

## **POR UNA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS FUNDAMENTADA EN VALORES HUMANOS**

MERCÈ IZQUIERDO AYMERICH

### **Resumen:**

La principal misión de la escuela es educar, es decir, proporcionar los recursos necesarios para vivir de la manera más feliz y humana posible. La enseñanza de las ciencias debería contribuir a alcanzar este objetivo. Pero las personas somos complicadas y complicamos a veces las cuestiones más obvias. En este artículo propongo una reflexión sobre las aportaciones de la enseñanza de las ciencias al futuro de nuestros alumnos, en una escuela cuya finalidad sea enseñar a vivir con valores humanos.

### **Abstract:**

The principal mission of schools is to educate; i.e., to provide the necessary resources for living as happily and humanly as possible. Science education should contribute to attaining this objective. But people are complicated and sometimes complicate the most obvious issues. In this article, I propose reflecting on the contributions of science education to the future of our students, in a school aimed at educating to live with human values.

**Palabras clave:** enseñanza de las ciencias, valores, desarrollo humano.

**Key words:** science education, values, human development.

### **Introducción**

La enseñanza de las ciencias (junto con la de las otras asignaturas del currículo) ha experimentado un giro coperniquiano en los últimos veinte años que probablemente todavía no ha finalizado. Aún estamos en pleno salto entre dos estilos diferentes de enseñar, suspendidos en el aire con un abismo bajo los pies en el que puede parecer que se nos escapan los contenidos y los valores de otras épocas dejando a los niños de ahora en el caos y la ignorancia. No creo que esto sea así, en absoluto, pero considero que

---

Mercè Izquierdo es docente-investigadora del Departamento de Didáctica de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona. Edifici G6 Professorat i Aules, DespachoG5/120, campus UAB, 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), España. CE: Mercè.Izquierdo@uab.es

hemos de aterrizar ya en una nueva orilla de terreno algo más firme desde el cual contemplar las últimas reformas curriculares como un “abrir camino hacia unas ciencias para todos”, con un horizonte de nuevos problemas planetarios, de acciones inéditas para solucionarlos y de conflictos de valores para afrontarlos que constituyen, en conjunto, el por-venir con el que nuestros alumnos de ciencias deberían comprometerse.

No es poca cosa pasar de enseñar ciencias a unos cuantos que van a trabajar en ellas en el futuro, como se iba haciendo, a pretender enseñarlas a toda la población, como se está planteando ahora, especialmente si, a la vez, se considera que las sociedades han de avanzar hacia una democracia participativa con la finalidad de repartir mejor los recursos del planeta sin agotarlos. Hasta ahora, las ciencias se han considerado difíciles y han generado fracaso escolar por incompreensión de sus lenguajes y modelos; si de verdad se desea una “ciencia para todos”, lo primero es facilitar el acceso a ellas, priorizando lo básico frente a lo accesorio. Y este escollo no puede ser superado mediante más horas de clase que se diseñen siguiendo la misma pauta: “más de lo mismo” no va a superar la falta de empatía inicial.

La alternativa que se va perfilando consiste en aprender las ciencias mediante intervenciones experimentales escogidas con mucho cuidado, sobre las que se pueda pensar, que generen preguntas con sentido y respuestas argumentadas y que requieran razonar para establecer una trama de conceptos que configure una manera “moderadamente racional” de contemplar el mundo (Izquierdo y Adúriz, 2003, Izquierdo y Aliberas, 2004). El requisito para esta racionalidad, que se ha de aplicar también a las otras asignaturas del currículo, es que “conocer” consista en identificar los fenómenos y problemas propios de cada disciplina (las ciencias sociales, la lengua, las ciencias experimentales, etcétera), y tener criterios para “inter-venir” en ellos, y que se oriente hacia un espacio más amplio que permita el diálogo entre disciplinas cuando se trate de resolver problemas de la vida real. Ha de proporcionar la capacidad de leer de manera comprensiva, de utilizar la matemática como manera de pensar, de opinar sobre los problemas sociales con ayuda de las diversas disciplinas del currículo, de saber lo que puede o no pasar en nuestro entorno físico y biológico, de valorar las innovaciones tecnológicas y su impacto.

Lo que va a hacer “racional” (y, con ello, gozoso e interesante) este proceso de aprender es que este “conocer” que les ofrece la escuela sirva a

los estudiantes, porque les proporciona recursos para pensar de manera responsable sobre su propio futuro en un mundo que cambia, pero no de manera arbitraria ni determinada previamente, y que ha de llegar a ser el mejor posible para todos. Con ello se va viendo que las “competencias” que han de adquirir los alumnos deben configurar la personalidad de cada uno e interpelar a su conciencia.

Con lo anterior aparece un primer aspecto a tener en cuenta en la enseñanza de las ciencias en una escuela “para todos”: la confluencia de las diferentes asignaturas para hacer posible una “actividad científica escolar” (ACE) en la que participan tanto los alumnos como los profesores, con la cual construir conocimientos que, si bien proceden de las ciencias académicas, se distancian de ellas porque son “para el por-venir” de unos ciudadanos del mundo que no van a ser, todos, científicos (aunque algunos han de poder serlo, si lo desean). Un segundo requisito es establecer las finalidades concretas que van a “tirar de los alumnos” en su actividad experimental y teórica, que ha de culminar en el establecimiento de un edificio conceptual con una base sólida que pueda irse desarrollando a lo largo de toda la vida. Será necesario aprovechar, con una sana astucia docente, su legítimo deseo de aprobar e instaurar nuevas formas de evaluación y de autoevaluación con base en un sistema de criterios educativos muy transparente.

¿Qué tiene que ver todo ello con los valores? La actividad escolar sólo es educativa si proporciona recursos para la vida futura de todos los alumnos; por ello necesita, para desarrollarse, un espacio en el que se pueda discutir sobre los valores que la orientan, le dan sentido, la hacen evaluable y la regulan. Pero, si los conocimientos científicos se presentan como si sus afirmaciones fueran objetivas, universales, verdaderas y neutras, desde un punto de vista axiológico podría ocurrir que las propias ciencias contribuyan a ocultar este espacio interior de reflexión y decisión y a hacerlo parecer innecesario, pensando que hay otra ciencia, la ética, que puede dirimir los conflictos de valores igualmente al margen del compromiso personal (Hoyos y Martínez, 2004).

Ése es el problema; una vez detectado, a lo largo de este artículo, veremos cómo superarlo, porque no sólo es falso que las ciencias o las matemáticas sean neutras y sin contenido ideológico, sino que no tendría sentido que una persona fuera pacifista (por ejemplo) en su vida privada y se dedicara a investigar sobre la guerra biológica en la vida profesional. En el

segundo apartado veremos que para preparar a nuestros alumnos para un futuro que no está predeterminado –en el que vale la pena intervenir de la manera mejor informada y más racional posible, con confianza y también con una cierta dosis de utopía– los profesores debemos ver que las ciencias son una empresa humana que, para desarrollarse, obliga a escoger entre diversos sistemas de valores. Con ello se pueden superar algunos mensajes cientifistas y tecnocráticos que son frecuentes en las sociedades actuales y que tienden a dejar el futuro en manos de los especialistas.

Estas consideraciones deberían conducirnos a generar un espacio educativo nuevo, donde “tomar decisiones libres” sea la principal manifestación de la inteligencia humana y, por tanto, capacitar a los alumnos para ellas se convierta en la principal finalidad de la educación. En el tercer apartado vincularemos la enseñanza de las ciencias con el planteamiento de metas mediante la elección de temas y actividades que desarrollen competencias, para lo cual se requiere la “vida interior” de la que se alimenta, también, la creación científica.

La principal conclusión, en el cuarto apartado, será que, sin poder escapar de un cierto relativismo propio del cambio cultural profundo en el que estamos viviendo, debemos reafirmarnos en la utopía de creer en las personas y en que es posible (y tiene sentido) desear que la vida de cada cual adquiera significado por su relación con la de las otras personas y por su orientación hacia “lo bueno”. Y que, si bien los conocimientos científicos son imprescindibles para llegar a decidir en los dilemas que se plantean en la vida real, no puedan establecer, por ellos solos, si la actuación es buena o mala.

### **Las ciencias, una empresa humana, entre otras, para un futuro en el cual poder intervenir**

Uno de los problemas que los profesores detectamos en nuestros jóvenes es que aparentemente no piensan en el futuro. Viven en el “ahora”; ni tan sólo planifican lo que van a hacer cuando salen a divertirse: simplemente se llaman por teléfono para concretar las citas en el momento preciso en que éstas van a producirse, cuando ya están en la calle. Se sacian con las ofertas del presente inmediato que –a través de los medios de comunicación, de la cultura de masas y de la sociedad de consumo– se les presenta rico de posibilidades en las que pueden gastar el dinero de la semana. La pregunta típica de los mayores a los jóvenes y niños, “¿qué vas a ser de

mayor?” ya no se formula porque suele quedar sin respuesta: nunca lo han pensado y no lo saben o bien saben (o creen) que no podrán ser lo que quieran ser.

Quizás “vivir el ahora” sea una de las características de nuestra época pero si la escuela se limitara a trabajar para y en el presente se alterarían gravemente sus posibilidades de educar; por ello es necesario analizar un poco mejor lo que está pasando, especialmente porque las ciencias pueden tener su parte de responsabilidad en ello.

Un análisis un poco más profundo del ahora de nuestros alumnos y de su recelo sobre el futuro revela su convencimiento implícito de que “vamos a ir a peor” y la casi certeza de que no se puede hacer nada para evitarlo, que ninguno de ellos tendrá nada que ver con la construcción de este futuro, que es cosa de políticos y de unos pocos científicos y tecnólogos, supuestamente muy sabios, tal como nos recuerdan los medios de comunicación cuando se refieren a ellos.

Asomarnos a este panorama, como profesores de ciencias, nos produce una gran tristeza y nos hace ver que hemos de dedicar todos los esfuerzos posibles para que los niños y jóvenes construyan su propio espacio de vida desde el cual sentirse llamados a tomar decisiones y puedan atreverse a hacerlo. Para que las ciencias contribuyan a ello se han de presentar en la escuela de una manera más cercana a la vida real de los alumnos, a sus propios ámbitos de actuación. Se ha de mostrar, viviéndola, que la actividad científica (como cualquier actividad humana) siempre compromete; por ello ha de cambiar la imagen de ciencia que se presenta a los estudiantes, para mostrarla como una empresa colectiva donde intervienen valores humanos que la hacen falible, creativa e interesante.

### Combatir la tecnocracia y el cientifismo

La propuesta de ampliar la imagen tradicional de las ciencias que se ofrece a los estudiantes mediante la introducción de informaciones diversas sobre qué es y cómo se hace no es una novedad (Mc Comas, 1998); se ha concretado en lecturas o anécdotas sobre descubrimientos, biografías de científicos, informaciones diversas sobre los métodos, etcétera, que se añaden a la enseñanza tradicional sin llegar a transformarla.

Estas innovaciones muestran en qué sentido debería cambiar la enseñanza de las ciencias, pero no llegan a modificar el concepto tradicional de ciencia, que se continúa presentando como:

[...] “el sistema de conocimiento cierto” que explica tanto el mundo físico y biológico como la realidad humana y que responde a unos valores propios los cuales, por ser “de la ciencia” adquieren una gran importancia. [Las ciencias son, para muchas personas], un cuerpo fidedigno de conocimientos que avanza inexorablemente hacia una verdad que, a través de la tecnología, nos proveerá con la realización material de los ideales ilustrados (Berlín, 1990, cit. en Echeverría, 2002).

Es esta imagen de ciencia la que provoca el abandono de responsabilidades en los alumnos, porque fácilmente propaga ideas cientistas que, siguiendo a González y López Cerezo (1996), pueden resumirse en las seis frases siguientes:

- 1) Cada problema auténtico tiene una única solución correcta (es decir, todo problema abierto es un problema mal planteado o un pseudoproblema).
- 2) Hay un método cuya aplicación permite, o podría permitir, alcanzar las soluciones correctas a los problemas planteados (el método científico).
- 3) Todas las soluciones correctas son compatibles entre sí.
- 4) Las necesidades vitales de las personas son de naturaleza técnica.
- 5) Ya han quedado satisfechos los requisitos básicos de la plenitud humana.
- 6) Los expertos son los únicos que pueden seguir velando por nuestras necesidades (y resulta que están incluidos en las nóminas del Estado o de sociedades privadas corporativas).

Si todo ello se une a la dificultad de dominar los contenidos y métodos de las ciencias y de las tecnologías se hace muy difícil hacer creer al público en general, y a los alumnos en concreto, que el futuro no está determinado ya por unas ciencias y tecnologías que lo saben todo sobre el mundo y sobre las conductas humanas y lo que se ha de hacer en todo momento.

Esta reducción de lo humano a lo científico dificulta una educación tanto de la conciencia como una científica auténtica, porque se basa en el error muy grave de reducir la realidad a lo que pueden explicar los modelos científicos. La afirmación “Todo es química”, por ejemplo, que forma parte de la retórica de los profesores de química, imposibilitaría para hacer o aprender química si se tomara al pie de la letra y, de manera ingenua, nos la aplicáramos a nosotros mismos.<sup>1</sup> Pero, si esto no se explica bien, si las ciencias se mantienen lejanas a la gente y encerradas en su torre de marfil de prestigio y de dificultad, con su aureola de saber de élite, los

alumnos pueden pensar que obrar bien o mal, tener ilusiones, sufrir o estar contento, es sólo una cuestión de conexiones neuronales químicas que únicamente se pueden controlar con ayuda de los expertos en conexiones neuronales y químicos... y que ellos no tienen una responsabilidad real en su conducta.

Por esto, la ciencia escolar tradicional no siempre ayuda a desarrollar en los alumnos el espacio para decidir por ellos mismos. La alternativa que proponemos es “hacer vivir la ciencia” porque, al hacerlo, aparecen valores que proporcionan el motivo para la actividad y los criterios para evaluarla; y estos valores se fundamentan en modelos de persona y de sociedad que son plurales y que, al ofrecer una determinada imagen del futuro, permiten avanzar hacia él y construirlo. El énfasis actual en las “competencias” puede ayudarnos ahora a consolidar esta alternativa porque es imprescindible la vida interior para llegar a ser *competente en ciencias*.

#### Educar para la competencia...

Según expuso Delors en una intervención memorable en referencia a la orientación de la enseñanza en la Unión Europea, la educación ha de ser *desarrollo de competencias que corresponden a cuatro dimensiones humanas: la del ser, la del hacer, la del conocer y la de convivir*. A un alumno “competente”, “los conocimientos” le ayudan a “hacer” en sintonía con su propio “ser” (en sintonía con su creatividad), a la vez que convive con los otros (porque sabe trabajar en equipo). Va emergiendo un nuevo enfoque de la enseñanza y una nueva manera de evaluar a los alumnos, por competencias (Harlen, 2002; Bruner, 1999). Este cambio propuesto requiere un punto de partida para la enseñanza de las ciencias muy diferente del actual, ya que lo que interesa es que “lo que se sabe” sea, a la vez, lo que se sabe hacer, lo que se sabe evaluar de manera personal y lo que se hace con los otros. Y, a partir de este punto de partida, las ciencias dejan de ser neutras, aparecen de manera muy natural numerosos sistemas de valores que intervienen y, con ellos, se hace necesario el espacio de libertad para escoger al que no se puede renunciar.

#### ...Porque la ciencia es una actividad humana

Echeverría (1995) desarrolla esta nueva imagen de ciencia concretando nuevos contextos en los que se desarrolla la ciencia. Al ya clásico “contexto de descubrimiento” (la “ciencia de los científicos”) añade los de eva-

luación (las instituciones que evalúan los resultados), de aplicación (las industrias que se desarrollan como consecuencia de los conocimientos científicos) y el de la educación. Para nosotros, profesores de ciencias, el reconocimiento de la enseñanza como un ámbito de actividad científica es muy sugerente, especialmente si va unido a un reconocimiento de la importancia de la actividad docente de “ciencia para todos” y de su relativa independencia de los planteamientos de los científicos que sólo se ocupan de la investigación. Así, los profesores de ciencias, al formar científicos para el futuro, contribuimos al desarrollo de las ciencias; nuestra actividad como docentes (con sus propias reglas) ha de hacer posible ahora que los estudiantes perciban que la ciencia también es el resultado de una actividad humana como otras muchas y que incorporen valores a la manera de hacerla.

Si hemos de inspirar nuestra docencia en la actividad científica, continuemos analizando con Echeverría (2002) lo que hace un científico, con lo que vamos a poner de manifiesto, como hace este autor, los sistemas de valores que intervienen en este proceso. Nos presenta el siguiente esquema, que consiste en un enunciado general en el que se identifican nueve componentes del “hacer científico” y tres más que se presentan como las consecuencias de este hacer:

El agente X1 hace X2 (X3) a X4 con X5 en X6 en condiciones X7 para (con el fin de) X8 según X9 con el resultado X10. X2 es el verbo que significa la acción, X3 es un complemento directo (lo que se hace) X4 indica a quien se aplica la acción, X5 son los instrumentos, X6 el contexto, X7 las condiciones en las cuales se lleva a cabo la acción, X8 las intenciones o finalidades, X9 las reglas científico técnicas a las que debe ajustarse la acción.

El esquema de estos nueve componentes corresponden a las acciones en el momento que van a ser llevadas a cabo. Se completa cuando la acción produce el resultado o resultados X10, que son los hechos científicos, con las consecuencias X11 y los riesgos X12 (para los agentes, los instrumentos, las instituciones...). X10 es “lo que queda de la acción” y, si no quedara nada, sería algo que se consideraría muy negativo.

Si se sustituye cada una de la X por una acción (una transfusión de sangre, un diagnóstico de polución de agua, una observación al microscopio de una muestra determinada) aparece inmediatamente la necesidad de disponer



de criterios para saber si se ha actuado bien o mal y se ponen en evidencia los valores que sustentan las acciones científicas. Los enunciados de valoración (por ejemplo que una observación es precisa, o que una finalidad es inalcanzable o que un determinado científico es deshonesto) ponen en evidencia la existencia de diversos sistemas de valores, todos evolutivos, sin que ninguno de ellos prevalezca de manera permanente frente a los otros.

Echeverría se refiere a los siguientes sistemas de valores: básicos, epistémicos, técnicos, militares, morales, sociales, políticos, jurídicos, religiosos, estéticos, económicos, ecológicos, etcétera, y probablemente, cada proceso de evaluación (de decisión sobre “lo bueno” y “lo malo”) los pone en juego a todos. Por ejemplo, aunque los valores epistémicos (precisión, replicabilidad, simplicidad...) son los que permiten valorar X10, son innumerables los ejemplos que muestran que en el día a día de la actividad científica no siempre ocurre así, porque han intervenido otros valores que han sido prioritarios: por ejemplo, económicos, que limitan el costo de los instrumentos necesarios para aumentar la precisión de las medidas, o políticos, que priorizan los temas según sea la situación de los países, etcétera. De las interacciones entre estos sistemas de valores se desprenderá lo que la sociedad considera “bienes” y, entre ellos, los que se consideran “bienes científicos”.

Puede parecer un poco duro admitir que todos los valores cambian y aún más no darles un significado ontológico (no se definen *a priori*) sino semántico, vinculando su significado a las acciones y, éstas, al contexto en el que se llevan a cabo. Puede parecer que, con ello, nos hundimos en el marasmo de un relativismo que dificulta la tarea de educar. No será así, en absoluto, aunque hemos de pasar por enfrentarnos a lo que nos ha traído nuestra época postmoderna antes de recuperar el terreno firme que necesitamos para continuar el camino y acabar de identificar este espacio de decisiones que ha de ofrecer la escuela.

Hemos de aceptar que los sistemas de valores cambian porque, efectivamente, cambian los problemas que interesan, las políticas científicas, los agentes (los grupos, las personas, las instituciones), los medios de que se dispone, la manera de examinar o acreditar a los futuros agentes... Estos cambios axiológicos se producen a través de mecanismos diversos (por la educación, por transferencia de valores de unas disciplinas a otras, por relación con otras actividades humanas, por cambios del peso relativo de

un valor dentro de un sistema consolidado de valores, por interacción entre unos sistemas de valores y otros a lo largo de un sistema de evaluación, etcétera). Todo ello, si bien sugiere una realidad dinámica y compleja, no impide poder discernir lo bueno y lo malo de manera racional (Rescher, 1999).

A pesar de haber perdido seguridades, continuamos siendo capaces de decidir si una acción científica es buena o mala y de hacer lo posible para que cada vez sea mejor, lo que significa que se tienen en cuenta el conjunto de valores que intervienen en las actividades humanas. Echevarría (2002:208-209), por ejemplo, considera que “‘una acción científica buena’ es la que muestra mayor capacidad para integrar diversos sistemas de valores, a veces opuestos y en conflicto, de modo que la satisfacción de todos y cada uno de ellos sea exigible, aunque sea en un cierto grado”.

Este tipo de reflexión es la que puede contribuir al desarrollo global de los alumnos y a evitar que fraccionen su personalidad, dejando fuera de la escuela lo que valora y le hace vibrar y desentendiéndose de los conocimientos escolares, que consideran fuera de su control y, en consecuencia, poco interesantes.

### **Plantear la clase de ciencias**

#### **como “actividad metacognitiva”, que es optimista, humilde y generosa**

Por todo ello, considerar que los conocimientos científicos son el resultado de una actividad humana inmersa en una pluralidad de valores no la hace menos importante para la educación, sino todo lo contrario: se la sitúa, en su lugar, más humilde pero no por ello menos interesante. A costa de perder un poco de seguridad, recuperamos el sentido de aventura intelectual que permite continuar trabajando para un porvenir más humano.

La actividad científica transforma al mundo y lo ha de hacer de manera responsable. Se necesitan valores epistémicos que se refieren al método que emplea (el universalismo, comunismo, desinterés, escepticismo) y a las teorías (la precisión, coherencia, amplitud, simplicidad, fecundidad) pero también valores extracientíficos que pertenecen a los restantes sistemas que hemos citado; y un sistema de creencias que los articulen y permita priorizar a unos frente a otros en caso de conflicto. Las creencias no se contraponen a la ciencia-actividad, sino que son necesarias para saber hacia dónde se quiere avanzar.

Si los alumnos saben reconocer los valores vinculados con sus acciones, desarrollan conciencia pero les continua haciendo falta que algo la sostenga, que proporcione coherencia a los sistemas de valores que se ponen en juego; con esto, aparece un espacio para la creencia (para la utopía) que no ha de ser considerada una convicción íntima y personal sin efectos “visibles” en el mundo. Porque la creencia tiene una dimensión social y da razón de por qué algunos valores “valen” más que otros en un momento de conflicto.

La racionalidad (moderada) no impone el abandono de las creencias, aunque sí el de la credulidad. La creencia religiosa, por ejemplo, puede ser racional aunque también puede no serlo.<sup>2</sup> También la ciencia puede dejar de ser racional cuando invade el terreno de los valores y los reduce; la discriminación de las mujeres frente a los hombres, por ejemplo, ha sido justificada por las ciencias y podría volver a serlo (porque biológicamente los hombres y las mujeres son distintos) pero la “creencia” en la igualdad de todas las personas hará “increíble” cualquier demostración científica que favorezca la preponderancia de un sexo sobre el otro. Creo que en estos momentos, la Carta de Derechos Humanos es capaz de articular los sistemas de valores para avanzar hacia “lo bueno”, en su dimensión tanto personal e íntima como social y puede proporcionar criterios para decidir que formen parte de los idearios de las escuelas.

Si se va más allá, se ha de generar un clima de respeto por las creencias, que ya no serán compartidas por todos. El espacio de vida interior que la escuela pública debe proporcionar no puede condicionarse a una creencia religiosa concreta (aunque se le pudiera dar sentido desde una de ellas), sino que debe ayudar a compartir “lo bueno” desde la inmanencia, sin negar la posibilidad de trascenderla. Esto es muy diferente a generar un ambiente en el que la utopía no pueda desarrollarse porque los conocimientos científicos ya “dicen” no sólo cómo es el mundo, sino también cómo ha de ser.

#### Diseño de actividades docentes desde esta perspectiva

Lo importante será plantear situaciones en las que valen algunos valores (permítase la redundancia) vinculados con propuestas de vida y de sociedad adecuadas a la línea educativa a la que se adhieran la escuela y su equipo de profesores. La actividad científica escolar (ACE) se ha de diseñar<sup>3</sup> desde este planteamiento no cientifista, para enseñar a trabajar según

valores epistémicos (en el momento de desarrollar los modelos científicos y las reglas del juego que permiten disponer de “hechos científicos”<sup>4</sup>) pero también a identificar los conflictos de valores que aparecen siempre que se han de tomar decisiones frente a los problemas abiertos que plantea la vida personal y social. Siguiendo esta línea, se invita al alumno a adquirir un mayor protagonismo como agente de la ciencia que aprende junto con sus compañeros, con el profesorado y con la institución en la que se desarrolla su educación así como a identificar metas para las cuales vale la pena vivir y vincular las ciencias a ellas.

A partir de un currículo que se ocupara de “lo cierto, lo bello, lo bueno”, donde pudieran confluír todas las asignaturas del plan de estudios, se podrían diseñar actividades dirigidas al desarrollo global de la persona, en las que cada disciplina aportara contenidos específicos a la vez que, todas, apelaran a la conciencia personal y a las competencias de conocer, ser, hacer y convivir (Gardner, 2000). Estos cambios se han ido anunciando (aunque no de manera suficientemente explícita) en las nuevas propuestas curriculares de “ciencia para todos, CTS, alfabetización científica, *Teaching science for public understanding* (Millar y Osborne, 1998) y las diferentes propuestas que se han ido haciendo sobre educación en valores en las clases de ciencias (Gunstone *et al.*, 1999; Veugelers, 1999; Tan, 1997). Todas se orientan hacia la superación de una enseñanza memorística y a su sustitución por una enseñanza significativa gracias a la que los conocimientos científicos puedan aplicarse. Mientras que la clase de ciencias tradicional empieza por las definiciones y evalúa a partir de ellas, en el marco de una ACE las definiciones aparecen como consecuencia de unas acciones concretas (entre las que se encuentran las interacciones con el profesorado y la reflexión metacognitiva). Vamos a considerar algunas consecuencias concretas.

- De una parte, la evaluación de los alumnos “por competencias” ofrece un amplio panorama de trabajo, puesto que reclama una mayor presencia de la autoevaluación y, por ello, una mayor transparencia respecto de los criterios referentes a lo que se hace bien y a lo que se hace mal (Jorba y Sanmartí, 1996). La reflexión que se propone en este artículo puede contribuir a preservar la propuesta genuina que se impulsa desde proyectos internacionales, como el *Programme for International Student Assessment* (PISA) (Harlen, 2002), de una posible derivación

hacia un conductismo que confunda las competencias con comportamientos o habilidades que no respondan a una auténtica actividad intelectual, personal y creativa.

- Es necesario aprovechar las muchas ocasiones de trabajo interdisciplinar que se ofrecen actualmente desde los museos o las casas de ciencia, las vistas a industrias, la prensa, el cine, etcétera, para situar los conocimientos científicos en el contexto amplio que permite comprender bien su naturaleza. Para la exposición “Acércate a la ciencia. De la investigación a la innovación” (Barcelona) preparamos talleres, con mi grupo de investigación, en los que, mediante juegos de rol, los visitantes puedan convertirse en protagonistas en el complejo proceso de intentar que los descubrimientos científicos se conviertan en “progreso”
- Finalmente, y esto es lo más importante, se han de diseñar actividades propias de la escuela de tal manera que sean posibles tanto la evaluación formadora como el trabajo interdisciplinar. Al diseñar estas actividades, será requisito formular las preguntas o presentar los textos de manera que muestren la necesidad de este espacio de reflexión que se quiere generar (porque no mostrarlo es tan ideológico como hacerlo aunque pretende convencer de lo contrario). Veamos los ejemplos que propone Fourez (1991), para mostrar que ambos, refiriéndose a lo mismo, reflejan una ideología diferente:

Se han tomado medidas para combatir la polución del aire. Los estados se ocupan de desarrollar los espacios verdes, protegiendo los lugares naturales salvajes, instauran reglamentos sobre los desperdicios que van a la atmósfera, informan y sensibilizan al público hacia la protección de la naturaleza. Estas medidas corresponden a menudo a los especialistas. Pero cada individuo debería sentirse implicado directamente. Reflexiona sobre ello.

La lucha contra la polución tiene una dimensión sociopolítica

Al tomar conciencia del problema de la polución, diversos grupos informan y sensibilizan al público para la defensa de la naturaleza. Fuerzan a sus representantes políticos a desarrollar los espacios verdes, a proteger los lugares naturales salvajes, a imponer reglamentos sobre los desperdicios, etc. Para examinar estas cuestiones los especialistas pueden ser muy útiles. Con todo, la cuestión de la polución no es puramente técnica, porque ponen en juego diferentes decisiones de la sociedad. Finalmente es algo que nos interesa a todos.

Aquí nos quedamos. Me parece suficiente despejar el territorio de falsas creencias en una ciencia que no existe para que lo prioritario, en la escuela, sea ofrecer un espacio para la vida interior de los alumnos desde el cual poder decidir libremente; y para que se vea la necesidad de disponer de una pluralidad de sistemas de valores articulados en algún tipo de creencia, para actuar desde la conciencia personal que sabe ponderar las consecuencias de las acciones.

Hay muchas maneras diferentes de ejercer de científico y los criterios puramente epistemológicos no son suficientes para decidir cómo actuar en las situaciones problemáticas que se presentan en la vida cotidiana de las sociedades actuales. La axiología posibilita la crítica y la intervención en algunas de las grandes acciones tecnocientíficas que ahora promueven muchos Estados, como lo es el plan europeo *e-learning*.

### Conclusiones

Siguiendo tanto el enfoque CTS como el de la evaluación por competencias hemos profundizado en la diferencia entre una enseñanza basada en definiciones (qué es la célula, qué es el enlace químico, qué son las fuerzas...) y otra basada en las acciones (qué hago para saber si la combustión es un cambio químico, cómo controlo una combustión, cómo ajusto la proporción de los reactivos, cómo explico lo que he hecho...) La primera acaba presentando a la ciencia como un conjunto de verdades que se contraponen a las incertidumbres propias del vivir, mientras la segunda suscita de manera natural la necesidad de valorar lo que se hace.

A medida que se desarrollan estas ideas, se vuelve evidente que los alumnos han de “vivir la ciencia” en la escuela, combinando las acciones propias del conocer con las que corresponden al ser, al convivir, al hacer. Por esto requiere de una epistemología y de una axiología que sean propias del contexto escolar, y que proporcionen al estudiantado un espacio de vida en el cual sea posible la utopía, la creencia íntima que, finalmente, orientará al decidir. Por esto hemos combatido la afirmación de que la ciencia es objetiva y, por ello neutra, indiscutible y capaz de dar una respuesta segura a los problemas humanos. Al contrario, tanto las ciencias como los sistemas de valores son humanos, evolucionan (bien o mal) y se necesitan unos a los otros porque van orientando, a la vez, la construcción del porvenir. No tendría sentido reducir el sistema de valores gracias a los que una sociedad determinada se plantea objetivos de futuro a los de la ciencia, no sólo porque muchos otros sistemas

de valores (y el sentido de la vida, la bondad, la belleza, etc.) quedarían desatendidos sino porque, sin ellos, no existiría tampoco la ciencia.

Los resultados científicos ayudan a ver más claro las consecuencias de nuestras elecciones y por esto se han de saber ciencias. Pero ni las ciencias determinan las conductas a seguir ni las tecnologías remedian nuestras necesidades (como se daría por supuesto desde una actitud cientifista y tecnocrática) ni existen normas éticas dadas de una vez por todas que resuelven todas las cuestiones. En definitiva, es el ser humano quien decide y esta condición manifiesta una parte del misterio humano desde la cual nos confrontamos a nuestra historia, frente al mal, al sufrimiento; pero también frente a las otras personas, con confianza y esperanza, porque creemos que es posible que la transformación del mundo vaya siendo para bien.

### Notas

<sup>1</sup> A pesar de que el funcionamiento de nuestra mente tiene que ver con la química, de que somos animales como otros, con genomas muy similares, lo que nos caracteriza como especie es la capacidad de gestionar nuestro entorno y nuestra manera de ser, estableciendo finalidades que requieren superación; aunque esto pueda parecer poco, es lo más importante para cada uno de nosotros, porque en ello le va la vida. La química no pretende explicar esta capacidad de superación, sino que ella misma es el producto de esta peculiar manera de actuar; ningún químico será tan insensato como para proponer un experimento químico pensando demostrar los mecanismos de la creatividad.

<sup>2</sup> También puede no serlo, cuando da paso a la credulidad y deja de estar de acuerdo con los conocimientos científicos o con los valores básicos.

<sup>3</sup> Con ello se lleva a cabo la actividad propia del contexto de educación. Quien diseña es el profesor, que plantea un escenario en el que el alumno sea el agente de su aprendizaje y, para ello, “haga la ciencia” que le permita comprender que el conocimiento es el resultado de la actividad humana

<sup>4</sup> Esto requiere que se disponga de criterios para saber si un valor se satisface o no y en qué grado; de ello dependerá que una teoría sea considerada o no. Por ello, ya que la enseñanza se limita a los hechos científicos, resulta que *sin los valores cognitivos de coherencia, simplicidad y eficacia instrumental no tenemos ni mundo ni hechos*, según Putnam, 1981. Los valores son condición para que los hechos sean posibles, y la axiología de la ciencia se convierte en una tarea previa indispensable para saber lo que es una acción, una teoría o un hecho.

### Bibliografía

- Bruner, J. (1999). *La educación, puerta de la cultura*, Madrid: Visor [1997].  
Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la ciencia*, Madrid: Akal.  
Echeverría, J. (2002). *Ciencia y valores*, Barcelona: Destino.  
Fourez, G. (1991) *Le défi de l'éducation*, Deuxième Congrès “La Wallonie au Futur”.  
Fourez, G. (1998). *La construcción del conocimiento científico*, Madrid: Narcea.  
Gardner, H. (2000). *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*, Barcelona: Paidós.

- González, M.; López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad*, Madrid: Tecnos.
- Gunstone, R. F. *et al.*, 1999. *Inquiry in Science class. Do we know, when and why*, Montreal: American Educational Research Association (AERA).
- Harlen, W., 2002. "Evaluar la alfabetización científica en el programa OCDE para la evaluación internacional de estudiantes (PISA)", *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), pp. 209-216
- Hoyos Martínez, M. (2004). *¿Qué significa educar en valores hoy?*, Barcelona: Octaedro.
- Izquierdo, M. y Adúriz, A. (2003). "Epistemological foundations of school science" *Science & Education*, 12, pp. 27-43.
- Izquierdo, M. y Aliberas, J. (2004). *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències. Per un ensenyament de les ciències racional i razonable*, Cerdanyola: Servei Publicacions de la UAB.
- Jorba, J. y Sanmarti, N. (1996). *La regulación de los aprendizajes*, Madrid: MEC.
- Mc Comas, W. (1998). *The Nature of Science and Science Education. Rationales and Strategies*, Dordrecht: Kluwer
- Millar, R. y Osborne, J. (1998) *Beyond 2000: Science education for the future*, Londres: King's College London.
- Putnam (1981). *Reason, truth and history*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Rescher (1999). *Razones y valores en la era científico-tecnológica*, Paidós 1999
- Tan, Sok Khim (1997). "Moral values and science teaching: A malaysian school curriculum initiative", *Science & Education*, 6, 555- 572
- Veugelers, W. (1999). *Moral development at home and at school*, Montreal: American Educational Research Association (AERA).