

En los ámbitos de la Educación Ambiental y de la enseñanza de las ciencias se consolida la idea de que es necesario formar a la población para tratar y resolver los complejos problemas socio-ambientales generados por la actividad humana. Esta perspectiva supone una capacitación para la acción, y la integración, en la actividad educativa, de conceptos, procedimientos, afectos, actitudes y valores. En concreto, se debaten dos aspectos polémicos: qué papel debe desempeñar la ciencia en este planteamiento y qué ciencia debemos llevar a la escuela.

Palabras clave: *Educación ambiental; enseñanza de las ciencias; alfabetización científica; problemas socio-ambientales.*

Educación Ambiental y alfabetización científica: argumentos para el debate

pp. 7-19

J. Eduardo García*

Universidad de Sevilla

Distintas tendencias educativas, desarrolladas en los ámbitos de la Educación Ambiental y de la enseñanza de las ciencias, comienzan a converger en la necesidad de formar ciudadanos y ciudadanas capaces de tratar los complejos problemas socio-ambientales presentes en nuestro mundo. Las aportaciones de la moderna Educación Ambiental (Breiting, 1997; Caride y Meira, 2001; García, 2004a; Gutiérrez, 1995; Tilbury, 1995) o de la Educación Global (Selby, 1996), las nuevas propuestas de la Educación para la Sostenibilidad y de la alfabetización científica para la participación ciudadana (Acevedo et al., 2005; Gil y Vilches, 2001 y 2005; Pedrinaci, 2006), los planteamientos del movimiento CTS -Ciencia/Tecnología/Sociedad- (Membela, 2002), las propuestas de la Red IRES (García Pérez, 2000) o las de los partidarios de aplicar al ámbito educativo el Paradigma de la Complejidad (Bonil, Sanmartí, Tomás y Pujol, 2004; García, 1995, 1998 y 2004b; Iz-

quierdo, Espinet, Bonil y Pujol, 2004), coinciden en dos supuestos básicos.

En primer lugar, la relevancia de los problemas socio-ambientales como ejes orientadores de la acción educativa. Tanto en el ámbito de la Educación Ambiental como en el de la Didáctica de las Ciencias parece haber cada vez un mayor consenso sobre la necesidad de educar a la población para tratar los graves problemas socio-ambientales que nos están llevando a una situación de *emergencia planetaria* (entendida tal como la describen Gil y Vilches, 2006). Problemas que están interconectados en red (Bonil et al., 2004; Gil y Vilches, 2006; Selby, 1996), y que requieren, para su tratamiento, de una *complejización* del conocimiento cotidiano (García, 1998 y 2001).

En segundo lugar, la importancia de los valores y de los comportamientos a la hora de dar sentido a la intervención educativa. Como plantea Breiting (1997), es necesario *capacitar para la acción*. No sólo hay que descri-

* Departamento de Didáctica de las Ciencias. Facultad de Ciencias de la Educación. Avda. Ciudad Jardín, 22. 41005 Sevilla. Correo electrónico: jeduardo@us.es

✉ Artículo recibido el 15 de septiembre de 2006 y aceptado en noviembre de 2006.

bir los problemas: el aprendiz debe implicarse activamente en su tratamiento y solución. Debe aprender a tomar decisiones y a gestionar su mundo. La alfabetización científica y la Educación Ambiental se orientan hacia la preparación de ciudadanos y ciudadanas para la participación social (Jiménez, López y Pereiro, 2006). Se trata de un cambio de paradigma, pues ya no basta con la comprensión y la sensibilización, además, hay que actuar, de acuerdo con unas determinadas normas y valores. La ética, la política, el cambio social, se incorporan así a la acción educativa, que se consideraba, hasta ahora, como una actividad aséptica y neutra (García, 2004). Incluso la idea de una educación para la participación ciudadana aparece constantemente en las declaraciones institucionales, idea que en nuestro país comienza a concretarse curricularmente en asignaturas como *Educación para la ciudadanía* o *Ciencias para el mundo contemporáneo*.

A pesar de estos puntos comunes al discurso de la Educación Ambiental, la Educación para la Sostenibilidad o del movimiento CTS, siguen existiendo *incomprensiones y barreras que están impidiendo una acción coordinada y coherente de los distintos colectivos implicados* (Gil y Vilches, 2006, p. 507). Sobre todo, parece necesario debatir y clarificar posiciones sobre dos aspectos básicos: cuál es el papel de la ciencia en una educación centrada en la acción social y de qué ciencia estamos hablando.

¿Una educación en valores y para la acción, sin ciencia?

La relevancia de las actitudes y de los valores y la ideologización de la enseñanza de las ciencias y de la E.A. nos aproxima, evidentemente, al objetivo de formar ciudadanos capaces de tratar los problemas que su mundo les plantea. Pero existe el peligro de caer en el reduccionismo “eticista”. En estos últimos años, la educación en valores se está convirtiendo en una auténtica moda en el ámbito educativo. El problema estriba en que los valores no pueden desligarse de otros tipos de contenidos.

En el caso de la E.A. comienzan a aparecer planteamientos simplificadores, que olvidan que en el hecho educativo además de los fines y del sentido del cambio hay unos actores –los educadores y los aprendices–, unos contenidos concretos y una red de interacciones –discursos compartidos– que son esenciales en la consecución de dichos fines. Es decir, no basta con tener claro lo que se quiere conseguir –por ejemplo, educar en determinados valores–, sino que también hay que considerar qué otros referentes son fundamentales en la determinación de contenidos y métodos, tema en absoluto resuelto. En relación con los contenidos, en la corta historia de la E.A. hemos pasado de una E.A. centrada en los contenidos ecológicos (“lo verde”) –que ignora los aspectos sociales y los valores– a una E.A. centrada en los aspectos sociales e ideológicos, que ignora la importancia de las ciencias de la naturaleza. Se trata de un movimiento pendular entre dos posiciones reduccionistas, planteamientos que suelen ignorar, a su vez, la relevancia de los aspectos didácticos (García, 2004a).

Frente al ambientalismo naturalista, las aportaciones teóricas más recientes en E.A. parecen apostar por minimizar el papel de las ciencias de la naturaleza. Incluso, por parte de algunos autores, se plantea que la ecología no debe ser un referente relevante en E.A. La discusión de este enfoque está asociada a dos problemas: ¿debe reducirse la E.A. a una educación en valores? y ¿de qué ciencia estamos hablando?

¿Qué peso hay que dar a los aspectos éticos y actitudinales respecto a otros aspectos que configuran el desarrollo de las personas? En las propuestas del reduccionismo “eticista” se sobrevalora el cambio de los valores sobre el cambio cognitivo o el procedimental, dissociando los aspectos actitudinales de los conceptuales, e ignorando que el desarrollo de las capacidades cognitivas es esencial para un desarrollo más maduro de las actitudes y los afectos. Así, por ejemplo, Tilbury (1995) llega a afirmar que la participación de las personas en la mejora del medio depende, básicamente, de su motivación y de sus valores, y no de la esfera cognitiva. En el mismo sentido, Ruiz Va-

rona (1996) afirma que *los contenidos conceptuales y procedimentales deben estar subordinados a un discurso en torno a los valores y actitudes con una intención emancipadora y transformadora* (p. 48).

¿Está organizada la mente de las personas con una clara separación de conceptos, valores, actitudes y afectos? Tal concepción del psiquismo humano se basa en dos supuestos muy discutibles. El primer supuesto es la idea aditiva de la mente, que ignora su carácter sistémico, idea propia del paradigma asociacionista. Desde la perspectiva del constructivismo parece claro que el psiquismo humano no obedece a tal tipo de organización. La mente humana no es un artefacto organizado según una lógica proposicional, sino un sistema muy complejo en el que hay incertidumbre y reorganización continua, y desde luego no hay compartimentos estancos en los que se guarden, por separado y bien organizadas, las creencias, las actitudes y los valores.

Nuestra actitud hacia el mundo es una tendencia o disposición adquirida a evaluar de un modo determinado un objeto, una persona, suceso o situación y a actuar en consonancia con dicha evaluación. Nuestras normas y valores, nuestras actitudes, tienen una dimensión conductual (la forma en que nos comportamos ante el deterioro del medio), afectiva (nuestras preferencias y rechazos ante las tecnologías “limpias” o las empresas contaminantes) y cognitiva (conocimientos y creencias sobre la contaminación). En ese sentido, educar para la acción es educar integradamente en conceptos, procedimientos, actitudes, afectos y valores.

La construcción de actitudes consistentes y estables pasa por integrar adecuadamente tres componentes: lo que hacemos, lo que creemos y lo que nos gusta (Pozo, 1996). Y cuanto más firme y consistente sea ese aprendizaje, es más transferible y más difícil de cambiar. Evidentemente, en el aprendizaje, la tarea de construir el conocimiento conceptual requiere de unas ciertas actitudes, pues no aprende el que no quiere aprender. Pero la construcción de actitudes, sobre todo las deseables en E.A., también requiere de lo cognitivo. ¿Qué utilidad

tiene, por ejemplo, trabajar los valores y los afectos sin que las personas sean capaces de admitir que los valores y los sentimientos de los otros pueden ser diferentes e igualmente válidos? ¿Se puede desarrollar una actitud crítica sin una comprensión adecuada de la cultura dominante? Pues bien, la relativización de los valores y de los afectos es imposible sin un adecuado desarrollo cognitivo que posibilite el descentramiento. Del mismo modo, capacitar a las personas para enfrentar críticamente los problemas socioambientales pasa por el conocimiento del funcionamiento de los eco-sociosistemas. El espíritu crítico, la autonomía, la tolerancia, el diálogo, requieren de una determinada comprensión del mundo y del propio conocimiento (metaconocimiento). Muchas veces, cuando se habla de la importancia de la ética ambiental se olvidan estos hechos.

El segundo supuesto que alimenta el reduccionismo “eticista” es la identidad que se establece entre dos planos interconectados pero diferentes, el social y el psicológico: identifica la organización del conocimiento en nuestra sociedad con la organización del conocimiento en la mente humana. Plantea que la mente de las personas reproduce, sin más, la organización de las ideas en nuestra sociedad, donde sí hay una tendencia a compartimentar, en ámbitos de pensamiento disjuntos, los conceptos y los valores.

Si rechazamos el reduccionismo “eticista”, debemos apostar por el carácter multidimensional del aprendizaje, buscando la complementariedad, sobre todo si queremos un desarrollo armónico de la persona y la construcción de conocimientos significativos, consistentes y relevantes para la resolución de los problemas socio-ambientales. Así lo entienden autores como Novo (1998), que propone en E.A. un aprendizaje integrado, en el que no hay actividad afectiva sin cognición ni actividad cognitiva que no sea a la vez afectiva; o Caride y Meira (2001) cuando señalan que la E.A. debe ser *también, pero no sólo, educación moral* (p. 226). En el mismo sentido, Benayas y Marcén (1995) revisan diferentes estudios en los que se muestra que existe una recurrencia –relación cíclica

de refuerzo mutuo— entre las dimensiones cognitiva y actitudinal. También muestran que hay una correlación clara entre una interpretación del paisaje más compleja y diversa y una actitud de preferencia hacia los paisajes con un menor impacto ambiental (Benayas y Marcén, 1996). Estos mismos autores comentan que hay una relación cíclica de refuerzo entre la dimensión cognitiva y la actitudinal.

Por tanto, no se trata sólo de informar o de cambiar valores o de desarrollar afectos, sino que la E.A. debe referirse, con un enfoque de complementariedad y no de antagonismo, a un sistema de pensamiento más completo, que integre y armonice aspectos conceptuales, actitudinales, afectivos y procedimentales, en la línea de la perspectiva de la complejidad (García, 2004).

¿Qué papel debe desempeñar la ciencia en este esquema? Necesitamos una ciencia que reconozca el fuerte componente axiológico, afectivo, ideológico, que tiene toda actividad científica. Una ciencia contextualizada, en interacción con la sociedad en la que se genera. Una ciencia a la vez básica e instrumental. Estamos con Gil y Vilches (2005) cuando proponen que una formación científica adecuada para una toma fundamentada de decisiones sobre los problemas del mundo no debe ser, necesariamente, de un nivel de conocimiento muy profundo ni muy especializado. Y que la especialización no supone, en todos los casos, tener una perspectiva amplia de los problemas. Estos autores mantienen que lo que parece más oportuno es tener un planteamiento global que nos permita evaluar los riesgos y las consecuencias a medio y largo plazo de nuestras acciones, cuestión que analizaré más detalladamente a continuación.

La perspectiva compleja de la ciencia y el problema de la aproximación global al mundo

El reduccionismo “eticista” suele ir unido a una sobrevaloración del papel de las ciencias sociales sobre el de las ciencias de la naturaleza, ciencias que serían “rechazables” en cuanto

que se identifican con planteamientos positivistas. Es el caso de Breiting (1997), que propone a las humanidades, frente a las ciencias de la naturaleza, como principales materias de la Educación Ambiental, llegando a afirmar que hay que hacer más énfasis en la ecología humana que en la ecología de los sistemas naturales. En este caso, se identifica la ecología con una disciplina cerrada y mecanicista, que sólo sirve para dar a los participantes en las actividades de E.A. una formación sobre la naturaleza. Sin embargo, cabe una segunda interpretación, la de la ecología como ciencia “compleja” y como cosmovisión (para más detalle, ver García 2003 y 2004b)

Hay que profundizar, por tanto, en un tema fundamental: ¿de qué ciencia hablamos? Tradicionalmente, la ciencia se ha identificado en el ámbito educativo con la transmisión de un conjunto de dogmas. Evidentemente, tal aproximación a la ciencia no nos sirve para educar ciudadanos responsables y participativos. Necesitamos, pues, otra aproximación a la ciencia con otra perspectiva, más compleja, en el sentido del paradigma de la complejidad (Bonil, Sanmartí, Tomás y Pujol, 2004; García, 1995, 1998, 2004a y 2004b; Izquierdo, Espinet, Bonil y Pujol, 2004). Desde esta perspectiva, no se trata de “adornar” el discurso sobre la naturaleza de la ciencia con la incorporación de algunos aspectos sociales e ideológicos, sino de cambiar radicalmente nuestra aproximación a la ciencia. Como indican Gil y Vilches (2005) no se trata de incorporar factores “nuevos” (actitudinales, afectivos...) a la naturaleza de la ciencia, sino de superar una concepción del trabajo científico como una actividad neutra, descontextualizada, ajena a intereses y conflictos.

¿Qué características debe tener esa ciencia? Parece claro que si se pretende tratar problemas globales y complejos, habría que facilitar al aprendiz una aproximación global al mundo. Pero ¿se dedica adecuada atención a los problemas planetarios? Como indican Gil y Vilches (2006) sigue predominando una aproximación local. Por nuestra parte, en un trabajo reciente (García y Rodríguez, 2006), en el que hemos

analizado diversos materiales de E.A. referidos al tema de la energía, encontramos una fuerte dispersión de contenidos, sin una jerarquización de los mismos, de forma que los participantes en las actividades terminan aprendiendo, de forma aditiva, cosas sobre formas de energía, consumo de energía, despilfarro y ahorro de energía, energías alternativas, sin llegar a tener una visión de conjunto del problema.

Si queremos un tratamiento global de los problemas del mundo habrá que discutir sobre cuáles deben ser los contenidos prioritarios. En mi opinión, la actividad educativa debe centrarse, como conocimiento deseable de referencia, otra cosa son los contenidos concretos que caracterizan una determinada *hipótesis de progresión* (García 1997, 1998 y 1999), en aquellas *nociones metadisciplinarias* (García 1998 y 2001) y disciplinares que tengan un gran poder estructurante y que faciliten la construcción de una perspectiva más sistémica de la realidad. En el caso de la energía, habría que dar prioridad a contenidos como: relaciones entre formas de energía, usos energéticos, modelos de desarrollo socioeconómico y hábitos de consumo; incompatibilidad entre las leyes del mercado y el crecimiento indefinido y el carácter de factor limitante de determinados recursos energéticos; el uso de energía exosomática como característica básica del nicho ecológico humano; el flujo de energía en la biosfera y los ciclos de la naturaleza, etc. Todas ellas son nociones con un gran poder estructurante, que ayudan a organizar y jerarquizar los sistemas de ideas, lo que determina, a su vez, que las personas puedan comprender mejor los problemas complejos del medio y transferir conocimientos de unas situaciones a otras.

Tener una visión global supone trabajar en clase con diferentes escalas, aproximarnos a entidades ambientales complejas (biosfera, eco-socio-sistemas), y tratar, especialmente, la interacción social-natural. También implica una toma de conciencia global sobre el lugar del hombre en la naturaleza y sobre el papel que han de desempeñar los individuos y los grupos sociales en las relaciones con el entorno y entre los propios humanos.

Resulta fundamental comprender la interacción entre lo global y lo local. Selby (1996) propone la idea de *glocalidad* –la interacción entre lo local y lo global– que resitúa los eventos del mundo, simultáneamente, en ambos planos. Todo está en interacción en el sistema mundial, no hay compartimentos estancos, tal como pretende el pensamiento simplificador propio de la racionalidad mecanicista. Además, según este autor, esta dimensión espacial es inseparable de una dimensión temporal, pues nuestra interpretación del mundo es una construcción histórica.

Cualquier hecho (por ejemplo, una emisión de gases contaminantes) es a la vez global y local (los gases emitidos en un lugar concreto se desplazan a largas distancias por efecto de la dinámica atmosférica, afectando a lugares muy distantes del de origen); ocurre, simultáneamente, en el meso, micro y macrocosmos (la acción del gas se puede analizar como una interacción físico-química, como parte de la fisiología de un ser vivo concreto, como una interacción entre elementos del medio, o desde la perspectiva de la circulación de materiales en la biosfera); y sus consecuencias suponen siempre un determinado reajuste del sistema global (efecto invernadero, cambio de clima, deterioro de la capa de ozono, lluvia ácida...). Más aún, ese hecho podrá entenderse desde una perspectiva antropocéntrica (los seres humanos al contaminar destruimos los ecosistemas) o biocéntrica (la contaminación determina un cambio en la circulación planetaria de los materiales y una cierta reorganización de los ecosistemas).

Desde este enfoque ¿qué relación hay entre la idea de una “aproximación global al mundo” y la noción de globalización? Evidentemente, los intentos de construir una comprensión global no son ajenos al hecho de que los fenómenos sociales y económicos están hoy en día interconectados a escala planetaria. Es decir, responden a unas nuevas demandas sociales, que requieren enfoques científico-tecnológicos globales para resolver problemas ambientales que también son globales. Pero nos referimos a una globalización más amplia y

compleja que la mera internacionalización de los principios del neoliberalismo y de la economía de mercado actual, y de la *cultura de la superficialidad* (García, 2004) a ellos asociada. Globalización económica que en muchos casos no es tal, pues, en el plano de la gestión, predominan los enfoques sectoriales, unidimensionales y parcelarios (Naredo, 1997).

Como señalan Caride y Meira (2001), la globalización es un proceso dispar y contradictorio, en el que se entremezclan diversas dimensiones. Por una parte, hay una globalización económica, caracterizada por la concentración supranacional del capital en multinacionales, por un sistema financiero mundial, por la aparición de nuevas formas de organización del trabajo y de la industria del ocio y la comunicación. Por otra, una globalización cultural, en la que conviven la cultura de la superficialidad y las formas culturales alternativas al pensamiento simplificador. Por último, una globalización geopolítica, con el debilitamiento progresivo de los estados nacionales, la aparición de formas de actuación “imperiales” y una cada vez más clara separación entre un mundo rico y desarrollado y otro pobre y subdesarrollado. En este esquema, hay que entender la crisis social y ambiental como una crisis global, una crisis que afecta a las sociedades y a los ecosistemas, al planeta en su conjunto. Los problemas del deterioro de la capa de ozono o del cambio de clima son, a la vez, problemas ambientales, sociales y planetarios; el problema del uso y distribución de los recursos también es, a la vez, un problema social, ambiental y planetario.

Evidentemente, detrás de esta nueva manera de ver el mundo como una totalidad, subyace un enfoque sistémico, la idea del mundosistema, antes comentada. Se trata, en definitiva, de una perspectiva que pretende comprender la economía, la cultura, el planeta, en su totalidad, considerando los diferentes aspectos y elementos interconectados (Caride y Meira, 2001; Colom, 2000).

Una segunda cuestión se refiere a la perspectiva relativista del conocimiento. Comprender la interacción entre lo global y lo lo-

cal, entre unos y otros elementos de la realidad, supone adoptar una posición multiperspectivista, ser capaces de ponernos en el lugar de otras miradas, superando enfoques egocéntricos, sociocéntricos y antropocéntricos. Desde una perspectiva compleja, las visiones del medio como recurso o del medio como algo a proteger, son visiones antropocéntricas y parciales (García, 2004a y 2004b). Cuando hablamos de la *destrucción de los ecosistemas* ignoramos la reorganización continua de los ecosistemas en nuestro planeta (los ecosistemas no desaparecen, cambian). Cuando anunciamos catástrofes ambientales como el cambio de clima, parece que nos referimos a algo que va a significar una degradación global de todo el planeta, en vez de verlo como un pequeño cambio en las condiciones del mismo (eso sí, con graves consecuencias para los seres humanos).

En todos estos casos, y en muchos otros, se percibe una concepción muy cerrada y estática de la organización del mundo, muy rígida, como si la biosfera fuera un organismo que puede enfermar y desviarse de su estado “óptimo”, estado que habría que conservar como fuera. Sin embargo, los ecólogos han terminado rechazando la consideración del ecosistema como un organismo, pues no hay en los ecosistemas ningún estado óptimo, sólo una organización acéntrica, no jerarquizada, que continuamente se reorganiza. Los márgenes de supervivencia del organismo son muy limitados, pues su metabolismo (el transporte de materia y el flujo de energía) sólo es estable en unas ciertas condiciones. Pero la biosfera en su conjunto es mucho más estable: el transporte de materia y el flujo de energía del “metabolismo” ecosistémico depende básicamente de la energía solar. En ese sentido, habría que complejizar el discurso de la E.A. y no confundir el cambio en la diversidad de manifestaciones de la organización ecológica con el fin de la organización ecológica.

Pero no sólo se trata de asociar lo local y lo global o de superar nuestro antropocentrismo. Hay una tercera cuestión en el debate: la vinculación de la comprensión global del mundo

con lo personal. El tratamiento de los problemas socioambientales es indisoluble del propio desarrollo personal. Como indica Selby (1996), hay que considerar la conexión entre las personas concretas y el planeta, la interacción entre uno mismo, las otras personas y el resto del mundo. La relación persona-planeta es esencial a la hora de promover cambios en la relación con el medio: no se puede promover una conciencia planetaria *sin promover al mismo tiempo el descubrimiento de sí mismo y sin el enriquecimiento del completo potencial del individuo* (p. 28).

La ciencia y los grandes mitos del crecimiento

La ciencia que proponemos nos debe ayudar, además, a argumentar contra el pensamiento único que invade toda actividad humana. Debe servir para desvelar y superar los grandes mitos de nuestra cultura: que los recursos del planeta son infinitos, que los ecosistemas tienen una capacidad de carga ilimitada para la población humana, que todos terminaremos alcanzando los niveles de consumo propios de las sociedades “avanzadas” y que, si ello no fuera posible, los “elegidos” podríamos aislarnos de lo que ocurre a nuestro alrededor, podríamos seguir manteniendo el ritmo actual de despilfarro y contaminación, independientemente de lo que suceda con el resto del mundo.

Son mitos que ignoran el carácter sistémico del mundo. Cualquier cambio que se produce en la biosfera, por muy puntual que pueda ser, supone la reorganización del conjunto, reorganización que será más o menos acusada en función de la entidad del cambio. Este principio se cumple independientemente de la voluntad de las personas y grupos que concentran el poder de decidir. Y, en la mayor parte de los casos, las reorganizaciones provocadas por la acción humana no van en el sentido esperado por éstos, si es que se llegan a plantear siquiera las consecuencias globales de sus acciones. Los ejemplos son innumerables y a to-

das las escalas: guerras que se comienzan y que siguen un curso no previsto; productos que se comercializan y que provocan indeseables consecuencias para la salud y para el propio mercado; contaminaciones puntuales que determinan efectos globales como el cambio de clima o el deterioro de la capa de ozono; “revoluciones verdes” que destruyen los suelos y requieren enormes cantidades de energía; etc.

La ciencia debe ser un instrumento de lucha contra estos mitos, y especialmente contra la racionalidad económica dominante. Hay que insistir una y otra vez en que el objetivo económico básico –producir y consumir cada vez más– no sólo es rechazable ideológicamente, sino que, además, es un objetivo imposible, teniendo en cuenta las aportaciones de la ciencia sobre cómo funciona nuestro planeta.

El pensamiento económico tradicional trabaja con ciclos cerrados (producción-venta-consumo-más producción), no con procesos recurrentes y abiertos. Pero este planteamiento, válido para explicar el funcionamiento de máquinas capaces de retroalimentarse, no sirve para los sistemas sociales y los ecosistemas que, como sistemas complejos, singulares y abiertos, cambian según un proceso de reorganización continua, de forma no cíclica, sino evolutiva, irreversible, caótica, no lineal. De ahí, que el esperado “fin de la historia” –un mundo feliz sin incertidumbres donde todo está controlado– nunca llega, y los problemas ambientales y sociales estallan una y otra vez.

Cuando se intenta enfrentar la crisis global desde los presupuestos de la racionalidad dominante, aparecen dos contradicciones básicas. Por una parte, el crecimiento económico ilimitado parece incapaz ni de disminuir la desigualdad en el mundo, pues cada vez hay más gente muy pobre y menos gente muy rica, ni de dar una respuesta clara al problema del agotamiento de los recursos. Por otra, se plantea una paradoja: se pretende seguir creciendo y explotando el medio, al mismo tiempo que se quiere evitar la degradación de ese medio, provocada, precisamente, por el crecimiento.

Parece claro que, si queremos criticar tal racionalidad, debemos utilizar todos los argu-

mentos posibles, profundizando en estas contradicciones básicas. No basta, pues, con hacer una crítica desde la ideología. Hay que emplear también los argumentos que nos aporta la ciencia, pues éstos son de gran eficacia a la hora de desmontar muchas de las falacias existentes en el discurso de los políticos e intelectuales partidarios del neoliberalismo.

Así, por ejemplo, los datos científicos nos muestran que, si no lo evitamos, estamos en puertas de una profunda crisis energética (Ballenilla, 2005). Como apuntan Caride y Meira (2001) citando a Folch: gozamos de autonomía informática pero no energética. Es decir, toda nuestra cultura, desde la producción agrícola hasta la producción de entretenimiento, depende de una energía fósil no renovable, que ha sido almacenada en la corteza terrestre por la actividad de la biosfera a lo largo de millones de años y que está siendo dilapidada en unas pocas decenas de años. Los políticos, empresarios, economistas y gestores de todo tipo deciden sobre nuestras vidas desde una posición claramente antropocéntrica, ignorando que también los seres humanos tienen, como cualquier otra especie, su nicho ecológico. Es decir, nos integramos de una determinada forma en la organización ecosistémica y, por ello, interaccionamos de una cierta manera con el resto de la biosfera. Ahora, al disponer de la energía del carbón y del petróleo, nos hemos situado en un nicho ecológico “diferente” al que nos corresponde como especie: no dependemos de la energía procedente de la fotosíntesis actual sino de la energía procedente de la fotosíntesis del pasado. Pero se trata de una situación coyuntural y pasajera, pues cuando se acaben los combustibles fósiles volveremos a ser un “nudo” más en la red trófica e inevitablemente tendremos que ajustar nuestra población y nuestra forma de vida a la nueva realidad. Con los datos que nos aporta la ciencia, no podemos esperar una milagrosa solución tecnológica, bastante improbable para el caso de la energía fósil: no hay en perspectiva ninguna energía alternativa al carbón y al petróleo que pueda mantener nuestro actual sistema de vida.

Además, el ideal enunciado por los partidarios del crecimiento ilimitado es imposible: todos los habitantes que hay ahora en el planeta no pueden vivir despilfarrando los recursos y deteriorando el medio al ritmo que lo hace la sociedad norteamericana, por ejemplo. Según Villeneuve (1997), la cantidad de energía que consume durante toda su vida un habitante de Estados Unidos corresponde a varios millares de veces la que podría consumir un habitante de un pueblo europeo hace trescientos años. No hay en el planeta recursos materiales ni energéticos disponibles a esa escala, luego es una falacia que todos podamos acceder a ese modelo de vida.

Parece claro que hay que dar prioridad a estos temas. Pero aún predomina en E.A. la perspectiva de un desarrollo matizado, más “ecológico”, centrado en disfunciones menores del sistema: disminuir la contaminación en las ciudades, evitar la extinción de especies, integrar lo ambiental en los costes de la producción económica, etc. (Caride y Meira, 2001).

El problema del sentido: construyendo conceptos, actitudes y procedimientos en relación con la contaminación del agua

En los párrafos precedentes he intentado argumentar sobre la importancia de incorporar las ciencias de la naturaleza en general –y la ecología en concreto– a cualquier intervención educativa que pretenda una acción social, criticando el reduccionismo “eticista”. Ahora, en lo que sigue, comentaré otro posible reduccionismo: llevar, sin más, el “espíritu” de la ciencia a la sociedad o al aula sin considerar determinados valores y actitudes que pueden frustrar cualquier intento de investigación de problemas socio-ambientales en nuestras clases.

Parece que hay consenso, entre los autores partidarios de una alfabetización científica, en la idea de que la ciencia, además de facilitar la construcción del mundo, debe ser un instrumento para comprender y actuar. El problema

aparece cuando se disocia el carácter instrumental de la ciencia (competencias y capacidades para tratar problemas asociados a actitudes y valores) del conocimiento de las nociones científicas básicas. En mi opinión, ambos aspectos son complementarios, pues la construcción del mundo es indisoluble de los procedimientos y actitudes puestos en juego.

En un trabajo reciente (Cano, 2006; García y Cano, en prensa) hemos podido constatar la importancia de trabajar integradamente estos diferentes tipos de contenidos y de reconocer el papel fundamental que desempeñan las expectativas de los alumnos en todo el proceso educativo. La investigación, realizada en el curso 2003-2004 con alumnos de 15-16 años, pretendía describir cómo es el proceso de construcción del conocimiento en relación con el tema del *agua*, y más concretamente con los contenidos “consumo de agua” y “contaminación del agua”, con aplicación de una metodología didáctica basada en la investigación del alumno (para más detalle sobre la propuesta metodológica empleada remitimos a García, 2002 y 2004a) y orientada a la alfabetización científica.

En este estudio encontramos que las dificultades para el cambio conceptual y procedimental van íntimamente asociadas a las dificultades para el cambio actitudinal. Los alumnos presentan un pensamiento sobre la contaminación del agua centrado en lo “evidente” (rasgos como la suciedad o el mal olor), antropocéntrico (el problema que supone “para nosotros” dicha contaminación), muy lineal (no entiende la contaminación como una interacción de factores) y poco relativista (“ley del todo o nada”: el agua está contaminada o no lo está, no hay una posible gradación). Si nos referimos a su discurso, comprobamos que predomina el discurso narrativo sobre el argumentativo (entendidos según los define Bruner, 1988). Esa forma de pensar va asociada a dos actitudes básicas: la dependencia del experto (en este caso su profesora) y la resolución mecánica de las tareas académicas.

De los resultados obtenidos, inferimos que el cambio no se logra cuestionando solamente

los conceptos o transmitiendo, sin más, las actitudes y los valores “adecuados”. Si queremos modificar y complejizar esa manera de pensar no lo conseguiremos dándoles las respuestas “correctas”, ni tampoco realizando experiencias de todo tipo en las que los participantes en las actividades están todo el tiempo haciendo cosas, observando y manipulando la realidad, pero con pocos momentos de interacción y reestructuración, o buscando, en todo caso, la respuesta “correcta” al problema planteado.

Lo fundamental es propiciar el cruce e intercambio de argumentos, la negociación de los significados entre todos, la creación de un clima de interacción social que facilite la reflexión y el contraste de las ideas. Sobre todo, hay que procurar que superen su concepción de la investigación escolar como *otro simulacro más de los que viven habitualmente en las situaciones de aprendizaje escolar*. En definitiva, debemos plantearnos qué sentido tiene para los alumnos la actividad educativa. Si les proponemos que investiguen sobre la contaminación del agua o sobre el uso que hacen de la misma en sus casas ¿qué interpretan que deben hacer?, ¿qué sentido tiene para ellos el tratamiento de esos problemas?, ¿dónde esperan encontrar la respuesta a los mismos?, ¿qué papel se adjudican en la búsqueda de esa respuesta? Los profesores podemos tener muy claro que hay que ayudar al alumno para que él elabore su propia respuesta al problema planteado, pero ¿qué piensa el alumno al respecto?, ¿qué actitud tiene sobre sus posibilidades de conocer de manera autónoma?, ¿qué instrumentos intelectuales y qué epistemología pone en juego ante esa tarea?

Sobre todo ¿cuáles son las expectativas de nuestros alumnos? Según el *modelo escolar imperante* hay que dar una respuesta inmediata y “verdadera” a cada pregunta. No hay que discutir, argumentar ni comprobar nada. Los alumnos realizan las tareas porque así “se ha dicho” que se haga, hacen “lo que toca” ese día, y repiten los protocolos correspondientes sin entender el para qué, sin preguntar.

El proceso de investigación se reduce, fácilmente, a un mero activismo. El *activismo* su-

pone un *simulacro de aprendizaje significativo* (Cubero, 2005): se responden las preguntas sin apenas elaboración de las respuestas, se pasa continuamente de una tarea a otra sin momentos de reflexión, se manifiestan hipótesis sin que esté muy claro el por qué se hace o se hace todo deprisa, como si lo importante fuera “cubrir el expediente” de que se ha realizado la tarea propuesta. Como no hay un protagonismo real de los alumnos éstos *pueden responder a las preguntas como si de adivinar un juego se tratara* (Cubero, 2001, p. 16).

Los alumnos no superan fácilmente la concepción mecánica y rutinaria de las actividades de clase, de forma que, en un contexto de aprendizaje mucho más abierto, en el que se intenta que investiguen con ayuda de su profesora unos determinados problemas relativos al uso y a la contaminación del agua, siguen utilizando las pautas procedimentales aprendidas en el contexto de la enseñanza transmisiva tradicional. Para superar esta dificultad, no basta con explicarles a los alumnos el nuevo formato de la actividad académica que le estamos proponiendo. Aprender a investigar supone aprender a ser autónomo, a cooperar, a argumentar y negociar el conocimiento, es decir, un proceso de cambio fuerte y largo, que implica superar actitudes y valores muy arraigados en el alumnado.

Los alumnos interpretan inicialmente la propuesta de investigación como una tarea escolar más, en la que hay que procurar “adivinar” lo que quiere la profesora para poder “contentarla”. Y sólo si se trabaja a fondo sus propias concepciones sobre la resolución de un problema (dónde están las respuestas, cómo se valida el conocimiento, etc.), implicándolos fuertemente en el planteamiento del problema y en la planificación de estrategias de resolución, podremos comenzar a superar el obstáculo del “simulacro de investigación”. Es decir, nuestro principal problema es el del sentido que tiene para el alumno la actividad de investigación.

Del análisis de los datos que aporta esta investigación podemos avanzar dos conclusiones generales. En primer lugar, que no basta con una metodología “activa”, sino que hay que

trabajar muy especialmente el protagonismo de los participantes, para que éstos den sentido a lo que hacen. El problema del sentido es el problema central, dado que los alumnos y las alumnas están acostumbrados a que las respuestas ya estén dadas de antemano, y que solo deban preocuparse por repetirlas tal cual en los momentos adecuados. Han aprendido que el mundo de la escuela es un mundo de certidumbres, de verdades cerradas y absolutas. Un mundo sin novedad, sin enigmas que resolver, sin problemas “de verdad” que haya que investigar. No están habituados a pensar por sí mismos, a movilizar sus ideas para buscar una respuesta que no es evidente a priori.

Como se aprecia en los datos de nuestra investigación, para que los alumnos puedan tratar los problemas socio-ambientales relevantes resulta imprescindible que “crean” en la investigación que hacen. Los alumnos se implican realmente si el problema tiene sentido para ellos. Es decir, si están motivados, si conecta con sus intereses y sus preocupaciones, con su vida cotidiana. Si tienen claro qué se quiere conseguir, cuál es la finalidad del trabajo a realizar. Al respecto, resulta artificial poner a nuestros alumnos a “buscar problemas” o a resolver “problemas impuestos y no asumidos”. Más bien, se trata de conseguir que surja una necesidad, que podrá concretarse luego en un problema. En ese sentido lo de menos es que el problema provenga del profesor, de algún compañero o de una situación inesperada; lo relevante es que sea un problema sentido y asumido por los participantes, que conecte con sus intereses y motivaciones.

En segundo lugar, deben aprender a relativizar el conocimiento y a superar su dependencia de las verdades dadas. Construir conocimiento supone crear, más que “descubrir”. Los problemas del mundo deben ser trabajados desde la autonomía, yendo más allá de los hábitos, las rutinas y los códigos usuales. Los alumnos deben establecer nuevas relaciones, cuestionar sus ideas y reorganizar su interpretación de la realidad.

Los alumnos de nuestra investigación comienzan a ser realmente protagonistas del pro-

ceso de investigación de problemas socio-ambientales desde el momento en que se “liberan” y son capaces de crear, de inventar una respuesta que no existe de antemano y que, por lo tanto, no se puede encontrar sin más. Y no es fácil romper con la pasividad y la dependencia de unos alumnos acostumbrados a “repetir lo que le digan”, sino haciendo hincapié en la actividad mental y en la interacción social, en el continuo contraste de ideas entre los propios alumnos y con otras fuentes de información (profesores, experiencias de campo y de laboratorio, documentos, etc.). La ruptura con las rutinas escolares dominantes es un proceso lento, asociado al desarrollo de su autonomía y de su espíritu crítico. También tienen que aprender a comunicarse, a ponerse en el lugar del otro, a interpretar significados, a buscar el origen de los hechos, a ver cómo se crea socialmente una determinada manera de ver la realidad, a reconocer los intereses en conflicto, a entender, en definitiva, la relatividad del conocimiento.

Por tanto, si queremos alfabetizar científicamente a nuestros alumnos, de forma que utilicen la ciencia como un instrumento de control de sí mismos y de participación en la gestión del medio, tenemos que romper con la dinámica tradicional del aula. El tratamiento de los problemas socio-ambientales debe ir asociado a un mayor conocimiento de lo que nuestros estudiantes sienten y piensan sobre su propio papel en el proceso de investigación, a una discusión y negociación continua de las ideas, los intereses y los sentimientos de los participantes, con el objetivo básico de develar lo implícito, de tomar conciencia de las concepciones que subyacen a las opiniones y motivaciones de los alumnos.

Si queremos evitar un tratamiento mecánico, irrelevante y poco significativo de los problemas socio-ambientales debemos procurar la mayor implicación personal de los alumnos. Hay que vincular la investigación del alumno a la reflexión sobre sus propios problemas personales, sobre su ubicación en el mundo, sobre las relaciones interpersonales, conectando el tratamiento de los problemas

socio-ambientales a cuestiones como si somos felices, si estamos a gusto con el mundo en el que vivimos, si creemos o no que estamos haciendo algo por los otros (y por nosotros mismos), o si nos sentimos realizados como personas. Para luego ir avanzando hacia temas menos personales y más colectivos, próximos a las grandes contradicciones del sistema socioeconómico, pero asociados a las preguntas anteriores: ¿qué relación hay entre nuestros problemas personales y la realidad en la que vivimos?, ¿podemos estar a gusto con los demás en un mundo individualista, intolerante, competitivo e insolidario?, ¿es inevitable tanto sufrimiento y dolor en el mundo?, ¿depende nuestra felicidad del consumo?, ¿tenemos todos el mismo acceso al consumo?, ¿podemos consumir sin límite alguno?, ¿es viable generalizar el modelo de desarrollo de Occidente al resto del planeta para que todos seamos igualmente “felices”?, ¿es la racionalidad económica, política e ideológica dominante la única posible?

REFERENCIAS

- ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; MARTÍN, M.; OLIVA, J.M.; ACEVEDO, P., PAIXAO, M.F.; MANASSERO, M.A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 2(2), 121-140.
- BALLENILLA, F. (2005). La sostenibilidad desde la perspectiva del agotamiento de los combustibles fósiles, un problema socio-ambiental relevante. *Investigación en la Escuela*, 55, 73-88.
- BENAYAS, J. Y MARCÉN, C. (1995). La educación ambiental como desencadenante del cambio de actitudes ambientales. *Revista Complutense de Educación*, 6 (2), 11-28.
- BENAYAS, J. y MARCÉN, C. (1996). El cambio de actitudes y comportamientos en educación ambiental. En VV.AA., *La Educación ambiental en andalucía. Actas del II Congreso*

- Andaluz de Educación Ambiental*. Sevilla, 23, 24 y 25 de Marzo de 1994. Sevilla: Junta de Andalucía, pp. 50-56.
- BONIL, J.; SANMARTÍ, N.; TOMÁS, C.; PUJOL, R.M. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 5-20.
- BREITING, S. (1997). *Hacia un nuevo concepto de educación ambiental*. Carpeta informativa del CENEAM. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- BRUNER, J. (1988). *Realidad mental y mundos posibles*. Gedisa: Barcelona.
- CANO, M.I. (2006). *La construcción de conocimiento relevante y significativo sobre la contaminación del agua: una investigación cualitativa en 4º de E.S.O.* Memoria de investigación para la obtención del DEA. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.
- CARIDE, J.A. y MEIRA, P.A. (2001). *Educación ambiental y desarrollo humano*. Barcelona: Ariel.
- COLOM, A.J. (2000). *Desarrollo sostenible y educación para el desarrollo*. Barcelona: Octaedro.
- CUBERO, R. (2001). Maestros y alumnos conversando: el encuentro de las voces distantes. *Investigación en la Escuela*, 45, 7-20.
- CUBERO, R. (2005). *Perspectivas constructivistas. La intersección entre el significado, la interacción y el discurso*. Barcelona: Graó.
- GARCÍA, J.E. (1994). El conocimiento escolar como un proceso evolutivo: aplicación al conocimiento de nociones ecológicas. *Investigación en la Escuela*, 23, 65-76.
- GARCÍA, J.E. (1995). La transición desde un pensamiento simple hacia un pensamiento complejo en la construcción del conocimiento escolar. *Investigación en la Escuela*, 27, 7-20.
- GARCÍA, J.E. (1997). La formulación de hipótesis de progresión para la construcción del conocimiento escolar: una propuesta de secuenciación en la enseñanza de la ecología. *Alambique*, 14, 37-48.
- GARCÍA, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- GARCÍA, J. E. (1999). Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en educación ambiental. *Investigación en la Escuela*, 37, 15-32.
- GARCÍA, J.E. (2001). De los problemas científicos a los problemas socioambientales (y vuelta). *Alambique*, 29, 25-33.
- GARCÍA, J.E. (2002). Una propuesta de construcción del conocimiento en el ámbito de la Educación Ambiental basada en la investigación del alumno. *Cooperación Educativa*, 67, 39-52.
- GARCÍA, J.E. (2003). Investigando el ecosistema. *Investigación en la Escuela*, 51, 83-100.
- GARCÍA, J.E. (2004a). *Educación Ambiental, Constructivismo y Complejidad*. Sevilla: Díada.
- GARCÍA, J.E. (2004b). Los contenidos de la educación ambiental: una reflexión desde la perspectiva de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 31-52.
- GARCÍA, J.E.; CANO, M.I. (en prensa). ¿Cómo nos puede ayudar la perspectiva constructivista a construir conocimiento en educación ambiental? *Revista Iberoamericana de Educación*.
- GARCÍA, J.E.; RODRÍGUEZ, F. (2006). ¿Cómo trabajar la energía en el ámbito de la Educación Ambiental formal? *Congreso sobre Energía y Educación Ambiental*. CEMACAM, Murcia.
- GARCÍA PÉREZ, F.F. (2000). Un modelo didáctico alternativo para transformar la educación: el modelo de investigación en la escuela. *Scripta Nova*, 64 (15 de Mayo de 2000). (Url: <http://www.ub.es/geocrit/sn-64.htm>).
- GIL, D. y VILCHES, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿necesidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 2(3), 302-329.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2006). Algunos obstáculos e incomprendimientos en torno a la sostenibilidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 3(3), 507-516.
- GUTIÉRREZ, J. (1995). *La educación ambiental. Fundamentos teóricos, propuestas de transversalidad y orientaciones extracurriculares*. Madrid: La Muralla.

- IZQUIERDO, M.; ESPINET, M.; BONIL, J.; PUJOL, R.M. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 21-30.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P.; LÓPEZ, R.; PEREIRO, C. (2006). La educación ambiental en el aula: pensamiento crítico y uso de conceptos científicos. *Alambique*, 48, 50-56.
- MEMBIELA, P. (Ed.) (2002). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica de la ciudadanía*. Madrid: Narcea.
- NAREDO, J. M. (1997). Sobre el rumbo del mundo. *Le Monde Diplomatique*, edición española, 2(20), 30-31.
- NOVO, M. (1998). *La Educación Ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Madrid: Universitas.
- PEDRINACI, E. (2006). Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿Una materia para la participación ciudadana? *Alambique*, 49, 9-19.
- POZO, J. I. (1996). *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- RUIZ VARONA, J.M. (1996). Educación para el desarrollo: una apuesta globalizadora para el currículum de ciencias sociales (ESO). *Aula de Innovación Educativa*, 51, 47-50.
- SANMARTÍ, N.; PUJOL, R.M. (2002). ¿Qué comporta "capacitar para la acción" en el marco de la escuela? *Investigación en la Escuela*, 46, 49-54.
- SELBY, D. (1996). Educación Global: hacia una irreductible perspectiva global en la escuela. *Aula de Innovación Educativa*, 51, 25-30.
- TILBURY, D. (1995). Environmental Education for sustainability: Defining the new focus of Environmental Education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1 (2), 195-211.
- VILLENEUVE, C. (1997). *Módulo de educación ambiental y desarrollo sostenible*. Bilbao: Los Libros de la Catarata.

ABSTRACT

From Environmental Education and Science Education it is proposed the idea that it is necessary to educate people to treat and solve complex socio-environmental problems that are generated by human activity. In our work, two polemic topics are discussed: the role of science on the change of models of social development and what kind of science should be taught in schools.

KEY WORDS: *Environmental Education; Models of social development; Scientific literacy.*

RÉSUMÉ

En Éducation environnementale et en Didactique des Sciences on consolide l'idée qu'il est nécessaire de former à la population pour traiter et résoudre les problèmes sociaux et environnementaux complexes produits par l'activité humaine. Dans ce travail on débat sur deux aspects polémiques de cette perspective: quel rôle doit jouer la science dans le changement du modèle de développement et quelle science nous devons enseigner dans l'école.

MOTS CLÉ: *Education environnementale; Modèle de développement; Alphabétisation scientifique.*