

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS MATEMÁTICAS

Julia Teresa Revilla Mendoza

En estos breves fragmentos se presentan algunas limitaciones del aprendizaje por descubrimiento y si la enseñanza por transmisión de conocimientos nos garantiza un aprendizaje significativo. También se reconoce el interés de las nuevas tecnologías como contenido curricular y como medio didáctico.

LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL

Cuando se plantea a los profesores y a los estudiantes de materias científicas qué orientación habría que dar a dichos estudios, surge como idea central la conveniencia de realizar abundantes trabajos prácticos para romper con una enseñanza puramente libre. Ello constituye, sin duda, una intuición básica de la generalidad de los profesores, que contemplan el paso de una enseñanza de las ciencias eminentemente experimental, dificultada en nuestro país por la falta de instalaciones y material adecuado, un excesivo número de alumnos, las características de la currícula, etc. estas dificultades son las que más aquejan al sector estatal.

Prácticamente se muestra una imagen distorsionada de la ciencia, por tal razón es preciso prestar atención a esta idea de buscar en la metodología científica la solución a las

dificultades en el aprendizaje de las ciencias y actitudes negativas que dicho aprendizaje genera. Se trata, quizás, de la tendencia innovadora más espontánea, aquella a la que se refieren en primer lugar los profesores deseosos de mejorar la enseñanza. Hoy poseemos, sin embargo abundantes resultados que cuestionan esta orientación, concretándose en propuestas de "aprendizaje por descubrimiento". Dichas propuestas se basan a menudo, como señala Ausubel (1978) "en la ingenua premisa de que la solución autónoma de problemas ocurre necesariamente con fundamentos en el razonamiento inductivo a partir de datos empíricos", que olvidando el papel central que las hipótesis y todo el pensamiento divergente desempeñan en el trabajo científico así como el carácter social y dirigido de dicha actividad. Se transmite, pues, una visión incorrecta de un "Método Científico" caracterizado exclusivamente por el rigor y la objetividad, que "se limita a los hechos y evita las suposiciones" la imaginación, los riesgos quedan excluidos. La creatividad corresponde, según esta visión, tan solo al dominio de las actividades artísticas y la ciencia es considerada como una búsqueda objetiva, metódica, desapasionada. Por otra parte, coherentemente con esta orientación inductivista, se produjo una falta de atención a los contenidos, en la creencia de que estos carecen de importancia frente al "Método" o de que la ejecución de los experimentos pueden proporcionar al alumno, incidetemente, lo fundamental de la materia.

La situación es similar e incluso más grave en lo que se refiere a la resolución de problemas de lápiz y papel, el otro campo que, juntos a los trabajos prácticos, es concebido como ocasión privilegiada para la adquisición y desarrollo de las aptitudes científicas.

Como se ha mostrado repetidamente, los alumnos no aprenden a resolver problemas, sino que, a lo sumo, memorizan soluciones explicadas por el profesor como simples ejercicios de aplicación: los alumnos se limitan a «recordar» problemas que ya han sido resueltos o a abandonados. La gravedad de la situación ha convertido desde hace años la investigación sobre problem-solving, junto a las prácticas de laboratorio, en una de las prioridades en el campo de la didáctica de las ciencias (Yager y Kahle 1982). Estas investigaciones muestran hasta que punto la propia didáctica de la resolución utilizada por el profesorado se aleja de las características del trabajo científico, convirtiendo los problemas en ejercicios que el profesor resuelve de forma lineal, sin dudas ni ensayos sobre lo que se busca o el camino a seguir y, a menudo, sin siquiera contrastación e interpretación de resultados. Es por eso que la enseñanza de los procesos de la ciencia se pone en cuestión

¿Será la enseñanza por transmisión de conocimientos garantía de un aprendizaje significativo?

La crítica, muy justificada, de la enseñanza por descubrimiento, se vio acompañada por una defensa renovada del «aprendizaje por recepción», es decir, de la enseñanza por transmisión de conocimientos ya elaborados. Esta orientación - en la que destacan los nombres de Ausubel (1978) y Novak (1979) - resaltó adecuadamente aspectos como el papel de guía del profesor

o la importancia de las estructuras conceptuales de los alumnos en la adquisición de nuevos conocimientos. La innovación en la enseñanza se orientó así al estudio de las jerarquías de los conceptos a introducir y a la elaboración de «mapas conceptuales» (Moreira y Novak 1988) para presentar ordenadamente los conocimientos, de forma que pudieran integrarse significativamente en las estructuras conceptuales de los alumnos.

La principal aportación del trabajo de Ausubel fue, sin duda, el esfuerzo explícito de fundamentación teórica; ello permitió cuestionar las propuestas ingenuas del «aprendizaje por descubrimientos» y mostrar que, tras la idea vaga peyorativa de «enseñanza tradicional» existía un modelo coherente de enseñanza/aprendizaje por transmisión/recepción. Por lo demás, algunas de las aportaciones de Ausubel forman parte hoy del bagaje común de todos los educadores.

La renovación de la enseñanza por transmisión de conocimiento, no resuelve los problemas de aprendizaje, ni siquiera en lo que se refiere a la adquisición de conceptos. El problema de los «errores conceptuales» que cometen los alumnos de todos los niveles en dominios reiteradamente enseñados, muestra ineficacia de las estrategias de transmisión de conocimientos, que siguen siendo utilizadas mayoritariamente por el profesorado. Se podía así dudar que la transmisión de conocimientos se traduzca en asimilación significativa para la mayoría de los alumnos. En efecto, como señala el mismo Ausubel, la verdadera asimilación de conocimientos exige un proceso activo de «relación, diferenciación y reconciliación integradora con los conceptos pertinentes que ya existían» (Ausubel 1978) y «cuando más activo sea este proceso, tanto más significativos y útiles serán los conceptos asimilados». Pero ello exigiría,

tener en cuenta las necesidades de tiempo propio para que los alumnos puedan trabajar los conceptos hasta ligarlos a su estructura conceptual. Y habría que plantear las actividades que favorezcan dicho trabajo de relación, diferenciación...e introducir los mecanismos de retroalimentación para constatar hasta qué punto los alumnos han asimilado y se puede seguir adelante, etc., etc. En definitiva, hacer activo el proceso de asimilación en la clase supondría romper el discurso profesoral con más trabajo de los alumnos y más tiempo propio para estos. Más grave parece, sin embargo, la defensa de la enseñanza por transmisión en base a criterios de falta de capacidad de la mayoría de alumnos para «descubrir autónomamente» todo lo que deben saber (Ausubel 1978).

En definitiva, como el mismo Ausubel reconoce, la actividad de los alumnos durante la asimilación de conceptos es menos rica que durante la formación de conceptos. Y ello incluso en lo que se refiere a aspectos considerados como ocasión privilegiada para la iniciativa de los alumnos como son los trabajos prácticos o la resolución de problemas. En efecto, en una enseñanza por transmisión de conocimientos ya elaborados, los trabajos prácticos juegan un papel de simple ilustración y se limitan a manipulaciones siguiendo recetas muy pormenorizadas en las que falta la mínima posibilidad de emitir hipótesis, diseñar experimentos o incluso analizar los resultados

En lo que se refiere a la resolución de problemas de lápiz y papel, la situación es en todo comparable. De hecho no se enseña a resolver problemas sino a comprender soluciones explicadas por el profesor como ejercicios de «aplicación de la teoría». Y es aquí, quizás, donde el fracaso de la enseñanza por transmisión resulta más evidente, puesto que el grado de transferencia es mínimo y los alumnos se limitan a reconocer problemas ya resueltos.

El modelo de enseñanza/ aprendizaje por transmisión /recepción no parece, pues, resolver estos y otros graves problemas de la educación científica. Sin embargo ha supuesto, un serio esfuerzo de fundamentación teórica y perfeccionamiento del modelo de enseñanza que sigue siendo hoy mayoritariamente utilizado. Ello resulta esencial si tenemos en cuenta que los esfuerzos de renovación de la enseñanza de las ciencias realizados hasta mediados de los 70 parten del rechazo simplista de una «enseñanza tradicional» caricaturizada y, aparentemente, de muy fácil sustitución. De hecho, durante bastante tiempo, los intentos de renovación no parecían tener en cuenta la necesidad de un marco teórico, como si la transformación de la enseñanza dependiera sólo de posturas ideológicas o pudiera abordarse con tratamientos puntuales. La fundamentación realizada por Ausubel, Novak, etc., del modelo de enseñanza/aprendizaje por transmisión/recepción de conocimientos, rompe con estas formas simplistas de aproximación.

LA INCORPORACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS A LA ENSEÑANZA.

La utilización de las nuevas tecnologías en la enseñanza está, sin duda, plenamente justificada si tenemos en cuenta que uno de los objetivos básicos de la educación ha de ser la «preparación de los adolescentes para ser ciudadanos de una sociedad plural democrática y tecnológicamente avanzada». Es así que las nuevas orientaciones curriculares deben contemplar acertadamente la incorporación de «las Nuevas Tecnologías de la información como contenido curricular y también como medio didáctico».

Son bien conocidas las posibilidades que los ordenadores ofrecen para recabar informaciones y contrastarlas, para proporcionar rápida retroalimentación, y muy particularmente, para

conectar con el interés que los nuevos medios despiertan en los alumnos. Nada, pues que objetar a la utilización de los ordenadores como medio didáctico. Por otra parte, la posibilidad de simular con ordenador conductas inteligentes, han conducido a los modelos de "procesamiento de información", basados en la metáfora de la mente humana como ordenador. Esta orientación teórica ha hecho aportaciones de indudable interés, sobre todo en lo que se refiere a la comprensión de como se organizan los conocimientos adquiridos en la «memoria a largo plazo» y cómo se recuerdan dichos conocimientos para utilizarlos en un momento dado (concretamente en la resolución de problemas). Para algunos, los modelos de procesamiento de la información, junto a los modelos constructivistas, constituyen hoy las dos perspectivas fundamentales de la investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Y aunque, en nuestra opinión, la perspectiva constructivista ha resultado mucho más fructíferas para la renovación de la enseñanza de las ciencias que la basada en el procesamiento de información, no pueden ignorarse, repetimos, los aportes teóricos y prácticos del uso de los ordenadores...y sus limitaciones.

Creo que es necesario llamar la atención contra visiones simplistas que ven en el uso de las nuevas tecnologías el fundamento de renovaciones radicales de la enseñanza/aprendizaje.

Y no se trata únicamente de que la prensa se haga eco con frecuencia de la «renovación informática en la enseñanza» o de la «muerte del profesor» (a manos del ordenador): amplios sectores del profesorado e incluso autoridades académicas contemplan la introducción de la informática como una posible solución a los problemas de la enseñanza, como una auténtica tendencia innovadora una publicidad agresiva cuya atractiva presentación dificulta, a menudo, una apreciación objetiva de las ofer-

tas. Es preciso llamar la atención contra estas expectativas, que terminan generando frustración. Cabe señalar, por otra parte que la búsqueda de la solución en «nuevas tecnologías»...es ya antigua y fue acertadamente criticada por Piaget (1969) en relación a los medios audiovisuales y a las «máquinas de enseñar» utilizadas por la «enseñanza programada». Vale la pena recordar la argumentación de Piaget que, pensamos, continua conservando su vigencia.

«La imagen, el film, los procedimientos audiovisuales con que toda pedagogía que quiere parecer moderna nos golpea hoy constantemente los oídos, son auxiliares preciosos (...) y es evidente que están en claro progreso en relación a una enseñanza puramente verbal. No obstante, existe un verbalismo de la imagen como hay un verbalismo de la palabra». En cuanto a las «máquinas de enseñar» - precedente en tantos aspectos del auge actual del uso ordenador -afirma, con una buena dosis de ironía: «Los espíritus sentimentales o pesados se han entristecido de que se pueda sustituir a los maestros por máquinas; sin embargo, estas máquinas nos parece que prestan el gran servicio de demostrar sin posible réplica el carácter mecánico de la función del maestro tal como la concibe la enseñanza tradicional: si esta enseñanza no tiene más ideal que hacer repetir correctamente lo que ha sido correctamente expuesto, está claro que la máquina puede cumplir correctamente estas condiciones» (Piaget 1969). En definitiva, las nuevas tecnologías (cuyo valor instrumental nadie pone en duda) no pueden ser consideradas, como algunos siguen pretendiendo, el fundamento de una tendencia realmente transformadora. Tras esta pretensión se esconde, una vez más, la suposición ingenua de que una transformación efectiva de la enseñanza/aprendizaje de las ciencias puede ser algo sencillo, cuestión de alguna receta adecuada como «aprendizaje de las cien-

cias puede ser algo sencillo, cuestión de alguna receta adecuada como «información» (o «enseñanza integrada» o...). La realidad del fracaso escolar, de las actitudes negativas de los alumnos, de la frustración del profesorado, acaban imponiéndose sobre el espejismo de las fórmulas mágicas.

BIBLIOGRAFÍAS

GIL PEREZ, Daniel
Enseñanza de las Ciencias
<http://www.oei.org.co/oervirt/gil.htm>
Sevilla, 1999

NOVAK, Joseph
Teoría y Práctica Educativa
Alianza Editorial S.A.
Madrid. 1982

PORLÁN RAFAEL Y OTROS

Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias
Díada Editora, 2da. edición
Sevilla, 1995, 201 pp

ZUBIRÍA, Julián y Miguel ZUBIRÍA
Biografía del Pensamiento,
Estrategias para desarrollar el pensamiento.
Editorial Magisterio,
Bogotá 1998 , 144 pp.