

## DISEÑO Y VALIDACIÓN DE ACTIVIDADES DE LABORATORIO PARA PROMOVER EL PENSAMIENTO CRÍTICO DE LOS ALUMNOS

Celina Tenreiro-Vieira<sup>(1)</sup> y Rui Marques Vieira<sup>(2)</sup>

Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro – Portugal. <sup>(1)</sup>[cvieira@dte.ua.pt](mailto:cvieira@dte.ua.pt); <sup>(2)</sup>[rvieira@dte.ua.pt](mailto:rvieira@dte.ua.pt)

[Recibido en Febrero de 2006, aceptado en Abril de 2006]

### RESUMEN <sup>(Inglés)</sup>

*Ante la necesidad de dinamizar la utilización de actividades de laboratorio, el presente artículo relata un proyecto de formación por investigación, involucrando investigadores y profesores de ciencias de enseñanza básica, en cuyo ámbito fueron desarrolladas y validadas, en contextos reales de aula, actividades de laboratorio dirigidas a promover el pensamiento crítico.*

**Palabras claves:** *Actividades de laboratorio; pensamiento crítico.*

### UTILIZACIÓN DEL TRABAJO DE LABORATORIO PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES DE RAZONAMIENTO

Suele ser ampliamente admitido, tanto por investigadores como por educadores, que el trabajo de laboratorio debe ser un componente fundamental de la enseñanza/aprendizaje de las ciencias, especialmente durante la escolaridad básica. Dicha actividad consiste en el uso de material de laboratorio para reproducir un fenómeno o para analizar una parte del mundo a estudiar, pudiéndose realizar tanto en un laboratorio como en cualquier aula (Leite, 2001). Las razones apuntadas para implicar a los alumnos en la realización de trabajos de laboratorio tienden a apoyarse en su potencialidad para abordar objetivos relacionados con el aprendizaje de conocimiento conceptual y procedimental, aspectos relacionados con la metodología científica, la promoción de capacidades de razonamiento, concretamente de pensamiento crítico y creativo, y el desarrollo de actitudes como de apertura de mente, de objetividad y de desconfianza ante aquellos juicios de valor que carecen de las evidencias necesarias (Hodson, 2000; Wellington, 2000).

A pesar de que la evidencia empírica existente respecto a la potencialidad del trabajo de laboratorio para abordar tales objetivos no es concluyente, existe algún acuerdo en torno a la idea de que diferentes tipos de actividades de laboratorio sirven para propósitos diferentes. En este marco, para rentabilizar las potencialidades del trabajo de laboratorio, es fundamental que se tenga en cuenta cuáles son esos diferentes

tipos de actividades de laboratorio y cuáles los propósitos particulares de cada uno de ellos.

En relación a ello, se han propuesto diversas clasificaciones para el trabajo de laboratorio. Así, por ejemplo, Woolnough y Allsop (1985) consideran cinco tipos de actividades con potencialidades distintas. Concretamente: (1) experiencias, usadas para hacer observaciones y comprender un fenómeno; (2) experiencias ilustrativas, utilizadas para comprobar y ejemplificar principios; (3) ejercicios, que sirven para desarrollar procedimientos y técnicas experimentales; (4) experiencias para comprobar hipótesis, que involucran el diseño de experiencias para determinar a la influencia de un determinado factor en un fenómeno dado; e (5) investigaciones, usadas en la resolución de problemas.

Caamaño (2004) presenta una clasificación del trabajo de laboratorio en cuatro tipos de actividades: (1) experiencias, (2) experiencias ilustrativas, (3) ejercicios prácticos e (4) investigaciones. Las experiencias son utilizadas para obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos. Sus objetivos son, por un lado, la adquisición de experiencias a nivel sensorial sobre fenómenos del mundo físico, químico, biológico o geológico, necesarias para su comprensión teórica; y, por otro, la adquisición de un potencial de conocimiento implícito (no articulado conscientemente en forma de teorías formales) que puede ser utilizado en la resolución de problemas. Las experiencias ilustrativas son actividades orientadas a la interpretación de un fenómeno, para ilustrar un principio o para mostrar la relación entre variables. Por su parte, los ejercicios son actividades utilizadas en el aprendizaje de determinados procedimientos. Una investigación es una actividad orientada a la resolución de un problema mediante el diseño y la realización de experiencias. La implementación, en el contexto del aula, de una actividad de laboratorio de tipo investigativo puede realizarse a través de las siguientes fases: (1) formulación del problema, (2) planificación, (3) realización experimental, (4) tratamiento de datos, (5) evaluación de resultados y (6) comunicación de la investigación.

A este respecto, el último autor citado considera que el grado de apertura de una investigación puede ser definido en función de: (1) la forma bajo la que se formula el problema, (2) la diversidad de estrategias posibles para su resolución; (3) el nivel de ayuda que proporciona el profesor durante su diseño y ejecución, y (4) la diversidad de soluciones que admite.

Considerando que las actividades de laboratorio pueden tener varios niveles de estructuración, en función de cuáles son las cuestiones sobre las que trata y cuáles las orientaciones que se ofrecen (o no) a los alumnos, Leite (2001) y Leite e Figueiroa (2004) presentan una tipología de actividades de laboratorio que incluye seis tipos, cada uno de los cuales permite alcanzar diferentes objetivos. A continuación se muestran cada uno de esos seis tipos de actividades de laboratorio.

1. *Ejercicios*. Su objetivo primordial es el aprendizaje de conocimiento procedimental. Se caracterizan por propiciar el aprendizaje de técnicas de laboratorio y el desarrollo de destrezas procedimentales (por ejemplo, medir y manipular), que son la base fundamental para un buen dominio. Tal

aprendizaje requiere una descripción pormenorizada del procedimiento a seguir.

2. *Actividades orientadas para la adquisición de sensibilidad acerca de fenómenos (familiarización con fenómenos)*. Su objetivo primordial es el aprendizaje de conocimiento conceptual: refuerzo de conocimiento conceptual. Se basan en la percepción sensorial y en la oportunidad que ésta ofrece al alumno para usar distintos órganos de los sentidos. No introducen ningún conocimiento nuevo, pero ayudan a entender el concepto o principio en cuestión.
3. *Actividades ilustrativas*. Su objetivo es el aprendizaje de conocimiento conceptual: refuerzo de conocimiento conceptual. Se caracterizan por confirmar que el conocimiento previamente presentado es verdadero. Se basan en la ejecución de un protocolo tipo "receta", estructurado para proporcionar un conocimiento previamente conocido por el alumno.
4. *Actividades orientadas para comprobar qué sucede*. Su principal objetivo es el aprendizaje de conocimiento conceptual: construcción de conocimiento conceptual. Conducen a la construcción de nuevos conocimientos a partir de la implementación de una actividad descrita de forma detallada y un protocolo que lleva a los alumnos a la obtención de resultados que inicialmente no conocen.
5. *Actividades del tipo Predecir-Observar-Explicar-Reflexionar*. Su objetivo primordial es el aprendizaje de conocimiento conceptual: (re)construcción de conocimiento conceptual. Promueven la reconstrucción de conocimientos de los alumnos, comenzando por confrontarlos a una pregunta o situación-problema que les permite tomar conciencia de sus ideas previas, las cuales, después, son confrontadas con los datos empíricos obtenidos.
6. *Investigaciones*. Uno de los objetivos principales de este tipo de actividades es el aprendizaje de conocimiento conceptual: construcción de conocimiento conceptual. Conducen a la construcción de nuevos conocimientos conceptuales en el contexto de la resolución de un problema. Los alumnos son expuestos a establecer una estrategia de resolución de problemas, a implementar la misma para su evaluación y, caso de que sea necesario, a su reformulación. Dado que este tipo de actividades de laboratorio no vienen acompañadas de un protocolo de resolución, permiten además desarrollar capacidades de resolución de problemas, a través del aprendizaje de la metodología científica, y junto a ello comprender los procesos y la naturaleza de la ciencia.

En cuanto a la promoción de capacidades de pensamiento, en particular de capacidades de pensamiento crítico, las actividades de laboratorio del Prever-Observar-Explicar-Reflexionar (P-O-E-R) y, sobre todo, de formato investigativo, son aquellas que más se justifican. Esto es debido a que, por sus propias características, proporcionan oportunidades para que los alumnos usen capacidades de pensamiento, llamadas de pensamiento crítico. El primer tipo (P-O-E-R), al solicitar una predicción fundamentada ante la que el alumno es instado a pensar sobre lo que sucede ante determinadas circunstancias, requiere del uso de capacidades de pensamiento

relacionadas con la inferencia, que se denominan hipótesis explicativas. Después, el alumno tiene oportunidad de usar capacidades de observar, evaluar observaciones y comparar, contrastando lo que sucede con lo que previamente creía que sucedería. Finalmente, al pedir al alumno que encuentre explicaciones para lo que efectivamente acontece, abre nuevas oportunidades para el uso de capacidades de pensamiento relacionadas con la inferencia, como, por ejemplo, considerar alternativas.

El formato investigativo, al colocar a los alumnos delante de problemas o situaciones-problema, no provistas de protocolos preestablecidos, exige al alumno la propuesta de estrategias posibles de resolución; la explicitación de los procedimientos a usar, del tipo de datos a recoger y la forma en la que los va a registrar; la ejecución de los procedimientos de investigación identificados; la interpretación de los datos recogidos, el contraste de los datos obtenidos con la situación-problema de partida, con vista a la toma de decisiones sobre las respuestas adecuadas; y la discusión de la validez de las respuestas (Veiga, 2000). De esta forma, crea oportunidades para que los alumnos usen capacidades de pensamiento tales como: formular preguntas, formular hipótesis explicativas, probar esas explicaciones, considerar explicaciones alternativas y comunicar resultados.

Debido a la propia naturaleza del trabajo de laboratorio de tipo investigativo, es evidente que este formato crea oportunidades para que los alumnos usen capacidades de pensamiento a medida que interactúan con conocimientos y metodologías científicas. De hecho, algunos autores abogan por este formato por cuanto permite una mayor aproximación a la naturaleza de la actividad científica al promover la construcción de conocimiento (conceptual y procedimental), así como el desarrollo de actitudes y de capacidades de pensamiento (Miguéns e Serra, 2000; Marlow e Marlow, 1996; Tinker, 1995; Veiga, 2000). En suma, proporciona oportunidades de desarrollo de competencias diversificadas que suelen considerarse (National Research Council, 1996) fundamentales para la formación de ciudadanos científicamente educados capaces de adaptarse a un mundo cambiante y de participar en la resolución de problemas y en la toma de decisiones sobre cuestiones sociales que involucran a la ciencia y a la tecnología. De ahí que este formato sea uno de los más referidos en el contexto de las propuestas curriculares actuales para la enseñanza de las ciencias.

No obstante, la realidad de la práctica parece ser muy diferente. A pesar de que los profesores, en general, aceptan y reconocen que las aulas de ciencias deben integrar la realización de trabajo de laboratorio, algunos estudios revelan que muchos profesores tienden a no contemplarlo en sus prácticas didáctico-pedagógicas (Barros, 2000; Sá, 1999; Leite, 2001; Valente, 1999; Veiga, 2000). Al menos no en la cantidad que debieran ni en la forma en que sería deseable. Efectivamente, las actividades de laboratorio realizadas en las aulas de ciencias son, muchas veces, deficientemente planeadas y exploradas y, en los mejores casos, parecen limitarse a demostraciones ilustrativas de la teoría — en las que los alumnos asumen el papel de meros espectadores y la ejecución acrítica de “recetas de cocina” — en la que los alumnos trabajan como meros técnicos (Barros, 2000; Hurd, 1995; Lunetta, 1996, Miguéns e Serra, 2000). Siguiendo protocolos que proporcionan instrucciones detalladas sobre lo que deben hacer y cómo deben hacerlo, los alumnos se limitan a realizar una rutina

preprogramada sin implicarse en ella intelectualmente. Ello coarta las posibilidades de estimular en los alumnos el uso de capacidades de pensamiento tales como: plantear y responder preguntas; diseñar experiencias y formular y probar hipótesis.

Al lado de ello, se ponen en riesgo las posibilidades de que los alumnos adquieran conocimiento científico de forma comprensiva, así como que desarrollen una visión sobre la naturaleza de la ciencia acorde con la perspectiva actualmente aceptada. Necesariamente, como señala Hodson (2000), a fin de ayudar a los alumnos a adquirir conocimiento y desarrollar su comprensión sobre la naturaleza de la ciencia, es preciso considerar lo que la investigación reciente revela sobre la adquisición de conocimientos y el desarrollo de conceptos, principalmente el hecho de que el aprendizaje es un proceso activo en el que los alumnos construyen y reconstruyen su comprensión a la luz de sus experiencias.

Los avances en la conceptualización del aprendizaje, siguiendo la perspectiva constructivista, o más recientemente socio-constructivista, junto al reconocimiento de la nueva filosofía de la ciencia y el propósito de promover las capacidades de pensamiento de los alumnos, conducen a la necesidad de centrar el trabajo experimental preferentemente en los alumnos y de considerar formatos diversos, entre ellos los de tipo investigativo. En este sentido, no solo es necesario un discurso en favor de la dinamización del trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias, sino también materiales didácticos y estrategias de formación y cooperación entre docentes que posibiliten una utilización más racional del trabajo de laboratorio. Hasta ahora, recursos con un gran poder e influencia en las prácticas docentes como es el caso de los manuales, no han sido una ayuda relevante al respecto. Así, algunos estudios muestran que, salvo excepciones, gran parte de las actividades de laboratorio integradas en los libros escolares exigen una escasa implicación cognitiva del alumno, predominando las actividades del tipo: ejercicio, ilustrativa y orientada para la determinación de lo que sucede. La generalidad de los protocolos presentados al alumno son de tipo "receta", describiendo las etapas y proporcionando todos los elementos que podrían activar su actividad cognitiva (Barros, 2000; Figueiroa, 2001).

## **DESARROLLO DEL PROYECTO**

Asumiendo la importancia de proporcionar oportunidades de formación y apoyo a los profesores a fin de actuar sobre sus prácticas didáctico-pedagógicas, se ha desarrollado un itinerario de formación para la investigación centrado en la utilización del trabajo de laboratorio desde una perspectiva que fomente tanto la construcción de conocimientos científicos como el desarrollo del pensamiento de los alumnos, concretamente del pensamiento crítico. El grupo de investigación/formación involucró a dos investigadores y cinco profesores de ciencias de enseñanza básica (1º, 2º y 3º ciclos — 1º hasta 9º año de escolaridad).

En este contexto, el proceso de formación se desarrolló en cuatro fases articuladas. La primera fase tuvo por objeto proporcionar un conjunto de ideas y experiencias sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, con referencia al desarrollo de capacidades de pensamiento en el contexto del trabajo de laboratorio en la educación científica.

Después de la explicitación de ideas y creencias personales, se analizaron y discutieron algunos documentos a través de los cuales se procuró fundamentar y encuadrar el desarrollo de capacidades de pensamiento y la realización del trabajo de laboratorio en ciencias. Los profesores fueron instados y alentados a realizar un análisis reflexivo de sus prácticas educativas en relación al uso de trabajo de laboratorio y el desarrollo de capacidades de pensamiento, confrontándolas no solo con sus teorías personales sino también con teorías oficiales expresadas por educadores e investigadores en ciencia.

La segunda fase estuvo orientada a la (re)construcción de conocimientos y fundamentos teóricos sobre el trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias y sobre las capacidades de pensamiento mediante el conocimiento y la apropiación de diferentes conceptualizaciones y marcos teóricos, realizando sus implicaciones curriculares. Dentro de esta perspectiva, en esta fase se realizaron actividades tales como: (i) propuesta y discusión de ideas y experiencias sobre lo que se entiende por capacidad de pensamiento, ejemplos de capacidades de pensamiento relevantes para la actividad científica, el papel del trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias, particularmente en lo que respecta a la adquisición de conocimientos y el desarrollo de capacidades de pensamiento; (ii) lectura de documentos sobre esas cuestiones; y (iii) discusión de información dirigida por los documentos bibliográficos analizados. Teniendo en cuenta la propuesta y discusión de ideas e información, y con el fin de establecer una base de comunicación y entendimiento común, se consensuó el marco teórico relativo a las capacidades de pensamiento a usar. Se acordó para ello usar, como marco de referencia, la conceptualización de pensamiento crítico de Ennis (1985, 1987, 1996), por (i) ser exhaustiva, clara y comprensiva, (ii) cubrir capacidades de pensamiento crítico reconocidas como inherentes a la propia actividad científica, (iii) encontrarse operativizada en una taxonomía que establece las competencias y las capacidades que, siguiendo al autor, se ven envueltas en el pensamiento crítico en cuanto a actividad práctica reflexiva se refiere, cuya meta es decidir en qué creer y qué hacer. En esa taxonomía, las capacidades involucradas de pensamiento crítico se encuentran agrupadas en cinco categorías principales: (1) Clarificación Elemental, (2) Soporte Básico, (3) Inferencia, (4) Clarificación Elaborada y (5) Estrategias y Tácticas. A título ilustrativo, el área de Inferencia involucra las siguientes capacidades de pensamiento crítico: (1) realizar y evaluar deducciones, (2) Realizar y evaluar inducciones y (3) Realizar y evaluar juicios de valor. A su vez, cada una de estas capacidades incluye varias capacidades. Por ejemplo, "(2) Realizar y evaluar inducciones" incluye: (a) Generalizar, (b) Explicar y formular hipótesis e (c) Investigar, que incluye a su vez el diseño investigaciones, con todo lo que ello implica en cuanto a planeamiento de control efectivo de variables; de análisis de evidencias y contra-evidencias; y de revisión de otras conclusiones posibles.

En la tercera fase del proyecto se realizaron varias sesiones prácticas para la construcción de actividades de laboratorio promotoras del desarrollo de capacidades de pensamiento y adquisición de conocimientos. Como garantía de que las cuestiones planteadas fuesen promotoras de pensamiento crítico y apelasen a capacidades de ese tipo, en la conceptualización y desarrollo de las actividades se usó la definición de pensamiento crítico de Ennis, como ha sugerido Tenreiro-Vieira (1994, 2000). Ello

significa que las cuestiones o solicitudes planteadas en cada actividad, deben emanar necesariamente del enunciado de capacidades de pensamiento establecidas por el autor en su definición operacional de pensamiento crítico. En el desarrollo de las actividades de laboratorio se procuró operativizar las tareas a realizar mediante la elaboración de una guía del alumno -que explicitaba todas las tareas que éste debía realizar- y de una guía del profesor que incluía indicaciones y orientaciones para la actuación del profesor en el contexto de realización de actividades por los alumnos. En el anexo (**Anexo A**) se encuentran algunos ejemplos ilustrativos de las actividades de laboratorio desarrolladas.

La cuarta fase del proyecto se dedicó a la puesta en práctica de las actividades de laboratorio desarrolladas, así como a la evaluación de esas actividades sobre la base de datos recogidos de observaciones de aula, los comentarios de los profesores y el análisis de documentos. La implementación de las actividades de laboratorio desarrolladas tuvo lugar en el contexto del aula de cada uno de los profesores del equipo. En algunos casos, uno de los investigadores del equipo estuvo presente en el aula como observador participante.

Paralelamente a la puesta en práctica de las actividades de laboratorio desarrolladas, se realizaron sesiones de discusión y reflexión sobre la base de relatos escritos y orales proporcionados por los profesores, así como, en algunos casos, de las observaciones del investigador participante en la implementación de las diferentes actividades. En la secuencia de discusión y reflexión realizadas, se apuntaron y discutieron propuestas de reformulación y mejora de las actividades de laboratorio.

## **RESULTADOS**

En este punto se ofrecen los resultados de la implementación, en el contexto del aula, de las actividades de laboratorio desarrolladas por los profesores implicados en el seminario de formación. El proceso de evaluación llevado a cabo a lo largo de la implementación de las actividades de laboratorio comprendía dos niveles. Uno de ellos valoraba el impacto de utilización de las actividades de laboratorio en los alumnos, teniendo en cuenta las observaciones de aula y el análisis de documentos (guiones de las actividades de laboratorio completados por los alumnos). El otro consistía en los comentarios cualitativos de los profesores en aspectos relacionados con el seminario formativo en el que se vieron implicados.

### **Impacto en los alumnos**

La reacción de los alumnos ante las primeras actividades de laboratorio que les fueron presentadas fue de expectación. Algunos de los comentarios realizados indican que los alumnos consideraban diferentes las actividades propuestas y las habitualmente realizadas en el aula. A título ilustrativo puede mencionarse el comentario "*tiene cosas para hacer y bastantes cuestiones a responder*". Algunos alumnos reaccionaron afirmando que eran muy difíciles y que no las sabían responder. Consecuentemente solicitaron la ayuda del profesor con formulaciones del tipo "*¿Qué hay que hacer aquí?*" y "*¿Qué debemos responder?*". Progresivamente fueron venciendo miedos y

recelos, mostrando adhesión hacia las actividades de laboratorio, lo cual se hacía visible a través del empeño e implicación activa de los alumnos en la realización de las mismas. Otro indicador que denota la reacción positiva de los alumnos ante las actividades experimentales propuestas, se relacionan con los comentarios repetidamente hechos por los alumnos, tales como: "*¿Hoy también vamos a hacer experiencias? Eso me gusta*". En el mismo sentido apuntan reacciones de los padres que conversaron con algunos profesores para interesarse por los trabajos que los alumnos estaban llevando a cabo, como por ejemplo: "*en casa no hace más que hablar de las experiencias que hacen en la clase de ciencias*".

De una fase inicial en la que los alumnos no respondían a algunas cuestiones y a otras respondían de forma bastante incompleta, se pasó a otra fase en la que los alumnos se implicaban y empezaban a responder a todas las cuestiones y solicitudes formuladas. Por tanto, progresivamente, los alumnos no solo empezaron a realizar las actividades relativas a los aspectos más ligados al conocimiento procedimental sino también a otros más ligados al conocimiento declarativo.

Los resultados obtenidos, sobre la base de los registros de observación, muestran que cada vez más alumnos iban usando progresivamente de forma más eficaz las capacidades de pensamiento crítico exigidas en el contexto de las actividades de laboratorio propuestas. Por ejemplo, en relación a la capacidad de "Observar y evaluar observaciones", se constató que los alumnos progresivamente tendían a tener presentes algunos criterios en la realización de observaciones necesarios para confiaren los datos así. Entre esos criterios se encuentra: disponer de registros hechos por el observador tras realizar la observación y usar cuidadosamente los instrumentos o materiales.

En cierto modo, al principio, los alumnos no parecían usar capacidades de inferencia, particularmente la que se refiere a la realización y evaluación de inducciones. De hecho, al ser instados, por ejemplo, a inferir hipótesis o conclusiones explicativas y a diseñar investigaciones, la generalidad de los alumnos, o no lo hacían o lo hacían de forma poco eficaz. No obstante, ante las sucesivas instancias que se hicieron para que los alumnos usasen dichas capacidades, se fue notando alguna mejoría en su uso, sobre todo a nivel de inferir hipótesis en términos de realizar predicciones.

Otro aspecto a realzar proviene de las observaciones de aula referidas a las interacciones entre los alumnos durante la realización de las actividades de laboratorio propuestas. Inicialmente, en el contexto de las primeras actividades realizadas, los alumnos tendían a no utilizar sus ideas y conocimientos. A pesar de que el modo de trabajo adoptado era el de trabajo en grupo, los componentes de la mayoría de los grupos mostraron rechazo a oír y aceptar las ideas de otros. Consecuentemente, en algunos grupos cada uno optaba por escribir su propia respuesta mientras en otros se adoptó la estrategia de solicitar al alumno considerado como el "mejor" que diese él la respuesta. El uso regular del modo de trabajo en grupo, así como el que se instase a los alumnos a considerar seriamente la contribución de cada componente a una empresa que es responsabilidad de todos, contribuyó a promover en los alumnos actitudes de cooperación. Dicho cambio se tornó cada vez más visible en el contexto de las actividades desarrolladas, tanto en la cantidad como en la calidad de las



interacciones establecidas. Progresivamente los alumnos fueron siendo capaces de oír y aceptar las ideas de los otros y de presentar y defender las suyas propias sobre el contenido objeto de las diferentes actividades experimentales realizadas. Ello posibilitó la negociación de significados y la construcción de conocimientos científicos.

Además, las interacciones con otros, concretamente para compartir su pensamiento, experimentaron un progresivo uso de términos más correctos y adecuados y de frases completas. Se apreció también que los alumnos no se precipitaban tanto a responder, discutían y reflexionaban sus respuestas antes de escribirlas. Se constató también que los alumnos describían cada vez con más frecuencia aquello en que estaban pensando. Se observó también que los alumnos solicitaban cada vez menos ayuda del profesor, lo que denota un aumento de autonomía y sugiere un incremento del gusto por la resolución de problemas.

### **Impacto en los profesores**

A través del proyecto, los profesores fueron instados a explicitar su opinión sobre el seminario formativo, así como sobre las reacciones y los aprendizajes alcanzados por los alumnos en la secuencia implementada en el contexto del aula de las actividades de laboratorio. Del análisis de opinión de los profesores, resaltan algunos aspectos que conviene resaltar. Así, con respecto a la formación, los profesores expresaron satisfacción personal y sentimiento de confianza en el uso del trabajo de laboratorio desde una perspectiva de desarrollar capacidades de pensamiento y conocimientos científicos. Asumen que las actividades desarrolladas e implementadas eran de naturaleza diferente a las de aquéllas que habitualmente realizaban. Afirman que el conocimiento adquirido sobre estas actividades (cómo se han de desarrollar, por qué realizarlas, cómo explorarla de modo que se rentabilice sus potencialidades), así como la acción y reflexión conjuntas, les ayudó al cambio venciendo la tendencia a actuar según el marco tradicional del trabajo de laboratorio tipo receta y de "respuesta cierta". Afirman también que la ayuda y la retroalimentación recibida fueron fundamentales para vencer miedos, dudas, incertidumbres y para ganar confianza y versatilidad en el uso del trabajo de laboratorio para fomentar la adquisición de conocimientos y el desarrollo de capacidades de pensamiento crítico de los alumnos.

Las reacciones de los alumnos ante las actividades propuestas, concretamente el interés y el empeño crecientes, así como los desempeños que fueron alcanzando, es relatado por los profesores como un indicador de calidad y relevancia de formación. En efecto, el recelo inicial de que los alumnos no fueran capaces de realizar las actividades se fue desvaneciendo, dando lugar a una mayor confianza en las capacidades de los alumnos.

Hemos de reseñar también la preocupación de algunas profesoras en relación a aspectos como las reacciones de los padres, el cumplimiento del programa y las exigencias curriculares a nivel de evaluación. A pesar de considerar que tales preocupaciones no fueron un obstáculo en la implementación de las ideas que consideraban válidas y eficaces, consideran que no siempre fue fácil superar esas preocupaciones.

## CONCLUSIONES

El itinerario de investigación/acción realizado, centrado en el apoyo a los profesores para una utilización fundamentada del trabajo de laboratorio en la educación en ciencias, en el sentido de promover la construcción de conocimientos y el desarrollo de capacidades de pensamiento de los alumnos, se configuró como un proceso formativo conjunto y colegiado entre y con los profesores, integrando formación, investigación e innovación. Tanto profesores como investigadores recorrieron un camino de aprendizaje y desarrollo personal y profesional que favoreció el reciclaje de sus prácticas didáctico-pedagógicas.

Las actuales propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias enfatizan la utilización del trabajo de laboratorio, por ejemplo, para promover la adquisición de conocimientos y capacidades de pensamiento de los alumnos. En este marco, las propuestas desarrolladas se configuran como un recurso didáctico fundamental en la realización de aprendizajes significativos y relevantes, por parte de los alumnos. Por esta vía, se puede no solo aumentar la cantidad, sino sobre todo la calidad del trabajo de laboratorio en la educación en ciencias, y, así, minimizar el salto existente entre las actuales propuestas para la enseñanza de las ciencias y las propuestas presentadas en algunos materiales como los manuales escolares.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, S. G. (2000). Qué hacemos habitualmente em las actividades prácticas? Como podemos mejoralas. En M. SEQUEIRA, L. DOURADO, M. T. VILAÇA, J. L. SILVA, A. S. AFONSO y J. M. BAPTISTA (Orgs.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- CAAMAÑO, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: Una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique — Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39, pp. 8-19.
- ENNIS, R. H. (1985). Goals for a critical thinking curriculum. In A. L. COSTA (Ed.), *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. Washington, DC: Association for Supervision and Curriculum Development.
- ENNIS, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. BARON, e R. J. STERNBERG (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice*. New York: W. H. Freeman and Company.
- ENNIS, R. H. (1996). *Critical thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- FIGUEIROA, A. (2001). *Actividades laboratoriais e educação em ciências: Um estudo com manuais escolares de ciências da natureza do 5º ano de escolaridade e respectivos autores*. Tese (mestrado) — Universidade do Minho, Braga.
- HODSON, D. (2000). The place of practical work in science education. En M. SEQUEIRA, L. DOURADO, M. T. VILAÇA, J. L. SILVA, A. S. AFONSO y J. M. BAPTISTA (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.

- HURD, P. D. (1995). Reinventing the science curriculum: Historical reflections and new directions. En R. W. BYBEE y J. D. MCINERNEY (Eds.), *Redesigning the science curriculum*. Colorado Springs, CO: National Science Foundation.
- LEITE, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. En *Cadernos Didácticos de Ciências, Volume 1*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- LEITE, L.; FIGUEIROA, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique — Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39, pp. 20-30.
- LUNETTA, V. (1996). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. En K. TOBIN e B. J. FRASER (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- MARLOW, M. P.; MARLOW, S. E. (1996). Research in the classroom. En J. Rhoton, e P. Bowers (Eds.), *Issues in science education*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.
- MIGUÉNS, M.; SERRA, P. (2000). O trabalho prático na educação básica: a realidade, o desejável e o possível. En M. SEQUEIRA, L. DOURADO, M. T. VILAÇA, J. L. SILVA, A. S. AFONSO y J. M. BAPTISTA (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- SÁ, J. G.; CARVALHO, G; LIMA, N. (1999). Desenvolvimento de competências para o ensino experimental das ciências em professores do 1º ciclo. En V. M. TRINDADE (Coord.), *Metodologias do ensino das ciências - Investigação e prática dos professores*. Évora: Secção de Educação, Departamento de Pedagogia e Educação.
- TENREIRO-VIEIRA, C. (1994). *O pensamento crítico na educação científica: Proposta de uma metodologia para a elaboração de actividades curriculares*. Tese (mestrado) — Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa, Lisboa.
- TENREIRO-VIEIRA, C. (2000). *O pensamento crítico na educação científica*. Lisboa: Instituto Piaget.
- TINKER, R. (1995). The centrality of inquiry. En R. W. BYBEE, e J. D. MCINERNEY (Eds.), *Redesigning the science curriculum*. Colorado Springs, CO: National Science Foundation.
- VALENTE, M. O. (1999). A voz das escolas. In CNE (Ed.), *Ensino experimental e construção de saberes*. Lisboa: CNE.
- VEIGA, M. L. (2000). O trabalho prático nos programas portugueses de Ciências para a escolaridade básica. En M. SEQUEIRA, L. DOURADO, M. T. VILAÇA, J. L. SILVA, A. S. AFONSO y J. M. BAPTISTA (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.

- WELLINGTON, J. (2000). Re-thinking the role of practical work in science education.  
En M. SEQUEIRA, L. DOURADO, M. T. VILAÇA, J. L. SILVA, A. S. AFONSO y J. M. BAPTISTA (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- WOOLNOUGH, B.; ALLSOP, T. (1995). *Practical work in Science*. Cambridge: Cambridge Educational.

## ANEXO A

### *Exemplos de actividades de laboratorio desarrolladas para promover el pensamiento crítico*

#### PARTE II

Há vários factores que afectam o tipo de sombra , tais como:

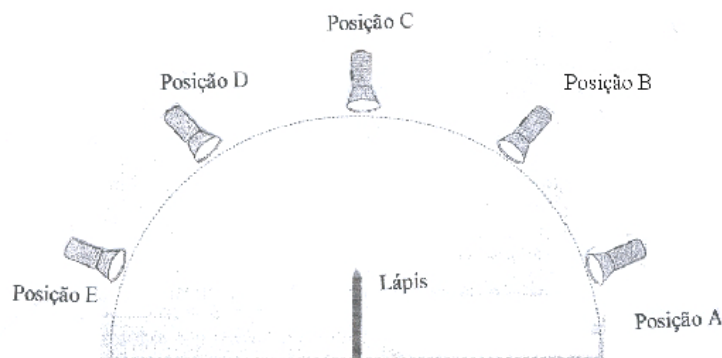
- a posição da fonte luminosa;
- tamanho da fonte luminosa;
- a distância do objecto à fonte luminosa;
- tamanho do objecto;
- posição do objecto

Questão-problema 2: Qual é a relação entre o comprimento da sombra e a posição da fonte luminosa?

Para recolher informação que permitisse saber qual a relação entre o comprimento da sombra e a posição da fonte luminosa, um grupo de amigos da escola X realizou uma experiência procedendo da seguinte maneira:

- 1- colar, na vertical, um lápis (por afiar) no tampo de uma mesa.
- 2- mantendo constante a distância do objecto (lápis) à fonte luminosa, colocar uma mesma lanterna:
  - (i) na posição A (ver esquema) e medir o comprimento da sombra;
  - (ii) na posição B (ver esquema) e medir o comprimento da sombra;
  - (iii) na posição C ( ver esquema) e medir o comprimento da sombra;
  - (iv) na posição D (ver esquema) e medir o comprimento da sombra;
  - (v) na posição E (ver esquema) e medir o comprimento da sombra.

Esquema ilustrativo das diferentes posições em que foi colocada a fonte luminosa



## ATIVIDADES DE LABORATORIO PARA EL PENSAMIENTO CRÍTICO DE LOS ALUMNOS

2. Resume a descrição da experiência realizada pelo grupo de amigos da escola X, completando o quadro que se segue.

Quadro 1: Resumo da descrição da experiência

O que se vai manter constante	O que se vai mudar	O que se vai medir
- A altura do objecto, usando sempre o mesmo lápis - Posição do objecto, mantendo-o sempre na vertical - O tipo e a intensidade da fonte luminosa, usando sempre a mesma lanterna - A distância do objecto à fonte luminosa	-	-

3. O quadro seguinte mostra os resultados obtidos na experiência realizada pelo grupo de amigos da escola X.

Quadro 2: Registo do comprimento da sombra para diferentes posições da fonte luminosa

Posição da fonte luminosa	Posição A	Posição B	Posição C	Posição D	Posição E
Comprimento da sombra	32 cm	16 cm	7 cm	16 cm	32 cm

Nota. Altura do lápis: 15 cm

3.1. Para que posição da fonte luminosa se observou o menor comprimento da sombra?

\_\_\_\_\_

3.2. Para que posição da sombra se observou o maior comprimento da sombra?

\_\_\_\_\_

3.3. Com base nos resultados apresentados no quadro 2, escreve a resposta a dar à questão-problema 2: Qual é a relação entre o comprimento da sombra e a posição da fonte luminosa?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **SUMMARY**

*In the recent frame that concerns the need to enliven the use of laboratory activities, this paper describes a project of formation through research. This project involves science researchers and elementary school teacher's, and presents laboratory activities able to promote student's critical thinking, which were developed and validated in a real classroom context.*

**Key words:** *laboratory activities; critical thinking activities.*