gas, observar y manipular organismos vivos, hacer crecer un planta, etc.
2. *Experimentos ilustrativos.* Son actividades para ejemplificar principios, comprobar leyes o mejorar la comprensión de determinados conceptos operativos. Por ejemplo: apreciar que las sustancias tienen diferente capacidad de aumentar su temperatura cuando reciben calor, comprobar la dependencia de la intensidad de corriente con la diferencia de potencial, comprobar la relación entre la presión y el volumen de un gas a temperatura constante, etc.
3. *Ejercicios prácticos.* Actividades diseñadas para desarrollar específicamente:
 - Habilidades prácticas (medición, manipulación de aparatos, etc.).
 - Estrategias de investigación (repetición de medidas, tratamiento de datos, diseño de experimentos, control de variables, realización de un experimento, etc.).
 - Habilidades de comunicación (saber seguir instrucciones para utilizar un aparato, comunicar los resultados oralmente y a través de un informe, etc.).
 - Procesos cognitivos en un contexto científico (observación, clasificación, inferencia, emisión de hipótesis, interpretación en el marco de modelos teóricos, aplicación de conceptos).

Por ejemplo: uso de la balanza y del material volumétrico, separación de sustancias, preparación de una disolución, determinación de propiedades características, montaje de un circuito eléctrico a partir de un diagrama, descripción de la combustión de una vela, observación y dibujo de la flora, utilización de claves dicotómicas, clasificación de sólidos según sus propiedades, estimación de las dimensiones de objetos familiares, representación gráfica de los datos obtenidos en un experimento, planificación de una investigación, interpretación de unos datos experimentales, redacción de un informe sobre los resultados de una investigación, etc.
4. *Experimentos para contrastar hipótesis*

Experimentos para contrastar hipótesis establecidas por los alumnos o por el profesor para la interpretación de fenómenos.

Por ejemplo, diseñar un experimento para confirmar que el tiempo de caída de un cuerpo no depende de su masa o que la oxidación de un metal requiere la presencia del aire, etc.
5. *Investigaciones.* Actividades diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como los científicos o los tecnólogos en la resolución de problemas. Pueden ser:
 - Investigaciones teóricas, dirigidas a la resolución de un problema teórico (por ejemplo, encontrar la carga eléctrica de un ión o establecer la relación entre la presión y el volumen de un gas).

Investigaciones prácticas, dirigidas a resolver un problema práctico (por ejemplo, determinar qué material de un conjunto dado abriga más; cuál es el mejor detergente; cómo se podría reducir la contaminación de las aguas; cómo se puede construir un avión de papel que vuele más lejos)

Un mismo trabajo práctico puede caer en una u otra categoría según su finalidad principal y la orientación con que lo abordemos. Así, por ejemplo, la relación entre la intensidad y la diferencia de potencial puede ser planteada como una experiencia cualitativa (experiencia), como un experimento ilustrativo de la ley de Ohm o del concepto de resistencia eléctrica, como un ejercicio de medición de la intensidad, el voltaje y la resistencia o como una investigación teórica (descubrimiento orientado de la ley de Ohm).

Evidentemente, la realización de investigaciones supone también el uso de las habilidades prácticas, las estrategias de investigación, los procesos cognitivos y las habilidades de comunicación indicadas como objetivos de aprendizaje específicos en los ejercicios prácticos, pero son utilizadas en el contexto globalizador que supone la labor de investigación o de resolución de un problema teórico o práctico.

La realización de una *investigación práctica* no implica que no se utilicen conceptos teóricos para la percepción del problema, su reformulación y resolución, pero el objetivo fundamental no es la elaboración o la mejor comprensión de estos conceptos, sino en todo caso su aplicación para resolver un problema práctico.

Es evidente que la naturaleza del problema propuesto puede implicar una mayor o menor utilización de la teoría en su resolución (por ejemplo, cabe esperar una mayor utilización de conceptos en el caso de la investigación del tejido que abriga más, que en el caso de la construcción del avión de papel que vuele más lejos). Sin embargo, otros factores, como el conocimiento tácito, la familiarización con el fenómeno, la intuición, etc., juegan también un papel importante en la resolución de estos problemas prácticos.

El interés de las investigaciones prácticas radica en permitir la consecución del objetivo de enseñar una ciencia más relevante y funcional y, en consecuencia, más motivadora para los estudiantes en una etapa de enseñanza obligatoria, y en ser de carácter más abierto que las investigaciones teóricas.

DOS LÍNEAS ACTUALES DE INVESTIGACIÓN EN RELACIÓN A LAS INVESTIGACIONES

EL GRADO DE APERTURA DE LAS INVESTIGACIONES

La discusión sobre el grado de autonomía de los estudiantes en la realización de los trabajos prácticos ha vuelto a plantearse bajo la forma de «cuál es el grado de apertura que deben tener». Es evidente que las investigaciones son el tipo de trabajo práctico con mayor grado de apertura, aunque éste dependerá de la naturaleza de la investigación y del grado de ayuda del profesor.

Lock (1990) ha definido la apertura de las investigaciones en relación a:

- La diversidad de soluciones (una única solución, varias, desconocida), aspecto que guarda relación con la naturaleza del problema propuesto.
- La diversidad de estrategias posibles.
- El grado de dirección del profesor y el grado de participación del alumno en la investigación, es decir, los aspectos de la investigación que se dejan bajo el control de los alumnos.

El modelo de descubrimiento orientado ha supuesto la defensa de niveles mayores de apertura respecto al trabajo práctico concebido como mera ilustración o comprobación de la teoría, valorando la importancia del planteamiento del problema (teórico), de las hipótesis y del diseño y evaluación de los experimentos; pero el grado de apertura posible en estas actividades siempre ha tenido un límite. La finalidad misma del trabajo práctico en el modelo de descubrimiento orientado hace que no sea aceptable un grado de apertura que ponga en peligro el establecimiento de los conceptos a los que se quiere llegar.

No obstante, si no se pretende que las investigaciones tengan sólo una finalidad teórica, entonces es obvio que el grado de apertura puede ser aumentado y ello puede constituir una de las ventajas de las investigaciones para resolver problemas prácticos.

¿Cómo aumentar el grado de apertura de los trabajos que habitualmente realizamos? Una de las formas pasa por la consideración de los elementos de la investigación que ha de controlar el profesor o el alumno, es decir, por considerar quien:

- Decide el área de interés a investigar.
- Propone la cuestión a resolver.
- Realiza la planificación de la investigación.
- Decide la estrategia para después de la puesta en común de las planificaciones hechas por los diferentes grupos.
- Lleva a cabo la investigación.
- Evalúa los resultados.

Estos elementos dan la pauta para aumentar la apertura de los trabajos prácticos que utilizamos, rediseñándolos para aumentar el grado de control de los estudiantes. En esta línea de trabajo, varios autores (Támir, 1989; Lock, 1990; Grau, 1991) han propuesto criterios para hacer más abiertos los trabajos prácticos en ciencias.

Algunos de los puntos abordados en este apartado han sido tratados con más detalle por Albaladejo, Caamaño y Jiménez (1992) en una publicación reciente.

EL GRADO DE DIFICULTAD DE LAS INVESTIGACIONES

Otras investigaciones se plantean si es posible encontrar factores que permitan decidir el grado de dificultad de las investigaciones. Si podemos establecer estos factores, podremos graduar la dificultad de las investigaciones que proponemos a nuestros alumnos y, por lo tanto, podremos introducir una cierta progresión en estas actividades.

Got, Welford y Foulds (1988) consideran que las dificultades de una investigación guardan relación con la complejidad de los conceptos involucrados, la complejidad procedimental y el contexto en el que se sitúa la investigación. De acuerdo con esta visión, han establecido los siguientes tipos de investigaciones: Tipo 1 (una única variable independiente categórica); tipo 2 (una única variable independiente continua); tipo 3 (más de una variable independiente categórica) y tipo 4 (actividad de construcción de dispositivos).

Watson y Caamaño han expuesto (1989) los objetivos del proyecto OPENS (Open-ended work in science), que pretende ayudar a los profesores a comprender la naturaleza de las investigaciones abiertas, y en consecuencia, saber crear y modificar investigaciones abiertas para diferentes grupos de estudiantes.

A MODO DE CONCLUSIÓN

El esquema clasificatorio propuesto para los trabajos prácticos nos proporciona un marco integrador para acercarnos a la variedad de trabajos prácticos existentes y nos ofrece la posibilidad de diversificar estas actividades utilizando experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos, experimentos para contrastar hipótesis, investigaciones para resolver problemas teóricos e investigaciones para resolver problemas prácticos.

Esta clasificación:

- Valora la importancia de las experiencias como trabajos prácticos.
- Incluye los trabajos prácticos más utilizados como son los experimentos de carácter ilustrativo y los experimentos para mejorar la comprensión de los conceptos.

- Diversifica los diferentes tipos de ejercicios prácticos que pueden realizarse (actividades de uso y manipulación de instrumentos, actividades de observación y clasificación, actividades de planificación de experimentos, actividades de sacar conclusiones, actividades de comunicación, etc.).
- Introduce los experimentos para contrastar hipótesis como una actividad fundamental de la aproximación constructivista a la enseñanza de las ciencias.
- Amplía el concepto de trabajo práctico investigativo, destacando la importancia de las investigaciones para resolver problemas prácticos.

Debe considerarse a continuación el peso relativo que hay que dar a cada tipo de actividad y el grado de apertura y de dificultad con las cuales las diseñamos.

Si dejamos de lado las experiencias, que podemos considerar necesarias siempre que los estudiantes no dispongan de una vivencia previa sobre los fenómenos en estudio, básicamente el problema es decidir el peso relativo de los ejercicios (más utilizados en una concepción atomística) y de las investigaciones (más valoradas en una concepción holística).

Podemos sentirnos más cercanos a una u otra concepción. En cualquier caso, habrá que tener en cuenta una u otra de las siguientes consideraciones moderadoras.

Si nos consideramos más bien holísticos, no hay que olvidar que actividades para el aprendizaje de ciertas habilidades prácticas, tales como el uso y manipulación de los aparatos y la realización de determinadas medidas, requieren, aunque se sitúen en el contexto de una investigación, ser guiadas con suficiente cuidado la primera vez que sean realizadas por los estudiantes.

Si nos consideramos partidarios de la visión atomística, debemos ser conscientes de que ésta no niega la utilidad y la importancia del diseño y realización de investigaciones y que, por tanto, si analizamos cuál es el uso habitual que hacemos de los trabajos prácticos y resulta que no utilizamos nunca actividades investigativas o las utilizamos muy poco, deberemos incorporar o aumentar su número en nuestra programación.

Los criterios citados previamente nos permiten reconvertir prácticas tipo ejercicio en investigaciones con un mayor grado de apertura. Por otro lado, un cambio del contexto en el que se plantean nos puede permitir situarlas en la categoría de investigaciones para resolver problemas prácticos de la vida cotidiana con las consiguientes ventajas de motivación e implicación personal de los estudiantes.

Bibliografía

ALBALADEJO, C.; CAAMAÑO, A.; JIMÉNEZ, M.P.: «Los trabajos prácticos». En *Materiales del área de Ciencias de la Naturaleza para los cursos de actualización científica y didáctica* (Modalidad A). Módulo III: Didáctica de las Ciencias, cap. 4. Dirección General de Formación del Profesorado. MEC, 1992.

APU (Assessment Performance Unit) (1984): *Science reports for teachers*, ASE, London.

AUSUBEL, P. (1978): *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. Trillas. México.

CAAMAÑO, A.: «Tendencias actuales en el currículo de ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 3, p265, 1988.

CAAMAÑO, A.: «L'ensenyament de les ciències: raons per a un canvi». *Bulletí del Col·legi de Doctors i Llicenciats de Catalunya*, 72, p. 69, 1990.

CAAMAÑO, A.: «Els projectes curriculars de ciències experimentals: estructura i evolució». *Bulletí del Col·legi de Doctors i Llicenciats de Catalunya*, 77, p. 33, 1991.

CALATAYUD, L.; GIL, D. cols. (1978): «Trabajos prácticos concebidos como pequeñas investigaciones». *Actas del simposio Didáctica de la Física y Química*, Madrid, 1979.

CATALAYUD, L. y cols (1990): *La construcción de las ciencias físico-químicas*. València, Nau Llibres.

CHALMERS, A.F. (1982): *¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Siglo XXI*.

Clisp (Children Learning in Science Project) (1984): Universidad de Leeds.

DRIVER, R. (1983): *The pupil as scientist?* Open University Press.

DRIVER, R.; MILLAR, R., «Beyond processes». *Studies in Science Education*, 14, p. 33, 1987.

EXPLORING SCIENCE (1987): Longman.

GARCÍA-RODEJA, I.; LUCAS, A.: «Contra las interpretaciones simplistas de los resultados de los experimentos». *Enseñanza de las Ciencias*, 8, 1, p 11, 1990.

GENE, A. (1986): *Transformació dels treballs pràctics en Biologia. Una proposta teòricament fonamentada*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

GIL, D.: «Por unos trabajos prácticos realmente significativos». *Revista de Bachillerato*, 17 (suplemento nº 7), p. 54, 1981.

GIL, D. (1982): «Una didáctica de las ciencias teóricamente fundamentada». *Primeras jornadas de Investigación Didáctica en Física y Química*, Valencia, Actes, 1984.

GIL, D.: «Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias». *Enseñanza de las ciencias*, 1, 1, p. 26, 1983.

GIL, D.: «La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas». *Enseñanza de las ciencias*, 4, 2, p. 111, 1986.

GOTT, R.; FOULDS, K.: «Structuring investigations in the science curriculum». *Physics Education*, 23, 6, p. 347, 1988.

GOOT, R; WELFORD, G.; FOULDS, K. (1988): *APWIS: Assessment of Practical Work in Science*, Basil Blackwell.

GUNSTONE, R.F. «Reconstructing theory from practical experience». El B.E. Woolnough (ed.) *Practical Science*, Open University, 1991.

GRAU, (1991): *¿Es poden transformar les pràctiques en treballs d'investigació?*. *Bulletí del Col·legi de Drs. i Llicenciats de Catalunya*, n. 78, p. 50.

GRUP RECERCA: «Un proyecto para la enseñanza activa de la física y química en el BUP». *Simposio: Didáctica de la Física y Química INICIE*. Madid. Actes, 1979.

GRUP RECERCA (1980a): *Física y Química: por una enseñanza activa*. (Cuadernos de Pedagogía), 67-68, p. 45.

GRUP DE RECERCA (1980b): *Guia general del Proyecto Faraday*. ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona.

GRUP DE RECERCA-FARADAY (1988a): *Química Faraday*. Teide

GRUP DE RECERCA-FARADAY (1988b): *Física Faraday*. Teide

GRUP SERVET, (1989): *El cos humà. Iniciació a l'anatomia i fisiologia humana*. Alhambra.

HIERREZUELO, J. (Seminar de Física i Química de la Axarquía) (1989): *Aprendizaje de la Física y Química*. Elzeweir. Vélez-Málaga.

HODSON, D.» Philosophy of science, science and science education». *Studies in Science Education*, 12, p. 25, 1985.

HODSON, D.; REID, D.: «Changing priorities in science education, part II». *The Science School Review*, 61, 217, p. 762, 1988.

HODSON D.: «Open-ended problem solving investigations». *School Science Review*, 71. 256, p. 63, 1990.

MILLAR, «Wat is «scientific method» and can it be taught?». En Wellington, J. (ed.) *Skills and processes in science education. A critical analysis*, Routledge, 1989.

MILLAR, R. (1991): «A means to an end: the role of processes in science education». En Woolnough, B. (ed.) *Practical Science*, Open University Press, 1991.

NUFFIELD-COORDINATED SCIENCES: Longman, 1989.

POZO, I.: «Una nueva forma de aprender». *Cuadernos de Pedagogía*, 1880, p. 24, 1990.

SALAS, H.: «Conceptos o procesos». *Enseñanza de las ciencias*, 1,2, p. 109, 1983.

SCREEN, P.: «A case for a process approach: the Warwick experience». *Physics Education*, 23, 2, p. 146, 1988.

SOLOMON, J. (1980): *Teaching Children in the Laboratory*, Croom Helm, London.

SOLOMON, J.: «Learning trough experiment». *Studies in Science Education*, 15, p. 103, 1988.

TAMIR, P.: Training teachers to teach effectively in the laboratory». *Science Education*, 73, 1, p. 59, 1989.

TAMIR, P.: «Practical work in school science: an analysis of current practice». E.B.E. Woolnough (ed.) *Practical Science*. Open University, 1991.

TAPS. (*Techniques for the Assessment of Practical Skills in Foundation Science*) (1983): Heinemann Educational.

WATSON, R; CAAMAÑO, A.: «Resolución de problemas prácticos en ciencias. Actas del III Congreso Internacional sobre la didáctica de las ciencias y de las matemáticas». tomo 2 (talleres). Santiago de Compostela. Setiembre de 1989. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra (III Congreso), tomo 2, 1989.

WARWICK SCIENCE PROJECT (1986): Southampton Ashford Press Publishing.

WELLINGTON, J.J.: «What's supposed to happen, sir?: some problems with discovery learning». *School Science Review*, 63, p. 163, 1981.

WOOLNOUGH, B.; ALLSOP, T. (1985): *Practical work in science*, Cambridge Educational.

WOOLNOUGH, B.: «Towards a holistic view of processes in science education». En Wellington, J. (ed.): *Skills and processes in science education. A critical analysis*, Routledge, 1989.

WOOLNOUGH, B.: Practical science as a holistic activity. En Woolnough, B. (ed.) *Practical Science*. The role and reality of practical work in school science, Open University, 1991.

YUS, R. et al. (1990): *Curso de Ciencias Naturales 1º BUP*. Elzevir. Vélez-Málaga.