Isabel P. Martins

# Aprender a llevar a cabo una investigación en los primeros años de escolaridad

**El trabajo práctico de investigación es una vía excelente para que los niños aprendan ciencias. Para ello es necesario que comprendan cómo deben proceder. Se utiliza un fenómeno familiar –la disolución– para explorar las etapas que hay que tener en cuenta en un procedimiento de investigación válido para usar con niños de primer ciclo de enseñanza primaria.**

La importancia de iniciar el aprendizaje de las ciencias desde muy pronto, así como el papel de los primeros años de escolaridad para alcanzar los objetivos de la educación en ciencias, para todos ha venido mereciendo la atención de la comunidad educativa. Han sido muchos los proyectos desarrollados en varios países, así como las tentativas para dar mayor visibilidad a las ciencias en el currículum (Charpak, 1996). Sin embargo, todavía estamos lejos de una visión consensuada sobre *qué* enseñar y de las estrategias a utilizar. En este último aspecto, las actividades prácticas se han venido considerando como una vía ineludible, aunque varíe su perspectiva teórica subyacente, lo que condiciona los procedimientos metodológicos a seguir, particularmente el papel del alumno en la programación, la ejecución y la valoración de los resultados obtenidos. La realización de «experimentos aislados» o incluso el hecho de «experimentar por experimentar» no sirven a los propósitos de una educación científica de base y puede incluso inducir a la idea de que la manipulación es, en sí misma, generadora de plusvalía educativa.

En la perspectiva del trabajo práctico de investigación, lo que hay que plantear es el modo en que:

- Se definen las preguntas-problema a estudiar;
- Se concibe la planificación de los procedimientos a adoptar;
- Se analizan los datos recogidos y se establecen las conclusiones;
- Se enuncian nuevas preguntas a investigar por vía experimental o no.

Ayudar a los niños a comprender los pasos que, desde una perspectiva investigadora, deberán incluir cada uno de esos propósitos es el objetivo del presente trabajo.

## Actividades prácticas de investigación

En las actividades prácticas de investigación se coloca a los alumnos ante situaciones-problema cuyas respuestas no conocidas exigen la planificación de tareas que deberán realizar ellos mismos. También la propia planificación deberá implicar a los alumnos en grados de autonomía compatibles con su nivel de desarrollo y con la naturaleza de la tarea.

El valor educativo de este tipo de trabajo práctico reside en hacer posible una mayor aproximación de los alumnos a la naturaleza de la actividad científica que, a esa edad, significa comprender que en ciencia se resuelven problemas y que las hipótesis formuladas sobre éstos se apoyan en conocimientos anteriores.

El modelo de trabajo práctico de investigación adoptado se basa en el propuesto por Goldsworthy y Feasey (1997) y comprende ocho etapas:

1. Identificación de las ideas previas de los alumnos sobre los conceptos a estudiar.
2. Clarificación de la pregunta-problema *¿qué queremos saber?*
3. Planificación de los procedimientos a adoptar *¿qué vamos a hacer para encontrar una respuesta?*
4. Previsión de los resultados *¿qué sabemos o pensamos sobre el asunto y, por consiguiente, cuáles son las hipótesis que podemos avanzar?*
5. Ejecución del experimento *¿qué vamos a hacer?, ¿qué precauciones debemos tomar?*
6. Resultados obtenidos y su significado *¿cómo organizar los datos obtenidos en el experimento y qué significan?*
7. Conclusión *¿cuál es la respuesta a la pregunta-problema y cuáles son los límites de su validez?*
8. Elaboración de nuevas preguntas. A partir de las conclusiones obtenidas, *¿qué nuevas preguntas soy capaz de plantear?*

## Contexto de investigación

Para ayudar a los niños de primer ciclo (6-10 años) a comprender una metodología de

enfoque investigador, es importante situarles en el contexto de resolución de una determinada situación-problema, tal como otros autores han venido defendiendo (Miguéns, 1999). Se ha intentado, por lo tanto, encontrar un fenómeno familiar y adecuado a ese formato de investigación. La disolución de solutos comunes (azúcar y sal de cocina) en agua nos ha parecido conveniente.

En efecto, el comportamiento de los materiales en agua es una de las cuestiones del día a día que despiertan gran interés en los niños desde muy pronto. Las concepciones alternativas al respecto identificadas en niños pequeños son una evidencia de ese interés. Considerar que cuando se introduce un soluto en agua «desaparece y sólo queda de él el color o el sabor...», o que «el sólido primero pasa a líquido y después se mezcla con el otro líquido...» (Drives *et al.*, 1994), son ideas que cualquier profesor podrá encontrar en su clase y que los niños desarrollan para justificar fenómenos cotidianos. Las tareas de preparación de alimentos son contextos privilegiados para la identificación de tales ideas. Sin embargo, su deconstrucción necesitará experimentos debidamente estructurados que, al cuestionar la legitimidad de esos argumentos, funcionarán como generadores de conflicto cognitivo para el niño, etapa crucial para el abandono de esas concepciones alternativas.

**El trabajo práctico de investigación es una de las modalidades que puede promover en los alumnos el desarrollo de la imaginación**

Las propuestas desarrolladas a continuación se refieren al proceso de disolución. En particular, se pretende que los niños comprueben que el *tiempo de disolución completa* de una muestra depende de la *masa* de la muestra (soluto), del *tipo* de soluto, del *volumen* de disolvente, de la *naturaleza* de ese disolvente, de la *agitación* del sistema (soluto y disolvente), de la *temperatura* del sistema y del *estado de división* del soluto.

## Variables y preguntas-problema

El procedimiento de investigación implica que los alumnos comprendan qué es un *experimento controlado*, para lo que necesitarán disponer de instrumentos y dispositivos específicos. Por ejemplo, para apreciar:

- El tiempo de disolución (usar reloj o cronómetro)
- La masa del soluto (usar balanza)
- El estado de división del soluto sólido (usar mortero)
- El volumen del disolvente (usar probeta o vaso graduado)
- La temperatura del sistema (usar termómetro)
- La agitación del sistema soluto-disolvente (usar varilla).

El experimento controlado exige que los alumnos identifiquen cuáles son las variables que pueden afectar el resultado de éste (variables independientes). Para el caso de la disolución, el profesor podrá identificarlos organizando una lista de las ideas presentadas por los alumnos cuando intentan responder a la pregunta «¿De qué depende el tiempo de disolución?». Recurriendo a preguntas más específicas, en función del desarrollo de los niños, podrán identificarse los factores siguientes: la masa del soluto, el tipo de soluto, el estado de división del soluto, el volumen de disolvente, el tipo de disolvente, la temperatura del disolvente, la agitación del sistema.

Cada uno de esos factores puede ser manipulado libremente y corresponde a una variable independiente cuyo efecto en el valor de la variable *dependiente* (tiempo de disolución completa) solamente podrá evaluarse manteniendo controladas, es decir, con valor constante, el resto de variables. En ese caso se podrán formular las preguntas-problema siguientes:

*Pregunta 1* (variable: masa del soluto): ¿Qué se disuelve más rápidamente, una porción mayor o una menor de soluto?

*Pregunta 2* (variable: tipo de soluto): ¿Diferentes solutos, por ejemplo, azúcar y sal, tardan lo mismo en disolverse?

*Pregunta 3* (variable: estado de división del soluto): ¿De qué modo el estado de división del so-

luto influye en el tiempo de disolución? (Usar azúcar en terrones, en cristales y en polvo).
*Pregunta 4* (variable: volumen del disolvente): ¿Depende el tiempo de disolución de la cantidad de disolvente usado?
*Pregunta 5* (variable: tipo de disolvente): ¿Un soluto se disuelve igual en disolventes distintos? (usar azúcar en agua y en alcohol etílico).
*Pregunta 6* (variable: temperatura del disolvente): ¿Tarda un soluto más en disolverse en agua caliente o en agua fría?
*Pregunta 7* (variable: agitación del sistema): Cuándo se agita el sistema, ¿el soluto tarda más o menos en disolverse?

## Programación y ejecución

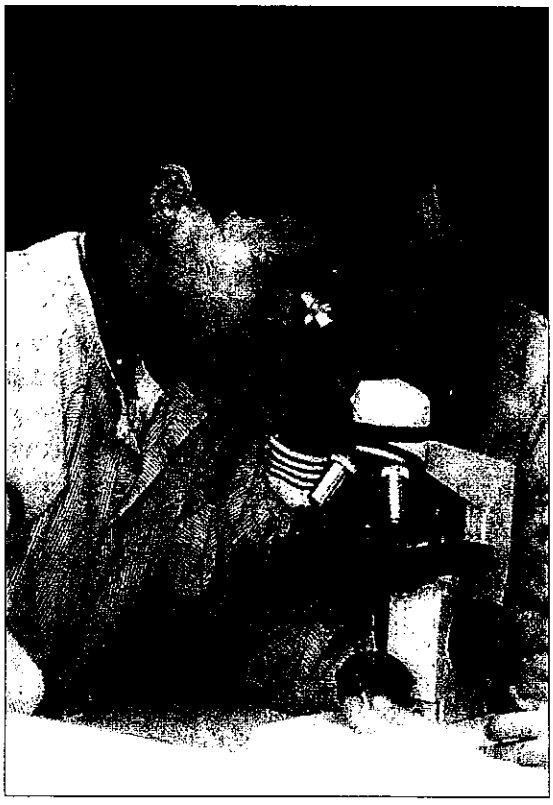
El profesor tendrá que orientar la programación de modo que los alumnos decidan, para cada pregunta:

- Lo que vamos a modificar (variable independiente en estudio)
- Lo que vamos a medir (variable dependiente escogida)
- Lo que vamos a mantener (variables independientes que mantendremos controladas)
- Lo que pensamos que ocurrirá y por qué (elaboración de hipótesis)
- Cómo vamos a registrar los datos (construcción de tablas, cuadros, gráficos)
- Qué equipo necesitamos (vasos, probetas, varillas, termómetro, mortero, balanza, reloj, agua, alcohol, solutos varios).

Cada grupo de niños aborda una pregunta-problema e intenta comprobar el efecto de la variable independiente en estudio en el tiempo de disolución completa. Para ello tiene que:

- Organizar la respectiva programación;
- Prever resultados y su justificación (hipótesis), y registrarlos;
- Organizar el procedimiento escogiendo los instrumentos necesarios, decidiendo el volumen de disolvente y la masa de soluto, el número de experimentos que hay que realizar (por ejemplo, tres muestras de masa distintas, tres volúmenes diferentes de disolvente, tres valores distintos para la temperatura del agua, tres ritmos de agitación, tres estados de división de las muestras de soluto);
- Ejecutar el procedimiento (los componentes del grupo negocian entre sí la distribución de tareas) y registrar los datos recogidos (tablas, cuadros o gráficos);
- Establecer las conclusiones (respuesta a las preguntas de partida) y explicitar las condiciones de validez de las mismas (indicar los valores mínimo y máximo probados para la variable independiente en estudio); confrontar las conclusiones con las hipótesis formuladas e intentar justificar su concordancia o discordancia.

Tras realizar las tareas, cada uno de los grupos expone sus resultados a toda la clase, permitiendo que todos accedan a las conclusiones de la totalidad de los experimentos. El profesor ayudará entonces a sistematizar conclusiones más globales, tales como *¿cuáles son los factores que aumentan / disminuyen el tiempo de disolución de una materia en agua?*



Seguirá una etapa para la formulación de nuevas preguntas, tomando como base los resultados obtenidos. Por ejemplo,

- ¿Tiene límites la disolución de un soluto (azúcar o sal) en agua?
- ¿Disminuye el tiempo de disolución de un soluto en agua siempre que la temperatura aumente, independientemente de la cantidad usada?
- ¿Cómo explicar lo que ocurre en una disolución?
- ¿Por qué razón diferentes solutos se disuelven en agua en tiempos diferentes?

## Conclusión

La propuesta presentada expone un itinerario de aprendizaje del proceso de investigación susceptible de desarrollarse con niños de primer ciclo. En el caso de los dos primeros cursos (6 - 8 años) será necesario un apoyo mayor por parte del profesor y, eventualmente, la simplificación de procedimientos en cuanto a número de experimentos a realizar para cada pregunta-problema (por ejemplo, dos valores de temperatura, dos masas/porciones diferentes de soluto). En el caso de niños de los dos últimos cursos (8-10 años), podrá haber una autonomía mayor en los procedimientos, una mayor facilidad en la explicitación por escrito de las ideas previas (previsiones), y una mayor elaboración en la forma de registrar los datos.

La opción por la disolución como fenómeno apropiado para enseñar a los niños la metodología del trabajo de investigación se debe a su elevada adecuación para formular varias preguntas-problema susceptibles de respuesta por esta vía, aspecto considerado particularmente pertinente por otros autores (Watson *et al.*, 2000) y, además, por haber sido objeto de enseñanza en cursos de formación inicial y continua de profesores de este nivel y haber tenido, en esas circunstancias, una excelente recepción. En efecto, los profesores han evidenciado comprensión sobre el hecho de que lo importante es la acción de los alumnos, siendo su papel dar apoyo a la progresión efectiva de las tareas clarificando propuestas presentadas y llamando la atención de los alumnos hacia aspectos más complejos u omitidos.

El trabajo práctico de investigación es una de las modalidades que puede promover en los alumnos el desarrollo de la imaginación *¿cómo voy a resolver la pregunta?*, la capacidad de sistematizar *¿cómo voy a recoger y organizar los datos?*, la capacidad de reflexión y de análisis *¿qué significan esos datos?*, la capacidad crítica *¿habrá sido adecuado el procedimiento utilizado?*, y la capacidad de tomar conciencia de los límites de la validez de la conclusión *¿cuál es la respuesta al problema y en qué condiciones es válida?*. Desde esta perspectiva, el trabajo práctico no significa acción en el hacer, sino acción en el pensar para hacer y después hacerlo.

**HEMOS HABLADO DE...**

- Didáctica de las ciencias experimentales.
- Trabajos prácticos.
- Procesos de investigación.

*Referencias bibliográficas*

CHARPAK, G. (1996): *La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire.* París. Flammarion.

DRIVER, R.; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P.; WOOD-ROBINSON, V. (1994): *Making sense of secondary science. Research into children's ideas.* Londres; Nueva York. Routledge.

GOLDSWORTHY, A.; FEASEY, R. (1997): *Making sense of primary science investigations.* Hatfield. The Association for Science Education.

MIGUÉNS, M. I. (1999): «O Trabalho Prático e o Ensino das Investigações na Educação Básica» en *Ensino Experimental e Construção de Saberes.* Lisboa. Conselho Nacional de Educação, pp. 77-95.

WATSON, R.; GOLDSWORTHY, A.; WOOD-ROBINSON, V. (2000): «Beyond the fair test» en J. Sears; P. Sorensen (ed.): *Issues in science teaching.* Londres; Nueva York. Routledge Falmer, pp. 70-79.

**Isabel P. Martins**
Universidades de Aveiro. Aveiro (Portugal)
*imartins@dte.ua.pt*