

# Un acercamiento al papel de los contenidos procedimentales en la enseñanza de las ciencias

R. García Nadal

*Centro de Profesores de Murcia*

N. Martínez Valcarcel

*Departamento de Curriculum e Investigación Educativa*

*Universidad de Murcia*

F. Romero Ayala

*Centro de Profesores de Murcia*



## RESUMEN

*En el actual contexto de reforma educativa, los "procedimientos" aparecen con carácter relevante en el nuevo curriculum. En este trabajo se analizan distintas visiones que sobre los "procedimientos" podemos encontrar en la bibliografía y centramos su análisis pedagógico con respecto al perfil de salida del curriculum, el conocimiento académico que la escuela transmite y el concepto de ciencia y su método.*

## Introducción

En el actual contexto de diversas y abundantes propuestas de cambio educativo, uno de los elementos que más se está destacando a los ojos de los profesores es el de los "procedimientos" como factor relevante de la práctica educativa.

La reforma, en su Diseño Curricular Base (M.E.C., 1989), sin ir más lejos, concreta de forma explícita la necesidad de considerar a los procedimientos como contenidos de enseñanza/aprendizaje, con un rango similar a los contenidos sustantivos y actitudinales. En este sentido se hace necesario, pensamos, dada la escasa tradición de análisis y discusión en este campo, iniciar un proceso de reflexión en tor-

no a los mismos y a su papel en las actividades de enseñanza/aprendizaje.

Para ello, uno de los primeros obstáculos por salvar es el de la confusión semántica y el solapamiento conceptual que el término "procedimiento" está generando entre los docentes. Un segundo aspecto por considerar es el de colocar conceptualmente a los procedimientos en un entorno adecuado. Esto nos lleva a plantearnos cuestiones relevantes como son el papel que puedan tener en la planificación, desarrollo y evaluación de la acción educativa, lo que evidentemente supone un reto importante.

En lo que sigue, por tanto, analizaremos las distintas visiones que sobre los "procedimientos" podemos encontrar en la



bibliografía y centraremos el análisis pedagógico que hacemos de los mismos. Primeramente nos aproximaremos a los marcos referenciales en los que cabe insertarlos: el perfil de salida del curriculum (como plasmación del tipo de persona que se quiere formar); el conocimiento académico que la escuela transmite a sus alumnos y el concepto de ciencia y su método.

En un segundo momento analizaremos el equilibrio necesario entre contenidos sustantivos y contenidos procedimentales, o lo que es lo mismo, entre conocimiento declarativo y operativo. Abordaremos finalmente una propuesta de procedimientos, ligada a una visión supradisciplinar y válida por tanto para cualquier área científica.

### ¿Qué son los procedimientos?

Es evidente que conviene comenzar por aclarar qué entendemos por procedimientos; para ello repasaremos las definiciones que sobre éstos han hecho diversos autores. Trataríamos así de situar más claramente el papel que pueden tener en un Currículo de Ciencias y sobre todo alcanzar un mayor grado de comprensión de los mismos.

Así, para los autores del D.C.B. (M.E.C., 1989, pág. 41): "...Un procedimiento es un conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la consecución de una meta... En los contenidos de procedimientos se indican contenidos que también caben bajo la denominación de «destrezas», «técnicas» o «estrategias», ya que todos estos términos aluden a las características señaladas como definitorias de un procedimiento... No debe confundirse un procedimiento con una determinada metodología. El procedimiento es la destreza que queremos ayudar a que el alumno construya. Es, por tanto, un contenido escolar objeto de la planificación e intervención educati-

va, y el aprendizaje de ese procedimiento puede trabajarse mediante distintos métodos...".

Esta definición es similar a la que ya anteriormente habían señalado Amorós y Llorens (1986, pág. 36): "...un procedimiento se define como un conjunto de acciones ordenadas y finalizadas, dirigidas a la consecución de un objetivo. Siguiendo esta definición, podemos contemplar un abanico amplio y diverso de aprendizajes mecánicos e intelectuales, e incluso afectivos, que responderían a la categoría de procedimientos, los cuales, una vez adquiridos, orientan y aumentan la capacidad de actuación del alumno".

Es importante destacar que desde un principio los autores del D.C.B. quieren dejar claro el carácter de "contenido" de los procedimientos y sobre todo su diferenciación con los "métodos" didácticos que se pueden utilizar para la enseñanza.

Efectivamente, hoy en día la psicología educativa distingue entre conocimiento declarativo o figurativo y conocimiento de procedimientos u operativo (Lawson, 1982; otros autores, como Greeno, 1973, hablan de "conocimiento proposicional" y de "conocimiento algorítmico"). Mientras el primer tipo engloba el conocimiento de hechos, principios, etc., el conocimiento operativo comprende las destrezas, el conocimiento de cómo hacer determinadas acciones, etc.

Tras esto lo que hay es una concepción del conocimiento científico en el que cabe entender dos dimensiones: el conjunto de contenidos conceptuales relacionados entre sí y el conjunto de métodos que definen la lógica de la investigación específica en el área de conocimiento de que se trate. Estamos, pues, ante un tipo de contenido que anteriormente no se había explicitado como tal, sino que generalmente aparecía propuesto en el plano de los objetivos.

Por otra parte, aunque no son lo mismo (procedimiento y método didáctico) no pueden estar muy lejos el uno del otro ya que el simple reconocimiento de los procedimientos como contenidos, susceptibles de ser enseñados y aprendidos, implica, cuando menos, atender (en un mismo plano, de igualdad) a esa doble dimensión del conocimiento científico.

Más aclaradora aún es la caracterización que hace Valls (1989, pág. 33): "...con ellos (con los procedimientos) se apunta a la acción, a la manera de hacer algo, al saber hacer; aprender y enseñar procedimientos implica que el alumno adquiere un conjunto de habilidades, estrategias, reglas o pautas de actuación, rutinas y modos de hacer, tácticas y métodos, algoritmos, etc., los cuales le convierten en práctico, competente y, quizá, experto (según el tipo y grado de aprendizaje propuesto) para afrontar significativamente su entorno".

Sin embargo, para comprender mejor el sentido que los procedimientos tienen, proponemos situarlos con respecto a unos marcos de referencia claramente pedagógicos. En este sentido se puede hablar de tres marcos generales en los cuales cabe insertarlos (Cuadrado Caparrós y otros, 1990):

-El Perfil de salida del Curriculum (El ciudadano y ciudadana que se quiere formar...).

-El conocimiento académico (transmitido en la Escuela).

-El Concepto de Ciencia y su método.

En este contexto, los procedimientos son procesos mediadores que desarrollan estrategias cognitivas tendentes a:

-Alcanzar el perfil de salida del alumno (centrado en los procesos intelectuales que deberá dominar al concluir su formación) en las diferentes situaciones vitales y culturales.

-Colaborar en la construcción del conocimiento académico (el que la escuela ofrece a sus alumnos), entendido éste co-

mo puente entre el vulgar (punto de partida del sujeto aprendiz) y el científico. No podemos olvidar que un objeto fundamental de la instrucción escolar ha de ser la reconstrucción del conocimiento en el alumno (Pérez Gómez, 1983), y esto no es algo que se dé fácilmente; en la escuela se organiza y planifica la intervención didáctica para ayudar a que el alumno consiga este conocimiento (formado por cuerpos estructurados de conceptos y principios relacionados y estrategias de formulación hipotética, de análisis y de investigación).

-Adquirir el método científico (aunque no necesariamente con un significado total, de método único; sería más correcto hablar de los métodos de los científicos), contribuyendo al reconstruccionismo lógico de las disciplinas (o de aspectos de éstas) y de las situaciones vitales en las cuales se encuentren los alumnos.

-Colaborar en el desarrollo de las conexiones entre las intenciones, recursos y actividades planteados por el profesor y las estructuras que posibilitan al alumno descubrir y asimilar las relaciones en la información a la que va teniendo acceso.

Es precisamente de esta manera como creemos que los procedimientos pueden desarrollar un papel innovador, distinto al simple reconocimiento de su papel como contenido explícito que debe tenerse en cuenta.

### **¿Por qué procedimientos junto a contenidos conceptuales?**

Como hemos comentado anteriormente, podemos hablar de dos tipos de conocimiento: declarativo y de procedimientos.

El conocimiento declarativo, por lo general, tiene la característica de ser comunicado verbalmente y los conocimientos científicos actualmente impartidos en nuestras aulas entran, generalmente, den-

tro del campo de conocimientos declarativos (Aguirre de Cárcer, 1985). O lo que es lo mismo, se sitúan en una perspectiva deductiva del concepto de Ciencia y su enseñanza: algo que ya está construido y que debe transmitirse, buscando para ello aquellos métodos que conecten la Ciencia, su estructura y modos de organización con la estructura y modo de organización del pensamiento del sujeto que aprende. Esta perspectiva es, quizás, la que más presencia tiene en nuestras aulas.

Por otra parte, en las ciencias naturales y físico/químicas, el conocimiento de procedimientos abarca toda una serie de destrezas y habilidades, desde la utilización de instrumentos de laboratorio, diseño de experimentos que controlen variables, etc., hasta las estrategias de resolución de problemas de proporciones o de ecuaciones diferenciales simultáneas (Lawson, 1982).

Estas destrezas nos permiten adquirir nuevos conocimientos declarativos o idear formas de contrastarlos con la realidad. En este sentido (posible contraste con la realidad) las destrezas de saber hacer (conocimiento operativo o de procedimientos) pueden considerarse como requisitos imprescindibles para la adquisición de contenidos específicos de la ciencia (conocimientos declarativos), situándonos así en una perspectiva plenamente inductiva respecto al modo de entender la enseñanza de las ciencias.

El principio argumental de ésta es que si el estudiante no tiene la posibilidad de verificar los conocimientos que se le imparten utilizando algún conocimiento de procedimientos apropiado, en lugar de asimilar conocimientos está aceptando dogmas (Lawson, 1982). Los métodos de descubrimiento (y sobre todo los de descubrimiento autónomo) serían modelos didácticos plenamente anclados en esta perspectiva.

En definitiva un currículo de ciencias basado en la perspectiva inductiva de las ciencias tiende a ver cumplidos sus objetivos con el desarrollo de técnicas relacionadas con los procedimientos de las ciencias (técnicas de procedimiento), mientras que un currículo basado en la perspectiva deductiva expresa sus objetivos en términos de conocimiento de los conceptos principales y de los principios de las ciencias. Y sin embargo, la actividad científica no se ancla en ninguna de estas concepciones. Dicho sencillamente, las técnicas de procedimiento no pueden utilizarse ni desarrollarse independientemente de los conocimientos declarativos y, al contrario, los conceptos y conocimientos no pueden aprenderse exclusivamente sin emplear técnicas de procedimiento (Harlen, 1989).

La afirmación de que la adquisición de conocimientos de carácter declarativo en la escuela no puede ser independiente de las técnicas de procedimiento, se basa en que las ideas de los alumnos se forman siempre que éstos tratan de ordenar su experiencia. Avanzan a partir de la experiencia previa y de las nuevas observaciones, sin esperar a que se les diga como deben entender un fenómeno o concepto determinado. Puede que tengan que modificar ideas antiguas a la luz de la información posterior, pero si ellos mismos se dan cuenta de la necesidad de cambiar, no se sentirán confundidos. Si, al contrario, otros les dicen que adopten ideas diferentes, aunque no vean las razones mediante su propio pensamiento, muy probablemente se confundirán y por supuesto no cambiarán de idea. Al respecto hay ya una gran cantidad de bibliografía que avala esto y que no es necesario referir.

Cabe también otro argumento: las operaciones mentales propias del pensamiento formal pueden considerarse como procedimientos (acciones mentales, estrategias de razonamiento, etc.) para asimilar la

realidad o desentrañar el significado de los argumentos proporcionados en nuestras explicaciones de los conceptos científicos. La adquisición y utilización de estas operaciones mentales son requisitos imprescindibles para intentar asimilar unos contenidos, evitando un conocimiento dogmático cuya utilidad tiene difícil justificación (Aguirre de Cárcer, 1985).

### **Tipos de procedimientos**

A la hora de desarrollar el concepto de procedimiento cabe hacerlo en dos planos diferentes, uno en lo que se refiere al tipo de procedimiento en función de su complejidad y otro en cuanto a su naturaleza más o menos específica y su definición característica. De esto nos vamos a ocupar en este apartado.

Así, Amorós y Llorens (1986) distinguen tres "niveles" de procedimientos: Primero, las simples "habilidades", sustrato de "otros" procedimientos. Por otra parte, estarían las "técnicas", conjunto de acciones ordenadas que se adquieren, que se pueden memorizar para alcanzar unos resultados y que se fundamentan en unas habilidades que, a su vez, potencian el desarrollo de éstas. El dominio de una técnica supone la posibilidad de variarla y de poderla aplicar en situaciones diferentes. Por último las "estrategias" serían los procedimientos más complejos y susceptibles de admitir variaciones, para facilitar la resolución de problemas más diversos.

En este sentido podemos decir que la "altura" de un procedimiento está relacionada con tres aspectos: a) el número de pasos o etapas que conlleva y su complejidad; b) la dificultad de las decisiones que se toman en el proceso; y c) el grado de novedad que representa para el alumno.

Es decir, los procedimientos implican siempre unas acciones encadenadas, más

o menos complejas, según que incluyan subacciones y que éstas sean, a su vez, más o menos complejas. Un procedimiento, por tanto, se compone a menudo de otros "subprocedimientos", los cuales a su vez pueden estar también formados por otros subprocedimientos más simples, traducibles incluso en algoritmos o simples habilidades manipulativas o repetitivas. Normalmente, cada una de estas etapas requerirá una toma de decisiones que será tanto más difícil cuanto más novedosa sea la estrategia que se esté practicando.

Por otra parte, en lo que respecta al carácter específico, o de relación disciplinar, que puede tener un procedimiento, cabe partir de que se puede atender a su amplitud de aplicación, lo que nos lleva a agruparlos en dos categorías genéricas: la de los procedimientos generales, susceptibles de ser aprendidos y, por tanto, aplicados en diferentes áreas curriculares, e incluso en situaciones no exclusivas del marco escolar, y procedimientos específicos, propios de áreas curriculares o de núcleos de contenidos concretos, que en contadas ocasiones se aprenden y se aplican fuera del marco académico. Estaríamos así en consonancia con el principio según el cual una disciplina se puede caracterizar por los procedimientos mediante los que se construye o lo que es lo mismo, que se pueden hacer tantas listas de procedimientos como disciplinas, con categoría de tal, se reconocen.

Sin embargo, aceptar esta diferenciación disciplinar de los procedimientos sin más, supone, por una parte, colocar en un mismo nivel (pero en clases distintas, según la disciplina) a procedimientos que, comparados (en su funcionalidad, complejidad, etc.), estarían seguramente subsumidos unos en otros. Es cierto que se puede hablar de procedimientos que responden a las necesidades intrínsecas de un área, en relación con conceptos que le son pro-

pios, pero salvando el hecho de que no se trate de una simple habilidad o técnica, pocos procedimientos se pueden encontrar que no sean o puedan ser utilizados en otra.

Por otro lado, estaríamos renunciando al carácter de elemento diferenciador que el contenido procedimental supone en la concepción curricular de esta reforma. Y esto por lo siguiente: como ya hemos señalado, si bien debemos entender a los procedimientos directamente vinculados al método científico, no debemos olvidar que también deben estarlo con respecto a los perfiles de salida que marca el currículo y a la transformación del conocimiento vulgar en científico. Si entendemos a los procedimientos como elementos colaboradores para el desarrollo de las intenciones, recursos y actividades planteados por el profesor, por un lado, y el aprendizaje del alumno por otro, estamos colocándolos (y nuestra propuesta va en este sentido) por encima del plano meramente disciplinar, otorgándoles un papel delimitador de los aprendizajes que se persiguen, según sea finalmente el conjunto de procedimientos definidos.

El encasillamiento de los procedimientos en las disciplinas de una forma compartimentada (otra cosa es reconocer que determinados procedimientos tienen un papel mayor en una u otra) lejos de constituir un avance clarificador (de hecho se "multiplican" hasta alcanzar un número exagerado en el caso del D.C.B. del M.E.C.) puede suponer el riesgo de subordinarlos a los contenidos conceptuales, quedando de nuevo señalados (su desarrollo) tan sólo en el plano de las intenciones. En este sentido es significativo que según el D.C.B. del Área de Ciencias de la Naturaleza en la E.S.O. (M.E.C., 1989), tras señalarse las "ideas" claves necesarias para la construcción del marco conceptual para desarrollo de los contenidos, se especifica

el conjunto de procedimientos que los alumnos deben "adquirir", planteándolos así (en cierto modo) como metas por conseguir, más que como contenidos a enseñar.

### ¿Qué procedimientos?

Tras lo visto hasta ahora, cabe abordar el problema de ¿qué procedimientos deben ser considerados en un currículo de Ciencias? Desde nuestro punto de vista, y como ya hemos comentado anteriormente, es necesario situar los procedimientos en un marco que no sólo contemple a la Ciencia y sus métodos, sino también el perfil del alumno que queremos formar (con qué procesos intelectuales, para qué situaciones vitales) y el conocimiento académico que finalmente queremos que posea.

Señala Harlen (1989, pág. 54), que "Cada lista (de conceptos, procedimientos, actitudes...) concuerda con una determinada filosofía de las ciencias y de la educación, y del mismo modo que varían las ideas y los valores relativos a estos temas, cambian también sus expresiones y los resultados que se pretenden".

En este sentido no se puede hablar de unos procedimientos "únicos". Las intenciones educativas del currículo (perfil de salida del currículo, conocimiento académico que pretendemos...), la concepción epistemológica de la ciencia (concepto de ciencia y su método), el enfoque pedagógico en que nos situemos, etc. nos dará como resultado un conjunto de procedimientos característico. No es lo mismo situarse en una perspectiva "tecnológica" de la educación que en una interpretativa. En el primer caso, el concepto de ciencia objetiva y de disciplinariedad compartimentada dará como resultado diferentes conjuntos de técnicas para distintas disciplinas.

En el segundo caso, se puede hablar de una tendencia hacia procedimientos más generales, producto de un concepto subje-

tivo de la ciencia y de una concepción más abierta y constructiva de los procesos de enseñanza/aprendizaje.

1. Recoger, explorar y tratar información en los diferentes entornos (es un procedimiento básico).
2. Traducir e interpretar mensajes (transcribir o interpretar información emitida en un código a otro código, manteniendo el significado inicial).
3. Adaptación al medio (se pretende dar respuesta a situaciones que impliquen adaptaciones con el medio en el cual se encuentra).
4. Transformar, crear o inventar (cambiar o modificar o crear una situación inicial existente).
5. Puesta en práctica, construcción y reproducción de modelos y utilización de aparatos (resolución de situaciones que precisan aplicar fórmulas anteriormente aprendidas, construir o aplicar aparatos o técnicas).
6. Juzgar o evaluar (expresión de la perspectiva personal ante un tema determinado, emitir hipótesis).
7. Elegir (próximo a la evaluación o el juicio, se opta por una de las soluciones encontradas).
8. Abstractar (extraer lo que es análogo, comparable o aplicable a otras situaciones, se traduce una situación o un problema en un lenguaje más general).
9. Comprender, retener, memorizar (una situación o información recibida).
10. Concebir un plan de acción o una estrategia (prevenir planes de acción para resolver situaciones problemáticas).
11. Comunicar (expresar los resultados obtenidos).

Cuadro 1.

En este sentido queremos recoger, por último, una lista de procedimientos (Cuadrado Caparrós y otros, 1990), cuyo origen se encuentra en una clasificación sobre procesos intelectuales socioafectivos de D'Hainaut (1985) (Cuadro 1).

El interés de esta propuesta (recogida en un estudio sobre los procedimientos en la educación primaria) reside precisamente en su carácter claramente supradisciplinar. Se puede reconocer dichos procedimientos, desde cualquier disciplina, como válidos y perfectamente integrados en la misma. Se dispone así de un conjunto al cual referirse, y a partir del cual precisar (de

acuerdo con el contexto disciplinar propio) otros subprocedimientos más especiales.

Así, esta lista (dejando al margen el perfil de salida que cabría interpretar muy extensamente) está referida a un concepto de Ciencia bastante más amplio que el que puede definirse desde una ciencia experimental concreta, al mismo tiempo que se refiere a un conocimiento académico diferenciado del conocimiento "científico".

Desde el punto de vista de un profesor de Ciencias, aceptar como lista de procedimientos la anterior no supone una renuncia a la dimensión disciplinar que éstos

tienen, sino reconocer que su referencia pedagógica está por encima de la disciplina concreta, y, así, su acción docente no debe estar sujeta unívocamente a la concepción de ésta (y de sus métodos), sino que puede referirse a ámbitos didácticos más amplios. Quedaría, no obstante, la tarea de concreción de los componentes subprocedimentales propios (o más característicos) de cada área.

Para terminar, cabe subrayar, en definitiva, la necesidad de atender al carácter innovador que tiene el reconocimiento de los procedimientos como contenidos integradores, susceptibles de ser enseñados y aprendidos, tal y como hemos querido señalar a lo largo de este trabajo. No es una tarea sencilla tal reconocimiento, y el desarrollo del nuevo currículo que la reforma educativa plantea será sin duda una prueba del mismo.

#### REFERENCIAS

AGUIRRE DE CARCER, I. (1985). *Los adolescentes y el aprendizaje de las ciencias*. M.E.C., Madrid.

- AMOROS, C. y LLORENS, M. (1986). "Los procedimientos". *Cuadernos de Pedagogía*, 139.
- CUADRADO CAPARROS, D.; GARCIA NADAL, R.J.; MARTINEZ VALCARCEL, N.; RODRIGUEZ CANO, M.T.; SANZ RODRIGUEZ, M.D. y TORRES SAEZ, A. (1990). *Los procedimientos en los D.C.B. de Primaria. Un estudio realizado por el Departamento de Primaria*. Centro de Profesores de Murcia, Murcia.
- D'HAINAUT, L. (1985). *Objetivos didácticos y programación*. Oikos-Tau, Barcelona.
- GREENO, J.G. (1973). "The Structure of Memory and the Process of Solving Problems". En R.L. Solso (ed.): *Contemporary Issues in Cognitive Psychology: the Loyola Symposium*, Winston & Sons, Washington, D.C.
- HARLEN, W. (1989). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. M.E.C. Morata, Madrid.
- LAWSON, A. (1982). "The reality of General Cognitive Operations", *Science Education* 66(2): 229-241.
- M.E.C. (1989). *Diseño Curricular Base (Educación Secundaria Obligatoria I)*, Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.
- PÉREZ GOMEZ, A. (1983). "Conocimiento académico y aprendizaje significativo. Bases teóricas para el diseño de instrucción", En Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A. (Eds.). *La enseñanza: Su teoría y su Práctica*. Akal Ed., Madrid.
- VALLS, E. (1989). "Los procedimientos. Su concreción en el área de historia", *Cuadernos de Pedagogía*, 168.

#### SUMMARY

*In the nowadays context of educational reform, the "means" has a relevant character in the new curriculum. In this paper we analyse different points of view about the "means" that we can find in the books and we focus their pedagogical analysis on the curriculum exit profile, the academic knowledge and the science concept and method.*

#### RESUMÉE

*Dans le contexte actuel de la réforme éducative, les "procédures" ont un rôle rélevant dans le nouveau curriculum. Dans ce travail on analyse les différents points de vue qu'on peut trouver sur les "procédures" dans la bibliographie et on centre leur analyse pédagogique sur la face de partie du curriculum, les connaissances académiques que l'école transmet et le concept de science et son méthode.*