

## Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias

Juan Ignacio Pozo, Yolanda Postigo  
Miguel Ángel Gómez Crespo

En este artículo se analizan las posibilidades que los nuevos contenidos procedimentales ofrecen para la enseñanza de las Ciencias a través de la solución de problemas, así como las dificultades que esta propuesta plantea. Se propone una clasificación de los procedimientos, que tiene en cuenta no sólo los procedimientos necesarios para hacer ciencia sino también los que se requieren para aprenderla. Finalmente se destaca que el principal riesgo es reducir una vez más los problemas a simples ejercicios rutinarios, riesgo que está presente tanto en las propuestas curriculares como en la forma en que los profesores suelen concebir la solución de problemas.

**Palabras clave:** Ciencias experimentales, Enseñanza de las ciencias, Resolución de problemas, Estrategia, Pedagogía

### ENSEÑAR A RESOLVER PROBLEMAS: DE LA TÉCNICA A LA ESTRATEGIA

(1)

Enseñar ciencias por medio de la resolución de problemas supone, ante todo, recuperar el orden natural de las cosas, según el cual el conocimiento debe ser siempre la respuesta a una pregunta previamente formulada. Por desgracia, en las aulas es habitual que el alumnado se vea sometido a una avalancha de respuestas definitivas a cuestiones que nunca le han inquietado y sobre las que ni siquiera ha llegado realmente a preguntarse.

Esto no quiere decir que en las clases de ciencias al uso no se planteen "problemas. Más bien al contrario: parece ser uno de los recursos didácticos más usuales para afianzar y promover el conocimiento científico. Pero la manera en que muchos profesores y profesoras conciben los problemas y el uso didáctico que de ellos hacen (ilustrado, por ejemplo, en

Ramírez, Gil y Martínez Torregrosa, (1994) suele hacer que los alumnos en lugar de resolver *problemas* -en el sentido estricto del término que ahora desarrollaremos- completen meros *ejercicios* (esta distinción se encuentra más desarrollada, por ejemplo, en Pozo y otros, 1994).

Desde un punto de vista psicológico, un problema es una situación nueva o sorprendente, a ser posible interesante o inquietante (por ejemplo, la impresora no respeta los márgenes que he hecho en el texto, o la lavadora pierde agua al centrifugar), en la que se conoce el punto de partida y dónde se quiere llegar (que respete los márgenes o que no se pierda agua) pero no los procesos mediante los que se puede llegar (¿qué tengo que hacer para conseguirlo con el menor coste posible?). Un problema es por tanto una situación abierta, que admite varias vías de solución (tal vez haya comandos no visibles en el texto, o no lo he formateado bien o quizá la impresora no está bien definida). En cambio, un ejercicio es una situación rutinaria, o sea, habitual y escasamente sorprendente, poco inquietante, en la que nos encontramos ante una dificultad pero conocemos el procedimiento exacto para alcanzar la meta (así, tras conocer, previo pago de la correspondiente factura, que la pérdida de agua se debe a que el filtro de la lavadora está bloqueado, las próximas veces el problema pasará a ser un mero "ejercicio" de limpiar el filtro).

Así, aunque tanto ejercicios como problemas ponen el énfasis en lo que ahora se llaman *procedimientos* (en ambos casos hay que aprender a "hacer" algo), el tipo de procedimientos requeridos por uno y otro tipo de tarea es bien diferente. De una manera muy sucinta, la diferencia básica sería que los ejercicios requieren el uso de técnicas (o sea rutinas so brea prendidas, como las que precisa el uso de un tratamiento de textos o conducir un coche), mientras que los problemas hay que afrontarlos mediante *estrategias*, es decir una planificación consciente de los pasos que pueden seguirse y de las consecuencias que se derivarían de cada uno de ellos (véase más extensamente esta distinción en Pozo, 1990; Pozo y otros, 1994). Las técnicas se automatizan, son más eficaces cuando se aplican de forma no consciente; en cambio, las estrategias deben ser deliberadas, producto de una reflexión consciente. Obviamente, la aplicación de una estrategia se apoya en el uso de técnicas previamente aprendidas (el problema de los márgenes en la impresora lo resolveré con las técnicas o funciones del tratamiento de texto que domino, nunca con las que no domino).

Por ello, los ejercicios cumplen una importante función didáctica, pero en ningún caso deben confundirse con los problemas. La forma en que muchos profesores de ciencias conciben la solución de problemas (véase la citada obra de Ramírez, Gil y Martínez Torregrosa, 1994), hace que, para el alumno, éstos se reduzcan muchas veces a simples ejercicios rutinarios de difícil generalización a situaciones nuevas. Es preciso tener algunas cautelas a la hora de presentar este tipo

de actividades en el aula con el fin de evitar que, de forma indeseada, los problemas se reduzcan a ejercicios, limitando su valor didáctico (véase Cuadro 1).

**Cuadro 1.** *Algunos criterios para hacer que las tareas escolares se planteen como problemas en vez de como simples ejercicios (Pozo y otros, 1994)*

- *En el planteamiento del problema*

1. Plantear tareas abiertas, que admitan varias vías posibles de solución e incluso varias soluciones posibles, evitando las tareas cerradas.
2. Modificar el formato o definición de los problemas, evitando que el alumno identifique una forma de presentación con un tipo de problema.
3. Diversificar los contextos en que se plantea la aplicación de una misma estrategia, haciendo que el alumno trabaje los mismos tipos de problemas en distintos momentos del currículo y ante contenidos conceptuales diferentes.
4. Plantear las tareas no sólo con un formato académico sino también en escenarios cotidianos y significativos para el alumno, procurando que establezca conexiones entre ambos tipos de situaciones.
5. Adecuar la definición del problema, las preguntas y la información proporcionada a los objetivos de la tarea, utilizando, en distintos momentos, formatos más o menos abiertos, en función de esos mismos objetivos.
6. Utilizar los problemas con fines diversos durante el desarrollo o secuencia didáctica de un tema, evitando que las tareas prácticas aparezcan como ilustración, demostración o ejemplificación de unos contenidos previamente presentados al alumno.

- *Durante la solución del problema*

7. Habituar al alumno a adoptar sus propias decisiones sobre el proceso de solución, así como a reflexionar sobre ese proceso, concediéndole una autonomía creciente en ese proceso de toma de decisiones.
8. Fomentar la cooperación entre los alumnos en la realización de las tareas, pero también incentivar la discusión y los puntos de vista diversos, que obliguen a explorar el espacio del problema, para confrontar las soluciones o vías de solución alternativas.
9. Proporcionar a los alumnos la información que precisen durante el proceso de solución, realizando una labor de apoyo, dirigida más a hacer preguntas o a fomentar en los alumnos el hábito de preguntarse que a dar respuesta a sus preguntas.

- *En la evaluación*

10. Evaluar más los procesos de solución seguidos por el alumno que la corrección final de la respuesta obtenida. O sea, evaluar más que *corregir*.
11. Valorar especialmente el grado en que ese proceso de solución implica una planificación previa, una reflexión durante la realización de la tarea y una auto-evaluación por parte del alumno del proceso seguido.
12. Valorar la reflexión y profundidad de las soluciones alcanzadas por los alumnos y no la rapidez con la que son obtenidas.

Lo que diferencia los ejercicios de los problemas no es sólo el tipo de procedimientos usados en uno y otro caso, sino sobre todo la forma en que se usan. ¿Pero qué procedimientos debe adquirir un alumno para aprender a resolver problemas escolares en el Área de Ciencias? ¿Qué tipo de actividades ayudarán a adquirirlos no sólo como técnicas sino también como estrategias? ¿Cómo quedan recogidos estos aspectos en las nuevas propuestas curriculares, en especial en relación con la ESO? Dado el carácter marcadamente procedimental de estas nuevas propuestas -al menos sobre el papel- una buena forma de introducir en profundidad la solución de problemas como eje conductor de la enseñanza de las ciencias es considerar el papel de los contenidos procedimentales en la concreción de los currícula de ciencias y las actividades mediante los que puede promoverse su uso técnico y estratégico.

## **LA ESTRUCTURA PROCEDIMENTAL DEL CURRÍCULUM DE CIENCIAS**

En los nuevos planteamientos curriculares, se subraya la importancia de los contenidos procedimentales (e incluso actitudinales) frente a los tradicionales contenidos verbales. Sin embargo, no hay que ser muy analítico para observar que los diseños elaborados por las administraciones para el Área de Ciencias de la Naturaleza se organizan en torno a bloques temáticos de carácter conceptual, quedando a veces los procedimientos como un mero listado escasamente organizado, por

lo que resulta más difícil su secuenciación en el currículum. Es como si lo procedimental desempeñara de hecho un papel secundario, acompañando y facilitando los aprendizajes conceptuales, pero sin tener una estructura propia.

Por ello, y especialmente en relación con la solución de problemas, se hace necesario proponer criterios para estructurar los procedimientos necesarios para aprender ciencias, de forma que su enseñanza pueda tener una continuidad. El <http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL05019U.gif> - Cuadro 2 recoge una propuesta de organización de los procedimientos, basada en la funcionalidad que éstos tienen en las actividades de aprendizaje.

Así, habría procedimientos para *adquirir* nueva información (de observación, manejo y selección de fuentes de información, etc.); para *elaborar* o *interpretar* los datos recogidos, traduciéndolos a un formato, modelo o lenguaje conocido (por ejemplo, traduciendo el enunciado de un problema al lenguaje algebraico o a la formulación química, representando en una gráfica una información numérica, o interpretando una situación cotidiana, como la ebullición, a partir de un modelo teórico, como la teoría cinética); el estudiante debe aprender también a *analizar* y *hacer inferencias* a partir de esos datos (por ejemplo, predecir la evolución de un ecosistema, planificar y realizar un experimento extrayendo conclusiones del mismo o comparar las implicaciones de diversas teorías sobre la caída de los objetos); también debe *comprender* y *organizar* conceptualmente la información que recibe (por ejemplo, haciendo clasificaciones y taxonomías de las plantas, estableciendo relaciones entre las propiedades de los minerales y su aprovechamiento, o comprendiendo los textos escolares mediante los que suele aprender); finalmente, pero no menos importante, el alumnado debe saber *comunicar* sus conocimientos (dominando tanto los recursos de expresión oral y escrita como la representación gráfica y numérica de la información).

Esta clasificación de los tipos de procedimientos merecería un análisis más detallado que no podemos hacer aquí (véase Pozo, Gonzalo y Postigo, 1994). Pero sí podemos señalar cuáles son los procedimientos más importantes para la solución de problemas en ciencias y cuáles sus principales rasgos, ejemplificando incluso algunas actividades de aula que sirvan para fomentar su uso en contextos de problema más que de simple ejercicio. Se trataría de analizar la importancia relativa de cada uno de estos tipos de procedimientos en el Área de Ciencias de la Naturaleza del currículum de la ESO con el fin de identificar la estructura procedimental de este área, es decir, los procedimientos que la identifican como área del currículo frente a otras áreas. Para ello, basándonos en los contenidos procedimentales, tal como se establecen en el documento del Real Decreto 1345/1991 de 6 de septiembre de 1991 (anexo, pág. 39), hemos realizado un análisis de la frecuencia con la que aparece cada uno de los procedimientos recogidos en el <http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL05019U.gif> - Cuadro 3, cuyos principales datos resumimos a continuación.

En los contenidos de Ciencias de la Naturaleza de la ESO se especifican un total de 154 procedimientos diferentes que los alumnos y alumnas deben adquirir. Estos procedimientos no están distribuidos de modo equilibrado entre las cinco categorías procedimentales que componen la taxonomía propuesta. De hecho, como muestra la <http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL05020U.gif> - Figura 1, más del 70% de los procedimientos se concentran en dos categorías, análisis de la información e interpretación de la información. En cambio hay menor presencia de procedimientos dedicados a la adquisición de información y, sobre todo, a la comprensión y comunicación de la misma. Por tanto, los ejes procedimentales que se establecen en este área son la interpretación y el análisis de la información, quedando en un lugar muy secundario su adquisición, comprensión y comunicación.

Si analizamos con más detalle la estructura interna de cada una de esas categorías, entre los procedimientos de *interpretación de la información* (véase <http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL05021U.gif> - Figura 2) se requiere del estudiante principalmente utilizar modelos para interpretar una situación (por ejemplo, "identificar las fuerzas que intervienen en diferentes situaciones de la vida cotidiana) y en menor medida realizar operaciones de traducción o codificación de la información de un lenguaje a otro (por ejemplo, interpretar una gráfica o convertir una ecuación en un enunciado verbal).

Concretamente se requiere preferentemente aplicar un modelo a una situación de una manera autónoma (51,4% de los casos de utilización de un modelo) seguidos de la aplicación de un modelo aprendido a una situación de una manera más dirigida a través de las indicaciones del profesor o del libro de texto (29,7%) y de la recepción y comprensión de un modelo aplicado por el libro o el profesor a una situación (18,9%), con una significativa ausencia de la formulación o búsqueda de modelos alternativos por parte del alumnado para interpretar una situación dada. En definitiva, la interpretación requerida consiste básicamente en utilizar un modelo científico dado (por ejemplo, la estructura atómica de la materia, la teoría de la selección natural o la ley de la gravitación universal) buscando ejemplos y situaciones de aplicación del mismo a contextos escolares y, sobre todo, no escolares. De lo que se trata es de hacer reflexionar al alumno sobre sus conocimientos, tanto personales como escolares, por medio de la aplicación al análisis de un fenómeno próximo. Para ello pueden utilizarse los denominados *problemas cualitativos*, consistentes en "problemas abiertos en los que se debe predecir o explicar un hecho, analizar situaciones cotidianas y científicas e interpretarlas a partir de los conocimientos personales y/o del marco conceptual que proporciona la ciencia" (Pozo y otros, 1994, pág. 101). Un ejemplo de este tipo de tarea sería la siguiente:

*Explica razonadamente por qué la ropa se seca más rápidamente los días en que hay viento que cuando no lo hay.*

Estos problemas son útiles para que el alumno relacione los modelos científicos con los fenómenos que explican, ayudando a detectar sus ideas e interpretaciones. Para ello, es necesario que los estudiantes hagan predicciones, ayudando al profesor a reconocer y fijar los parámetros del problema, incitando a que propongan modelos, provocando que surjan nuevas ideas y fomentando el debate en el aula.

En el ejemplo que presentamos, es necesario que los alumnos encuentren un modelo que permita interpretar el fenómeno que se les presenta -por ejemplo, en función de propiedades macroscópicas o de la teoría corpuscular-. Ahora bien, hay que tener en cuenta que si el enunciado, el profesor o el contexto indujeran de alguna forma dicho modelo o el tipo de análisis a realizar, probablemente dejaría de ser un problema para pasar a convertirse en un ejercicio en el que el alumno se limita a aplicar la teoría establecida de antemano. Estos problemas son más relevantes cuando se plantean de modo abierto, aunque ello conlleve mayores dificultades didácticas, que cuando se "cierran", reduciéndolos a una mera aplicación o ejemplificación en un contexto ya delimitado.

Siguiendo con los procedimientos de interpretación, se requiere también traducir la información tanto de un código a otro código o a un lenguaje distinto (convertir un enunciado en una formulación química) como elaborarla dentro del mismo código (por ejemplo, convertir millas en km o kg en litros). Los cambios de código están relacionados no sólo con la cuantificación (lenguaje numérico), sino también con el uso de lenguajes científicos como sistemas de representación del conocimiento (por ejemplo, ecuaciones químicas; álgebra), mientras que los cambios dentro del mismo lenguaje o código requieren la realización de operaciones (por ejemplo, cambios de escala, ajustes de ecuaciones, etc.), dentro de cada uno de esos códigos. Estas habilidades suelen trabajarse mediante *problemas cuantitativos*, ya que son los lenguajes matemáticos y algebraicos los que con más frecuencia se utilizan en las aulas de ciencias. Un problema de este tipo podría ser el siguiente:

*En una tormenta observamos que el tiempo transcurrido desde que se ve el rayo hasta que se oye el trueno es de 10 segundos. ¿A cuántos kilómetros se encuentra la tormenta del observador, sabiendo que la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s?*

Suelen utilizarse para entrenar al alumno en técnicas de trabajo cuantitativo (interpretar la información de tablas o gráficas, efectuar cambios de unidades, manejar fórmulas, establecer relaciones entre diversas magnitudes, etc.) que le ayuden a comprender los modelos científicos y dotarle de instrumentos que le sirvan para enfrentarse a problemas más complejos. Así, el papel del profesor o profesora en el aula estaría dirigido fundamentalmente a: ayudar al alumno a establecer las relaciones entre los modelos teóricos, los modelos matemáticos y los casos prácticos, y ayudarle a establecer secuencias detalladas de acciones y generar estrategias a partir de esas secuencias.

En el ejemplo que presentamos el estudiante debe identificar las diferentes magnitudes que intervienen y encontrar un modelo teórico que le permita explicar el problema, conectándolo con un modelo matemático que le permita establecer la relación entre las magnitudes que conoce y la incógnita. Asimismo, debe tener en cuenta en qué unidades está expresada cada magnitud, si éstas son compatibles entre sí y efectuar los cambios oportunos (en este caso, con una traducción intracódigo, o dentro del mismo sistema de unidades, de metros a kilómetros).

Este tipo de problemas presenta un inconveniente, generalmente aparecen superpuestos el problema de ciencias y el problema de matemáticas. De forma que, en muchas ocasiones este último enmascara al primero. Así, los alumnos se limitan a sustituir en una expresión matemática y expresar el resultado numérico, olvidando el problema de ciencias. Esto hace que se convierta en un simple ejercicio matemático en el que a partir de una "fórmula" realizan unas cuantas operaciones, quedando la estrategia de resolución reducida a identificar el "tipo de ejercicio" y aplicar de forma algorítmica los pasos que se han seguido en ejercicios similares. El papel del profesorado en este caso es fundamental para conseguir que la cuantificación no sea un fin sino un medio de acercarse al problema científico. Para ello, es necesario ayudar al alumno a delimitar ambos dominios (el científico y el matemático) ayudándole a reconocer los conceptos utilizados y a interpretar los resultados numéricos dentro del marco teórico. Asimismo, suele ser útil nuevamente plantear ese mismo problema con un enunciado más abierto (véase Pozo y otros, 1994) con el fin de evitar su reducción a un simple ejercicio.

En cuanto a los procedimientos de *análisis de la información*, que, como se recordará, eran los más frecuentes en este área, se centran sobre todo (véase <http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL05023U.gif> - Figura 3) en actividades de investigación y solución de problemas (66% del total de procedimientos de análisis). Para ello pueden realizarse en el aula lo que podemos denominar *pequeñas investigaciones*, que tienen por objeto aproximar al alumno, aunque sea de una forma muy simplificada, al trabajo científico a través de la observación y la formulación de hipótesis, a la vez que potencian diversos procedimientos de trabajo (estrategias de búsqueda, análisis de datos, etc.). Asimismo, resultan útiles para establecer conexiones entre los conceptos teóricos y sus aplicaciones prácticas, a la vez que ayudan a la transferencia de los conocimientos escolares a contextos más cotidianos. Un ejemplo de este tipo de problema sería el siguiente:

*Cuando se mezclan cantidades iguales de dos líquidos, ¿el volumen final de la mezcla es la suma de los volúmenes iniciales? Diseña una experiencia que te permita comprobarlo (por ejemplo, puedes utilizar agua y alcohol).*

A partir de este enunciado, se pueden formular tres posibles hipótesis (el volumen final es la suma de los volúmenes, es mayor o es menor), que deben explicitarse (¿por qué crees eso?) y, a diferencia de los problemas cualitativos, pueden comprobarse experimentalmente. La dificultad del problema se centra en decidir qué instrumentos utilizar, cómo utilizarlos y qué cantidades de agua y alcohol se deben mezclar para recoger la información numérica que permita llegar a una solución. El inconveniente de este tipo de actividades es que acaben convirtiéndose en meros ejercicios, guiados por un conjunto de instrucciones que el alumno se limita a seguir, en ilustraciones de un principio o una ley física, o en reproducciones de experimentos tradicionales. Para evitarlo es necesario plantear al alumnado verdaderos problemas en los que tenga que encontrar una solución. En este caso el profesor puede ayudar a definir el problema, crear dudas y formular preguntas que ayuden a activar sus conocimientos y a encontrar una estrategia de resolución, fomentando la reflexión sobre lo observado y sobre sus consecuencias.

El peligro de convertir la investigación (una búsqueda abierta de respuestas a partir de ciertas hipótesis) en un ejercicio de demostración (la corroboración empírica de una respuesta ya dada, la prueba de su certeza), queda reflejado incluso en el propio DCB para el Área de Ciencias (véase <http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL05023U.gif> - Figura 4). Aunque hay una participación de las distintas fases (planificación, diseño, formulación de hipótesis...) en la mayor parte de los casos lo que se requiere del alumno es la ejecución o realización de dicha experiencia (46.2%) destacando también una total ausencia de la fase de reflexión sobre el proceso seguido en la realización de dicha experiencia. En otras palabras, sugiere con mucha frecuencia hacer "experiencias" en ausencia de las fases previas (planificación, formulación de hipótesis, etc.) y de las posteriores (contrastación de hipótesis y resultados), mostrando una tendencia a interpretar la investigación científica como la mera ejecución o "demostración" de modelos previamente instruidos a través de experiencias, con un espíritu bastante alejado del que corresponde a la verdadera investigación científica. Además es significativo que no se incluya en este área ninguna referencia al meta conocimiento o la reflexión sobre el proceso de solución seguido, un componente esencial de la solución de problemas y la investigación como actividad educativa (Pozo y otros, 1994).

En cuanto a los procedimientos menos frecuentes en el DCB de Ciencias de la ESO (y posiblemente también en la mentalidad del profesorado que deben impartirlo), los de *adquisición de la información* son en general bastante escasos, apareciendo casi únicamente la observación (76.2% del total de procedimientos de adquisición) y apenas la selección y búsqueda de información (4.8% y 19% respectivamente). Tres de cada cuatro procedimientos de observación implican el uso de técnicas o recursos complementarios específicos de las ciencias y sólo uno de cada cuatro se basa en la observación directa. El resto de los procedimientos de adquisición de información, relacionados con la selección, la búsqueda o el repaso de la información, aun siendo actividades muy habituales en las aulas, están prácticamente ausentes.

Los procedimientos para la *comprensión y la organización conceptual* de la información son aún menos frecuentes (9.8% del total) y se concentran de modo casi exclusivo en el establecimiento de relaciones conceptuales (80%), con una menor atención a la organización conceptual de los conocimientos del alumno (20%) y una total ausencia de procedimientos relacionados con la propia comprensión del discurso escrito u oral, que sin embargo constituyen la experiencia cotidiana del alumno para el aprendizaje de las ciencias: escuchar a su profesor y leer textos. En cuanto a los procedimientos de organización conceptual de los conocimientos éstos se reducen exclusivamente al dominio de la clasificación, pero no incluyen otras técnicas de organización conceptual más complejas y necesarias, como la elaboración de mapas conceptuales, redes semánticas, etc.

Finalmente los procedimientos para la *comunicación de la información* apenas tienen presencia en el currículum de Ciencias de la Naturaleza de la ESO (5.8% del total). Los pocos que hay se agrupan principalmente en la expresión escrita, frente a la expresión oral u otras formas de expresión. Entre los diferentes aspectos de la expresión escrita se centran en la propia utilización de recursos y técnicas de expresión (resúmenes, informes...) para la elaboración del escrito (80%) así como en el análisis de su adecuación (20%), sin tener en cuenta otros aspectos como la planificación o diferenciación entre diversos tipos de textos escritos. Lo mismo ocurre con los otros dos tipos de expresión (oral y gráfica) en relación con este aspecto, es decir, se centran solamente en la ejecución o realización.

## **A MODO DE CONCLUSIÓN: ALGUNAS REFLEXIONES CRÍTICAS**

A partir del análisis anterior, podemos hacer algunas reflexiones críticas que nos muestran cómo, tras la estructura procedimental propuesta en el DCB de la ESO, se esconde el peligro de reducir la enseñanza de procedimientos al entrenamiento de técnicas específicas ligadas al trabajo científico, pero muchas veces desligadas de la forma en que los alumnos deben aprender la ciencia. A nuestro entender, hay dos rasgos característicos no sólo de esta propuesta sino, lo que es más importante, posiblemente también de la forma en que muchos profesores y profesoras de ciencias entienden la solución de problemas en las aulas, que pueden favorecer la tendencia a convertir una vez más! los problemas de los profesores en simples ejercicios vacíos para los estudiantes.

En primer lugar, los procedimientos seleccionados están centrados más en la metodología de la ciencia que en los procesos mediante los que se aprende la ciencia. De entre los procedimientos necesarios para aprender una materia, puede distinguirse entre los específicos de esa materia (ligados aquí al trabajo científico) de los procedimientos más generales (comunes a varias materias y vinculados a las tareas de aprendizaje que debe hacer el alumno) (por ejemplo, Monereo y otros, 1994).

Según los análisis anteriores, es obvio que en el DCB se pide al alumnado los procedimientos ligados a *hacer* ciencia (utilizar modelos y lenguajes científicos para interpretar la realidad, hacer experimentación, etc.), algo sin duda imprescindible, pero no se incluyen los procedimientos para *aprender* ciencia (buscar y seleccionar información, comprender textos, organizar conocimientos, saber expresarlos, etc.), que son igualmente necesarios. Ello se debe a que no se diferencia suficientemente entre los procesos para hacer ciencia y los procesos para aprenderla, una distinción necesaria, que en el caso de la solución de problemas debería llevar a establecer de forma clara la naturaleza específica de los problemas escolares, diferenciándolos tanto de los problemas científicos como de los cotidianos (Pozo y otros, 1994). Un problema científico puede no ser percibido en absoluto como un problema por parte del alumno. Como señala Claxton (1991) si el estudiante no percibe la tarea como un "problema" difícilmente estará resolviendo un problema; hará una vez más un ejercicio vacío de contenido.

Este peligro se ve acrecentado por una segunda tendencia observada en los análisis anteriores. Los procedimientos tienden a aparecer más como aplicación técnica que como estrategias, si bien esta distinción ni siquiera llega a hacerse explícita.

Se insiste en la aplicación de modelos, la ejecución de experiencias, etc., más que en la generación de modelos por parte de los alumnos y alumnas, en la reflexión sobre los mismos, en la planificación y diseño de experiencias, etc. Cabe el riesgo de que se interprete que la enseñanza de procedimientos sirve en este área para "aplicar" o "demostrar" conocimientos más que para generarlos o construirlos. La escasa referencia a procesos metacognitivos, de autoevaluación y reflexión por parte del alumno abunda más en el peligro de reducir los problemas a ejercicios, las estrategias a rutinas técnicas, el saber hacer al saber repetir. Y este peligro es más significativo en la medida en que no sólo refleja la estructura del DCB, sino que viene a coincidir básicamente con la forma en que los profesores tienden a entender la solución de problemas (Ramírez, Gil y Martínez Torregrosa, 1994). Es en el cambio de estas concepciones, y de las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza que subyacen a ellas, donde reside la posibilidad de que la solución de problemas -y no la ejecución de ejercicios- pase a ser uno de los ejes fundamentales de la enseñanza de las ciencias.

## Bibliografía

CLAXTON, R. (1991): Educating the inquiring mind. The challenge for school science. New York: Harvester Wheatsheaf

MONEREO, C.; CASTELLÓ, M.; CLARIANA, M.; PALMA, M.; PÉREZ, M.L. (1994): Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela. Barcelona: Graó.

POZO, J.I. (1990): Estrategias de aprendizaje. En: C. Coll; J. Palacios; A. Marchesi (Eds.) Desarrollo psicológico y educación. Vol II: Psicología de la educación. Madrid: Alianza Editorial.

POZO, J.L.; GONZALO, I; POSTIGO, Y. (1994): Las estrategias de aprendizaje como contenido procedimental Memoria de investigación. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid.

POZO, J.L.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M.P.; DOMINGUEZ, J; GÓMEZ CRESPO, M.A.; POSTIGO, Y. (1994) Solución de problemas Madrid: Santillana/Aula XXI.

RAMÍREZ, J.L., GIL, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J. (1994): La resolución de problemas de física y de química como investigación. Madrid: Servicio de publicaciones CIDE/MEC.

## Dirección de contacto

Juan Ignacio Pozo, Yolanda Postigo  
Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid. Tel.: 91/397 51 92. E-mail: pozomun@ccuam3.sdi.uam.es.

Miguel Ángel Gómez Crespo  
IB Victoria Kent Torrejón de Ardoz (Madrid)

---

1. El presente trabajo se basa en una investigación sobre "Las estrategias de aprendizaje como contenidos procedimentales", realizada en la Facultad de Psicología de la UAM y financiada por el CIDE, de la que también formaba parte Ignacio Gonzalo.