

¿QUÉ CONOCIMIENTO CIENTÍFICO ENSEÑAR EN LA ESCUELA OBLIGATORIA?

ALIBERAS, JOAN

IES Josep Puig i Cadafalch, Mataró.

Palabras clave: Contenidos escolares; Modelo de ciencia; Nueva ciencia escolar; Innovación educativa.

MARCO TEÓRICO

Lo que caracteriza a la ciencia, más que el método, o los resultados que obtiene, es una manera propia de mirar el mundo (Arcà, Guidoni y Mazzoli, 1990), para actuar eficazmente sobre él. Pero la enseñanza de las ciencias en las etapas obligatorias se halla, considerada en términos generales, muy lejos de conseguirlo. Las concepciones de ciencia que sitúan en un lugar central a los modelos científicos (Giere, 1988), los estudios sobre el compromiso de los alumnos con la causalidad mediante un ágil manejo de modelos mentales (Gutiérrez y Ogborn, 1992), así como multitud de estudios han permitido concebir cambios sustanciales en la enseñanza de la ciencia en la escuela obligatoria (Izquierdo y Aliberas, 2004).

OBJETIVOS

Por ello, el propósito de esta comunicación es reflexionar sobre la actual enseñanza de las ciencias tal como se lleva a cabo en la enseñanza obligatoria y sugerir algunos cambios curriculares y metodológicos para adecuarla a una concepción de ciencia actual, de forma que permita conectar con las necesidades de los ciudadanos y que efectivamente les ayuden a iluminar los problemas del mundo y a actuar racionalmente sobre ellos.

UNA CLASE DE CIENCIAS DE ESO

Los alumnos de primero de ESO realizan experimentos comprimiendo aire y agua mediante una jeringa para averiguar si hay distancia entre las partículas que componen la materia. Comparando la diferente velocidad de difusión de una gota de tinta en agua fría y en agua caliente llegan a inferir la diferente velocidad de las partículas. Aplicándolo al calentamiento de un erlenmeyer que sólo contiene aire, y que se ha cerrado mediante un globo, pueden observar lo que ocurre u explicarlo mediante el aumento de velocidad de las partículas.

Todo ello es parte de un proceso pedagógico en el que se propone al alumnado una nueva –para ellos– concepción sobre la materia (que está constituida por partículas) y se los invita a realizar una serie de experimentos fácilmente relacionables con el nuevo modelo. A lo largo del proceso aparecen dudas e inseguridades de todo tipo que son atendidas estableciendo en los grupos y en toda la clase un clima de diálogo, de argumentación, de discusión científica. Partiendo de sus propios conocimientos “científicos”, su saber crece y madura durante el proceso.

Una vez elaborado este modelo científico, es decir, cuando los alumnos ya empiezan a poder pensar por sí mismos sobre la materia y sus características en términos de las partículas y sus propiedades, se pasa a una serie de actividades que sólo pueden ser llevadas a cabo con éxito aplicando esta teoría recién aprendida.

En una de las tareas, a partir de un experimento sencillo interpretado mediante el modelo, se halla explicación a varios fenómenos relacionados con la expansión y compresión adiabáticas de gases, y al funcionamiento de aparatos tan cotidianos como la nevera y el aire acondicionado.

A lo largo de la escolaridad el modelo cinético de la materia reaparece periódicamente para ayudar a solucionar nuevos retos problemáticos.

Esta secuencia puede ilustrar algunos aspectos importantes para la mejora de la actual enseñanza de las ciencias en nuestro contexto.

MANERA DE MIRAR

El valor de secuencias de este tipo radica en su capacidad para llegar a proporcionar a los alumnos nuevas maneras efectivas de ver las cosas, normalmente mediante la introducción de nuevas entidades (partículas, energía, células...) o propiedades (velocidades de partículas, cargas eléctricas...) que son distintas a las que el alumno suele manejar en su vida ordinaria y que han de ser introducidas, pues, por el profesorado en el contexto escolar.

A partir de determinados indicios (por ejemplo, “se calienta”) el alumno es capaz de imaginar su interpretación teórica (“las partículas se mueven más rápido”). Aprender una teoría científica implica, pues, aprender a “ver” lo que antes no se percibía: partículas que cambian su velocidad de agitación, energías que se transfieren, células realizando funciones... a partir de indicios observables: cambios de temperatura, transformaciones materiales, etc. Es improbable que se llegue a aprender algo así fuera de la escuela sin poder conversar con alguien que “ve” lo mismo y está dispuesto a compartirlo.

Pero solamente “ver” no sería suficiente. Es necesario, además, que estas representaciones sirvan para realizar inferencias válidas. Es lo que ocurría cuando los alumnos reflexionan sobre los choques de una bola contra una superficie que se acerca o que se aleja. Eran capaces de razonar que ello conducía a un cambio de temperatura. Partiendo de una situación física inicial (frasco de cristal, agua, guante, tirar de él...) se encaraman al nivel de la teoría (transformando la situación en otra nueva que involucra a partículas, sus velocidades, choques contra paredes móviles...) para poner en funcionamiento un sistema de inferencias basado en razonamiento teórico (al chocar contra la pared que se retira rebota con menos velocidad...) para finalmente llevar el resultado de nuevo al nivel del mundo observable para explicar o predecir lo que ocurre en él (el aire se ha enfriado, se forma la nube...). Lo que da solidez al conocimiento científico son arcos como éste, que conectan las dos orillas del fenómeno, la causa y el efecto, mediante una conexión de nivel teórico.

Con la capacidad para “ver” la realidad de una forma distinta a la usual, que además permite razonar y realizar predicciones y explicaciones, el mundo aparece maravillosamente transformado. Para los alumnos ya no es el de siempre, sino que contiene entidades que desconocían, pero que ahora pueden manejar. Con estos nuevos elementos pueden realmente realizar acciones (físicas o mentales) que antes nunca hubieran hecho. Por eso, el aprendizaje no puede detenerse todavía aquí. Es el momento de disfrutar del placer de explorar el mundo con esta nueva manera de mirarlo, con estas “gafas” maravillosas, para explorar mejor todo su potencial. Es el momento de recorrer los distintos campos de aplicación del nuevo modelo para encontrar nuevos fenómenos, nuevas explicaciones, nuevas preguntas, nuevas aplicaciones...

Por todo ello, los contenidos científicos escolares deberían escogerse entre los que aportan al alumno unas formas más potentes de contemplar el mundo, y que en sus campos de aplicación puedan realizarse efectivamente acciones nuevas para el estudiante, socialmente valiosas.

La legitimidad de la enseñanza de las ciencias debería fundamentarse en el desarrollo de estas capacidades. Pero al contemplar la realidad de nuestro sistema educativo encontramos una situación lamentablemente muy distinta a la deseable. Veamos.

REVISIÓN CRÍTICA

En el mismo centro de la clase de primero de ESO que hemos mencionado podemos encontrar alumnos de bachillerato y también de cuarto curso de ESO dedicando sus mejores esfuerzos a la resolución de ejercicios de física o química mediante fórmulas, ecuaciones y cálculos. Es sabido que esto es lo que principalmente se exige en las pruebas de acceso a la Universidad. Durante estas tareas los estudiantes intentan básicamente encontrar fórmulas que relacionen los datos de que disponen y les permitan escribir ecuaciones matemáticamente resolubles. Nos preguntamos si llegan en algún momento a contemplar la situación planteada en el enunciado mediante la “manera de mirar” propia de la física o de la química, más allá de lo estrictamente necesario para caracterizar el tipo de ejercicio: “es un problema de energías” (o de pH, o de movimiento parabólico...). Hay que preguntarse si no habría mejores actividades para aprender a ver el mundo como lo hace un científico, enseñando a interpretar fenómenos.

Es frecuente entre profesores de ciencias, formados mediante procedimientos parecidos, reconocer que llegamos a entender realmente los temas cuando tuvimos que enseñarlos. Nos preguntamos qué utilidad real pudieron tener para nuestros antiguos compañeros escolares que no se llegaron a encontrar ante esa necesidad. Los fragmentos de conocimiento que entonces adquirimos, difícilmente pudieron servir para realizar inferencias interesantes con cierto grado de seguridad.

Profesionales de ciencias o ingeniería cuestionan igualmente la utilidad de determinados conocimientos adquiridos en secundaria. No sólo aprendimos y estamos enseñando conocimientos que no resultan operativos, sino que además, aunque lo fueran, serían bien poco adecuados para solucionar los retos reales que una persona debe solucionar a lo largo de su vida en los ámbitos personal, profesional y social, al menos en nuestra sociedad actual.

Priorizar la resolución de ejercicios numéricos tiene además un efecto perverso: es perfectamente posible que una persona obtenga un título universitario de ciencias mediante la superación de este tipo de retos cuantitativos, mientras, paradójicamente, mantiene concepciones ingenuas sobre los mismos temas científicos que supuestamente ha aprendido. En nuestras clases comprobamos a menudo que realizar con éxito un gran número de problemas sobre el segundo principio de la dinámica no es incompatible con mantener concepciones sobre los movimientos y sus causas muy distintas a las newtonianas, como tantas investigaciones han puesto de relieve. El motivo es claro: viendo la extensión de los programas es evidente que se ha priorizado el trabajo superficial de muchos temas al estudio sólido y en profundidad de unos pocos, pero fundamentales.

Los libros de texto de ciencias suelen empezar animando al alumno a penetrar en un mundo apasionante. Sin embargo, personas que han estudiado ciencias en la escuela a menudo confiesan que nunca llegaron a entender mucho de lo se hacía en clase. Demasiados de nuestros alumnos no suelen entrar en este mundo maravilloso prometido, sino que puede llegar a constituir para ellos una auténtica pesadilla, de la que huyen a la primera ocasión. Debemos hacernos una pregunta inquietante: ¿Qué hemos hecho, entre todos, de las ganas de aprender de los niños pequeños que empiezan la escuela?

ESCUELA DE CIUDADANOS

La extensión de la escolarización obligatoria hasta los 16 años en España ha significado para muchos centros de Secundaria un serio problema. Mientras que en la Universidad los estudiantes han superado un proceso selectivo, y en la escuela Primaria los niños son todavía manejables, tenemos en las clases de ESO, sin

ninguna selección, a toda la población de esas edades, edades en que obviamente ya no aceptan cualquier cosa que se les proponga. Es en este punto caliente del sistema educativo donde se muestran con mayor evidencia sus insuficiencias.

Naturalmente, la nueva situación no permite que en ESO se mantenga el esquema selectivo de los institutos de otras épocas, y tampoco sería sensato tratar a adolescentes de la misma forma que en la infancia. Ahora tenemos que educar a todos los ciudadanos para vivir satisfactoriamente en un mundo interconectado, que cambia rápidamente, que depende en alto grado de la ciencia y de la técnica, que tiene difíciles problemas medioambientales y sociales que comprometen su futuro, y que quiere regirse democráticamente. Un mundo que exige a las personas autonomía, espíritu crítico, responsabilidad, creatividad, iniciativa y capacidad de adaptación, de comunicación y de trabajo en equipo.

CONCLUSIONES: POR UNA NUEVA CIENCIA ESCOLAR

Quizá porque no concebimos alternativas, seguimos acríticamente apegados a programas y procedimientos escolares que hace tiempo devinieron arcaicos y que día a día nos distancian de las necesidades colectivas. Transformar la antigua (secular) escuela selectiva en una escuela de todos los ciudadanos será —es— una tarea compleja. Sólo esbozaremos aquí algunas posibles líneas de cambio.

Debería priorizarse el aprendizaje de aquellas grandes teorías científicas con mayor capacidad para “ver” de otra forma aspectos relevantes de la vida de las personas en nuestra sociedad. Entendiendo que su aprendizaje significa adquirir la capacidad de mirar el mundo de una manera más poderosa, de utilizarla para realizar inferencias apropiadas, de actuar sobre la realidad coherentemente con dicha visión y de acuerdo a valores, de explorar sus ámbitos de aplicación más relevantes, y de organizar todo ello en forma de discurso coherente, utilizando símbolos que resulten comprensibles y útiles para ello.

La clase de ciencias debería convertirse en un auténtico foro de debate científico, a la medida de la ciencia de los alumnos. Discutir diversas interpretaciones de fenómenos, formular preguntas, proponer nuevos experimentos, dar argumentos, rebatirlos, proponer aplicaciones o símbolos... no son sólo formas más sólidas, racionales, abiertas y creativas de elaborar las ideas científicas, sino también una escuela del debate racional y del respeto al que piensa diferente. ¡Qué distinta la dinámica de una clase discutiendo sobre fenómenos e interpretaciones respecto a la clásica resolución de ejercicios numéricos!

Apostando por profundizar en determinados campos debe reducirse consecuentemente el número de temas a tratar. Profundidad y extensión son variables antagónicas. Recordemos que mientras los alumnos de primero de ESO dedicaban varias semanas a aprender a manejar la teoría cinéticomolecular de la materia, muchos libros de texto la liquidan en media página. Vale la pena tragar menos contenidos pero saborearlos más y digerirlos mejor.

Es necesario utilizar la luz de las teorías adquiridas para iluminar no sólo los problemas disciplinares sino también determinados problemas bien escogidos por su relevancia social. El enfoque disciplinar puede ser necesario para hacer analizables los problemas, pero los problemas reales, los que preocupan al ciudadano, son, por naturaleza, interdisciplinares y complejos, y con soluciones problemáticas. Pensemos, por ejemplo, en el calentamiento global y el Protocolo de Kioto. Temas de este tipo pueden movilizar conocimiento relevante de distintas disciplinas, permitiendo contemplarlos de forma interesante, fundamentada y madura. Quizá ciertos temas transversales (salud, medio ambiente...) puedan constituir la trama que dé solidez a la urdimbre constituida por el aprendizaje disciplinar.

Ojalá que en la escuela obligatoria consigamos romper con la rutina y proporcionar a nuestros conciudadanos una forma de entender la ciencia y el conocimiento verdaderamente apasionante. Una auténtica revolución copernicana puede estar a la vuelta de la esquina.

BIBLIOGRAFÍA

- ARCÀ, M., GUIDONI, P. y MAZOLI, P. (1990). *Enseñar ciencia*. Barcelona: Paidós.
- GIERE, R.N. (1988). *Explaining science. A cognitive approach*. Chicago: University of Chicago Press.
- GUTIERREZ, R. y OGBORN, J. (1992). A causal framework for analyzing alternative conceptions. *International Journal of Science Education*, 14, 2, 201-220.
- IZQUIERDO, M. y ALIBERAS, J. (2004). *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències. Per un ensenyament de les ciències racional i raonable*. Bellaterra: Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- JOHNSON-LAIRD, P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press.