

TENDENCIAS MAS IMPORTANTES EN LA ENSEÑANZA CONTEMPORANEA DE LA CIENCIA

J. M. GUTIERREZ-VAZQUEZ*

El que observa el crecimiento de una cosa, decía Heráclito, tiene la mejor visión de ella. En este sentido, los educadores con un mínimo de 20 años entregados a la enseñanza de la ciencia, tenemos la fortuna no solamente de haber presenciado sino de haber participado en el desarrollo de los tres movimientos curriculares más importantes de lo que nuestro siglo lleva recorrido, ya que estos movimientos se sucedieron, en cuanto a dicha enseñanza se refiere, en un lapso comprendido, aproximadamente, entre fines de los cincuenta y principio de los ochenta.

Como un primer intento para abordar la comprensión de tales movimientos curriculares en perspectiva, se presentan al lector estas notas sobre cómo fueron iniciados, cuáles fueron o son sus lineamientos básicos ya sean éstos conceptuales, estructurales, filosóficos, psicológicos o metodológicos, cuáles han sido sus implicaciones y sus resultados y cuál ha sido el modelo de desarrollo curricular seguido en cada caso. Se agrega, al final, una breve lista de obras cuya lectura se recomienda para profundizar dicha comprensión o bien a título de ejemplos.

1. Introducción: antes del Sputnik

Durante la Edad Media, en el mundo occidental la enseñanza de la ciencia era reducida, tanto en escuelas como en colegios y universidades. Con el Renacimiento, las corrientes humanistas llegaron a los sistemas educativos, pero las ciencias no. Se enseñaba un poco de matemática en algunas escuelas para navegantes y también algo de química y de botánica en las escuelas de medicina. Puede decirse que hasta el siglo XVIII e incluso parte del XIX, los grandes descubrimientos e invenciones fueron hechos no en virtud sino a pesar de la poca ciencia que se enseñaba en las escuelas y universidades. No es que no se hiciera ciencia: se hacía y mucha, pero no en las instituciones educativas. Y si la ciencia llegó tarde a las escuelas, la enseñanza experimental de las disciplinas científicas llegó mucho más tarde todavía.

A partir del siglo XVIII, algunos científicos abogan por la enseñanza experimental de la ciencia desde la escuela elemental. Priestley decía ya en 1790 que era indispensable que los niños aprendieran ciencia a través de la realización de experimentos; sostenía que era necesario que los niños hicieran los experimentos con sus propias manos, y que se enfrentasen desde muy temprana edad con la teoría y la práctica del trabajo inquisitivo. La ciencia llega por fin a las universidades y colegios a fines del siglo XIX, quizá como una influencia de la Revolución Industrial. Es entonces cuando comienza una preocupación verdadera y generalizada por la enseñanza experimental. A partir de 1870, es posible encontrar ya regularmente trabajos prácticos individuales en los laboratorios de las instituciones inglesas de niveles medio y superior, desarrollándose poco después una tendencia similar en los Estados Unidos. Hasta antes de este momento, el estudio de la naturaleza (en el sentido más tradicional de la historia natural) se consideraba un componente importante de la formación de varones de clases media alta y alta quienes, como parte de su "cultura", debían poseer un cierto corpus de "información interesante" sobre la naturaleza (esto es, los nombres de las rocas, plantas y animales diversos, de los planetas, constelaciones, de los diversos tipos de nubes, etc.).

Cuando a fines del siglo XIX la enseñanza de la ciencia comenzó a extenderse en las escuelas de nivel medio e incluso de nivel elemental, el objetivo perseguido no siempre era el de comprender y llegar a modificar la naturaleza. Se consideraba más bien una parte de la formación general que desarrollaba y fortalecía las facultades mentales; no se pensaba que los niños fueran a encontrar aplicación a aquello que aprendían, ni siquiera incluso cuando fuesen adultos: la idea era que al coleccionar objetos y clasificarlos, al

*Departamento de Investigaciones Educativas, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México. Dirección actual: Centro Michoacano para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Apartado postal 179, 61600 Pátzcuaro, Michoacán.

memorizar los nombres correctos de las cosas, los niños ejercitaran su mente, aguzaran sus capacidades para la observación y fortalecieran su intelecto.

A principios de nuestro siglo, con las corrientes de educación progresistas y con educadores como Dewey, se fortalece aún más la idea de enseñar la ciencia a través de la experiencia directa de los alumnos. En este sentido, se llega en ocasiones a excesos notables en la sacralización de la actividad y del experimento; en la década de los 20, algún educador dijo que lo que no se pudiera enseñar a través de los laboratorios debería ser eliminado de los programas.

Se suceden entonces, una serie de movimientos aislados en diversos sentidos. Por ejemplo, a fines de los 20 y principios de los 30 se da en Estados Unidos una corriente fuerte para enseñar “ciencia con utilidad social”, estudiando directamente inventos, descubrimientos y máquinas diversas en lugar de centrar la enseñanza en los contenidos científicos tradicionales; en este programa, los niños estudian cómo funcionan y cómo se construyen aviones, automóviles, trenes, telégrafos, teléfonos, radios, etc. Una tendencia muy fuerte es la de aprender la ciencia solamente a través de la lectura de libros; de hecho, esta tendencia convierte a los libros de texto de ciencia en libros de lectura. Otra tendencia más y de gran importancia que se origina en Francia en los años 20 y que llega a hacerse muy popular en los años 50 es el movimiento de la “escuela activa”, cuyo postulado, aún válido, de que los niños aprenden mejor cuando se involucran activamente con los materiales educativos, influyó de manera importante en la enseñanza de la ciencia. En las escuelas “progresistas”, se volvió imperativo enseñar todo a través de “actividades”; los niños hacían “experimentos” y veían a su maestro realizar otros (se atraían con imanes, diferentes cuerpos, se construían timbres electromagnéticos para después transformarlos en aparatos telegráficos, se demostraba la presión atmosférica rompiendo reglas con la mano, contra el peso “ejercido” por una sola hoja de papel periódico, se hacía ver cómo la “fuerza centrífuga” impedía que el agua cayera de un balde que el maestro hacía girar con una cuerda); sin embargo, a menudo, los resultados no se discutían, las conclusiones no se elaboraban y los conceptos y principios científicos no aparecían por ningún lado. Con frecuencia, la clase de ciencias se parecía más a una función de magia que a un esfuerzo serio y sistemático por conocer, comprender y explicar la naturaleza y los fenómenos naturales.

Por lo demás, hasta antes de la década de los 60, el concepto de desarrollo curricular no se encontraba ampliamente difundido. El interés en cuanto a la producción de auxiliares didácticos, en consistencia con el modelo verbalista de la enseñanza, se centraba casi exclusivamente en escribir libros de texto para los alumnos que, por lo general, no contenían actividades ni investigaciones, y que eran elaborados por equipos de autores de unos cuantos miembros, casi siempre eran uno o dos maestros del nivel educativo al cual el texto se dirigía. Conforme los conocimientos científicos se multiplican, los libros de texto crecen y caen en el enciclopedismo, al mismo tiempo que su nivel de obsolescencia aumenta.

A pesar de las numerosas corrientes que propugnaban por la enseñanza experimental de la ciencia, por la realización de experimentos y demostraciones en el salón de clase y de observaciones en el campo, por la participación activa de los niños en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cierto es que en la mayoría de los salones de clase de la mayor parte de las escuelas de educación elemental y media (y en no pocas instituciones de educación superior), la ciencia se seguía enseñando en todo el mundo como un conjunto prácticamente definitivo de hechos y verdades estables e incontrovertibles, que el libro de texto contenía, que el maestro supuestamente sabía y exponía, y que el alumno tenía que memorizar a base de lecturas repetidas para poder contestar a las preguntas que se le hacían en clase, cuando se le tomaba la lección o cuando presentaba pruebas parciales o exámenes finales.

2. Los años 60: enseñar la ciencia tal como es

El primer gran movimiento de carácter mundial por la renovación de la enseñanza de la ciencia, arranca a fines de los años 50 y tiene su origen fuera del quehacer educativo: su detonador fue el lanzamiento del primer satélite artificial por los soviéticos en 1957. Los científicos encuentran, en los EE.UU., que la enseñanza de la ciencia en las escuelas (primero en las de nivel medio, después en las de nivel elemental) está totalmente divorciada de las necesidades del país.

La renovación que se propugna se fundamenta en dos lineamientos, uno conceptual (la ciencia no es

solamente un conjunto de conocimientos sistematizados, sino también un conjunto de métodos y procedimientos para buscar y establecer nuevos conocimientos; a la ciencia información debe agregarse la ciencia investigación) y otro estructural (la ciencia cuenta con conceptos e ideas poderosas y fundamentales que dan coherencia y unidad y que proveen de una estructura que relaciona y organiza los contenidos) .

Dentro de este movimiento, se procura enseñar cómo se obtienen, establecen y usan los conocimientos, y no solamente los conocimientos mismos; se enfatiza la relación entre la teoría y el laboratorio o la práctica; se le da enorme peso a la metodología del quehacer científico (incluyendo el método mismo, así como procedimientos, técnicas, destrezas, habilidades) y a la estructura de los contenidos (cursos con buena estructura, cada tema también bien estructurado); se destaca como muy fundamental la interacción entre la mente (del investigador, del estudiante) y los hechos de la naturaleza. A pesar de su insistencia por deshacerse de los contenidos enciclopédicos característicos de los libros de texto, vigentes hasta antes de este movimiento, los productos finales logrados por el mismo resultaron ser también relativamente densos y masivos.

Aunque se abandonó propositiva y explícitamente la autoría de una o dos personas y se organizaron vastos equipos sobre cuyos hombros recayó la responsabilidad de desarrollar los nuevos currículos, el modelo de desarrollo seguido, casi en todos los casos, fue el lineal con la autoridad y el control en manos de los científicos de nivel universitario. Esto es que, aunque los equipos incluían profesores en ejercicio, psicólogos, pedagogos, etc., y aunque los materiales producidos se sometieron a pruebas y experimentaciones diversas, las decisiones iniciales y finales sobre los contenidos educativos y su organización fueron tomadas por los científicos de nivel universitario que dirigían a los grupos de trabajo, por lo que la lógica, la integridad y la estructura de las disciplinas científicas fueron mantenidas en todos los proyectos.

3. Los años 70: la ciencia es una

El movimiento para enseñar las diversas disciplinas científicas en forma integrada no tiene un comienzo tan espectacular ni tan aparatoso como el movimiento anterior. En la década de los 70, el desarrollo curricular es ya una tendencia bien establecida, casi se ha convertido en una moda; los autores ya no dicen que están escribiendo un libro: organizan un equipo de trabajo y dicen que están desarrollando un nuevo currículo. La enseñanza de la ciencia integrada como un movimiento renovador tiene dos antecedentes: uno, ajeno a la educación, lo encontramos en el interior de la ciencia misma, y consiste en el gran éxito de productividad teórica y práctica de las fronteras interdisciplinarias y de los enfoques multi e interdisciplinarios (bioquímica, biofísica, biofísicoquímica, biología molecular, electroneurofisiología, cibernética, etc.); otro, que se da dentro del campo de la educación, y que es un resultado del énfasis puesto durante el decenio anterior en la enseñanza de la ciencia como investigación, como método, así como de la enseñanza de las habilidades y destrezas necesarias para el estudio de la naturaleza: todo esto emparenta a las disciplinas científicas unas con otras.

Desde un punto de vista filosófico y conceptual, la enseñanza de la ciencia integrada destaca la naturaleza del conocimiento científico, el proceso de generación de nuevos conocimientos y los conceptos básicos que las ciencias naturales comparten entre sí; se enfatiza el espíritu de la ciencia más que la información científica. En el orden de lo psicológico, esta tendencia reduce el número de objetivos de aprendizaje que deben lograrse, destacando realmente los aspectos comunes y más importantes; se enfatiza y facilita la transferencia de los conocimientos aprendidos y se motiva más a los estudiantes por la ciencia como un todo. En una perspectiva metodológica, se ayuda al estudiante a aproximarse a la consideración del fenómeno en su integridad, sin descomponerlo en asignaturas.

Aunque comparte con la tendencia anterior varios puntos básicos que en la enseñanza de la ciencia se consideran ya irreversibles (enseñar tanto los conocimientos como los métodos para obtener, establecer y utilizar los conocimientos; relacionar siempre la teoría con la práctica; enfatizar la metodología y la estructuración del contenido; el conocimiento surge de la interacción entre la mente de quien estudia y los hechos de la naturaleza), la enseñanza de la ciencia integrada supera algunos de los problemas; por ejemplo, la densidad y masividad de los productos finales. Sin embargo, plantea otros problemas que son nuevos y que, de alguna manera, le son característicos: la gran dificultad para organizar un buen

currículo integrado; la dificultad para escoger criterios consistentes para la integración; la propensión a perder la estructura y la lógica disciplinaria lograda durante los 60; el enorme problema de convertir a profesores de asignatura en profesores de área o, peor aún, el de poner a un profesor de asignatura a impartir cátedra en un área sin que medie ningún cambio en su preparación ni en el apoyo que se le brinda para que desarrolle su trabajo. Después de varios años de desarrollo de esta tendencia en todo el mundo, se constata con desaliento la enorme cantidad de proyectos cuyos productos terminan mezclando o revolviendo las diversas disciplinas (México es un caso verdaderamente espectacular con sus libros y programas para los primeros dos grados de educación primaria y con sus programas para la segunda enseñanza) en lugar de integrar las ciencias en una sola.

El modelo de desarrollo seguido por casi todos los grupos de trabajo dentro de esta tendencia van desde el lineal -con la autoridad y el control en manos de científicos de nivel universitario, tal como los encontramos en los 60- hasta el circular de consenso (esto es, grupos amplios que pueden incluir profesores, directores de escuela, representantes de la comunidad e incluso científicos de nivel universitario cuando hagan falta, con igual rango y autoridad para los miembros), pasando por todos los híbridos posibles.

4. Los años 80: ciencia y sociedad

Aunque el desarrollo curricular es una actividad todavía muy importante, comienzan a manifestarse esfuerzos aislados que centran todo su quehacer en el apoyo que el maestro requiere para desarrollar su labor y ya no tanto en el currículo mismo. De todas formas, la búsqueda de nuevos enfoques para el desarrollo curricular dentro de la enseñanza de la ciencia da lugar a un movimiento que, aunque con raíces en la primera mitad de nuestro siglo (y de hecho, algunas de ellas más antiguas, en pleno siglo XIX), inicia su desarrollo a fines de los 70 y viene a constituir una tendencia consolidada en los 80: las interacciones entre la ciencia y la sociedad; el papel de la ciencia en un contexto social; las relaciones entre el conocimiento y el quehacer científico, por un lado, y la toma de decisiones en nuestra vida personal, familiar y social, por el otro.

Este movimiento se origina casi íntegramente dentro del campo educativo, sin detonadores ni factores determinantes externos a la educación, a la enseñanza misma de la ciencia, aunque se puede considerar como antecedente muy importante a los movimientos estudiantiles de 1968 en diversos países, así como a los planes y programas de reforma educativa (incluyendo el nivel universitario) que tales movimientos generaron durante los años 70. Sus iniciadores plantearon que, por enseñar bien la ciencia, nos hemos metido demasiado en ella, la vemos solamente por dentro y la hemos aislado y descontextualizado; incluso hemos llegado a ver a la ciencia como un valor en sí misma, aislada del hombre. Estudiar ciencia está bien, pero necesitamos una ciencia para la acción, una ciencia para nuestra vida diaria en la que asuntos como salud, enfermedad, nutrición, contaminación, crecimiento demográfico, etc., no pueden seguir siendo temas menores. La ciencia debe ayudar al ciudadano medio a entender lo que pasa, en general, y lo que le pasa, en particular. Una ciencia que le permita desarrollar una conciencia, una ciencia que permita a los ciudadanos poder tomar decisiones razonables, una ciencia relevante para la sociedad en la que vivimos. Quizá, tampoco fue ajeno a este proceso el conocimiento de las estadísticas educativas que mostraban un descenso relativo en el número de alumnos que escogían asignaturas científicas optativas dentro del currículo de la educación media, y un descenso similar en la inscripción relativa de estudiantes en facultades y escuelas de ciencias en todo el mundo, con un aumento relativo de los mismos índices para escuelas y facultades de ciencias sociales. El hecho de que los aportes de la ciencia y la tecnología hayan tenido durante la segunda mitad del siglo XX un impacto tan importante en la vida social (las armas nucleares, el deterioro ambiental y el manejo de la información incluidos) jugó también, sin lugar a dudas, un papel importante.

Dentro de esta tendencia se pone énfasis en el conocimiento científico y su naturaleza, pero se le da mucha importancia también a sus limitaciones y a sus consecuencias. Se señala que el conocimiento científico puede ser benéfico o perjudicial para la humanidad y/o para el medio ambiente, dependiendo de cómo se use; se insiste en que los recursos naturales no son infinitos; se considera objetivo de gran trascendencia ejercitar a los alumnos en la toma de decisiones razonadas, teniendo en cuenta las posibilidades y las restricciones que se encuentran en juego, además de aclararse que en el proceso de toma de decisiones las

consideraciones morales y los juicios de valor están involucrados; se conceptúa como básico, finalmente, que la enseñanza de la ciencia juegue un papel en la preparación de ciudadanos que puedan participar razonablemente, de manera informada, en la solución de problemas sociales y personales.

Este movimiento comparte muchos de los logros, implicaciones y resultados “irreversibles”, ya considerados antes para las tendencias más recientes en la enseñanza de la ciencia. Habría que agregar, sin embargo, que muchos de los currículos generados han sido concebidos para ser agregados a los currículos de educación media y no para sustituir a los cursos regulares de ciencias, sean éstos de ciencia integrada o de ciencia por disciplinas o asignaturas. Cuando los criterios de esta tendencia han permeado excesivamente los cursos regulares de ciencia o cuando, de hecho, los han sustituido, a todos preocupa que, en su afán por preparar para la vida, estos cursos no preparen a los alumnos de manera conveniente para los cursos o ciclos inmediatos superiores. Por lo demás, un peligro siempre presente es que un curso de ciencia y sociedad, en manos inadecuadas, se presta para radicalismos endebles y reduccionismos absurdos, lo cual puede hacer bajar sensiblemente el nivel académico del curso en cuestión.

LECTURAS RECOMENDABLES

Sobre modelos de desarrollo curricular:

EISNER, E. W., y E. VALLANCE, eds., 1975. *Conflicting Conceptions of Curriculum*, McCutchan, Berkeley, Calif.

HYMAN, R. T., ed., 1973. *Approaches in Curriculum*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. Jersey.

MACDONALD, J. B., 1975. “Curriculum and Human Interests”, en W. Pinar, ed., 1975. *Curriculum Theorizing: The Reconceptualists* McCutchan, Berkeley, Calif.

Sobre la enseñanza de la ciencia tal como es:

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, 1962. “The New School Science”, AAAS Misc. Publ. No. 63-6, Washington.

BRUNER, J., 1960. *The Process of Education*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

GUTIERREZ-VAZQUEZ, J. M., et al., 1971. *Biología: Diversidad del Mundo Vivo y sus Causas*, CECSA, México.

UNESCO, 1967-1976. Las series denominadas Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Biología (Vol. I, 1967; Vol. II, 1969; Vol. III, 1971), de la Química (Vol. I, 1967; Vol. II, 1969; Vol. III, 1972; Vol. IV, 1975) y de la Física (Vol. I, 1968; Vol. II, 1972; Vol. III, 1976), UNESCO, París.

Sobre la enseñanza de la ciencia integrada:

GUTIERREZ-VAZQUEZ, J. M., coord., 1972-1974. *Ciencias Naturales*; 12 volúmenes para la educación primaria, seis para el alumno y seis para el profesor, Comisión Nacional del Libro de Texto Gratuito, SEP, México.

GUTIERREZ-VAZQUEZ, J. M., coord., 1976-1977. *La Naturaleza de las Cosas*, Ciencias Naturales, dos volúmenes para la educación secundaria, Editorial Trillas, México.

MEE, A. J., P. BOY y R. RITCHIE, 1971. *Science for the 70's*, Heinemann Educational Books, Londres.

UNESCO, 1971-1979. La serie denominada Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Ciencia Integrada (Vol. I, 1971; Vol. II, 1973; Vol. III, 1974; Vol. IV, 1977; Vol. V, 1979), UNESCO, París.

Sobre la enseñanza de la ciencia en sus relaciones con la sociedad:

LEWIS, J., Director del proyecto, 1982-1983. *Science in Society*, Libro del Maestro, Libros de lectura para alumnos, audioprogramas, ejercicios de toma de decisiones y tablas de datos, Heinemann Educational Books, Londres y The Association for Science Education, Hatfield.