

GEOLOGIA Y EDUCACION AMBIENTAL

L. TARRIO

Resulta indudable que los problemas relacionados con el medio ambiente han desencadenado una serie de reacciones en el mundo de las ciencias durante los últimos años, pero, ¿cómo ha influido esto en la Geología? ¿Qué consecuencias puede traer esta revolución sociocultural en las enseñanzas geológicas?

La Geología constituye una de las ciencias más afectadas por estos hechos debido a la conjunción de factores que se han dado en los últimos tiempos. Por un lado ha sufrido una revolución interna con la imposición de un nuevo paradigma, la tectónica de placas, con todas las consecuencias psicocientíficas que ello acarrea. De otro lado el término Geología viene siendo reemplazado por la expresión Ciencias de la Tierra lo cual ha hecho que los geólogos nos hallamos visto envueltos en discusiones sobre interdisciplinariedad y ciencia integrada antes de resolver dudas primarias sobre la Geología en sí misma. Asimismo los conceptos de Ecología y Medio Ambiente se han introducido actuando como una cuña en los tradicionales conceptos científicos que hemos estudiado en la Universidad. Por último, un cambio menos espectacular, pero más profundo, es el debido al reconocimiento de que las distintas civilizaciones humanas tienen un sustrato geológico, no sólo porque las materias primas que hacen funcionar a las sociedades son en gran parte productos de actividades geológicas sino, también, porque la explotación de esos recursos se hace en detrimento de la biosfera. Así, pues, esta confluencia de factores ha causado un cierto desconcierto en el campo de las ciencias geológicas y especialmente al conjunto de los enseñantes que se han visto desbordados por una verdadera avalancha de nuevos criterios.

¿Hasta qué punto puede considerarse la Geología como una ciencia Medio Ambiental? Es obvio que una de las premisas necesarias para considerarla como tal es que sea predictiva, ya que sólo así podrá tener interés en la planificación. Resulta ya clásica la afirmación de que la Geología es una ciencia inductiva, es decir, que el geólogo, a través de sus observaciones, construiría generalizaciones que trataría luego de confirmar por medio de nuevas observaciones o de experimentación. Sin embargo, cada paso plantea unos problemas específicos y sobre todo es especialmente

aplicable la clásica frase del «sólo vemos lo que sabemos». En otras palabras, la observación geológica es menos neutral que la que se efectúa en otras ciencias y ello debido a la complejidad de lo observado, existiendo, por tanto, una seria posibilidad de incluir opiniones o conceptos personales entre las observaciones; pero, aún prescindiendo de esto, las observaciones sólo reflejan el «resultado» de unas acciones geológicas y nunca es posible observar cómo actúan, culminando la dificultad de la observación el hecho de que algunos procesos geológicos destruyen parcial o totalmente las pruebas de acontecimientos anteriores. Por todo ello es por lo que, clásicamente, se ha considerado a la Geología como una ciencia posdictiva cuya metá era certificar lo que sucedió. En la actualidad esta calificación está en proceso de cambio; de hecho ya hace tiempo que el mecanismo tradicional del pensamiento inductivo ha sido sustituido, aunque en parcelas muy limitadas, por razonamientos puramente teóricos que luego tratan de ser confirmados, es decir, funcionan según la vía deductiva; con el desarrollo de la teoría de la tectónica de placas, en los últimos años, se han multiplicado considerablemente el número de estudios deductivos. En definitiva, la Geología ha pasado a ser predictiva y esta nueva capacidad es totalmente aplicable a las ciencias ambientales: «el presente es la clave del pasado» reza uno de los principios básicos de la Geología, al que hoy podríamos añadir «y del futuro». En otras palabras, hoy podemos saber qué medidas se pueden aplicar ante una degradación del medio ambiente y cuál será su reacción ante ellas.

Como se ve el cuerpo doctrinal de la Geología ha variado considerablemente en los últimos años y es por ello por lo que los educadores debemos amoldarnos a ese cambio mediante una concreción de la problemática introduciendo en la enseñanza un nuevo enfoque: la educación ambiental. Pero, ¿qué es la educación ambiental? Ya a principios de siglo el botánico Patrick Geddes dijo que los niños educados en contacto con la realidad de su medio ambiente no sólo aprenderían mejor, sino que además desarrollarían valores positivos hacia esa realidad circundante. Estas ideas cobraron fuerza en el período comprendido entre las dos guerras mundiales apoyadas por pedagogos como Dewey o Adamson para los cuales el niño aprendía a través de su contacto con el medio.

La década de los 60 marca un cambio psicológico crítico en las relaciones del hombre con su medio señalado por el tránsito, que comienza a vivirse, de una sociedad industrial a una sociedad posindustrial, siendo el principal motor del cambio la aparición de problemas ecológicos junto a la crisis económica y energética. Las principales diferencias entre ambos tipos de sociedades, en lo que atañe a su actitud ante la ciencia, podemos resumirla en los siguientes puntos; en primer lugar en la civilización industrial la mentalidad social crea un tipo de ciencia, o quizás sea el tipo de ciencia el que desarrolla esa mentalidad social, en la que la capacidad científica y técnica va por delante de las demandas sociales cuyo principal objetivo es el control de la naturaleza o de las fuerzas de la naturaleza; sin embargo, la sociedad posindustrial antepone a este control de la naturaleza el control del proceso científico y técnico, como, por ejemplo, es el caso de la energía atómica o la ingeniería genética, al tiempo que demanda nuevas tecnologías, como ocurre en las alternativas energéticas, por citar tan sólo

algunos de los problemas técnico político sociológicos actuales más divulgados.

Es en esta década de los años 60 el momento en el que los movimientos marginales dan la voz de alarma sobre la destrucción del medio ambiente. Esta idea se extiende y politiza rápidamente y así vemos, cómo, a nivel mundial, el «establishment» educativo reacciona con celeridad en su asimilación de la protesta. Cooker (1978) se pregunta por la sinceridad de esta explosión educativa y parece bastante razonable pensar que seguramente hay una buena dosis de oportunismo. De esta forma de hacer no resulta muy distinta de la del resto de la sociedad. Aunque todos proclaman su preocupación por la ecología y el medio ambiente, Cooker (op. cit.) se pregunta cuánto hay de electoralista en el tema y hasta qué punto el hombre de la calle está más preocupado por la conservación del medio que por el precio de los carburantes o el paro. Un ejemplo próximo de esta utilización demagógica de lo medioambiental: una editorial española acaba de editar un libro de divulgación sobre tectónica de placas en una colección titulada «Ecología». Como apunta Anguita (1982) es posible que esta situación cambie en el futuro cuando la clase dirigente tenga conciencia y conocimiento de las Ciencias Ambientales, pues según Cooker (op. cit.), los economistas, y, en cierta medida, los ingenieros, representan la vertiente sobreexplotadora de la civilización industrial tal como se desarrolló en el siglo XIX, y han sido formados en instituciones que, en general, son cerradas y poco propensas a la colaboración interdisciplinar, por lo que no es fácil que sus titulados comprendan los problemas medioambientales de múltiples facetas.

Una de las principales cuestiones a las que nos enfrentamos es, como señalan Cook y Weidner (1977), la política ambiental seguida por los gobiernos tratando de poner a especialistas universitarios a resolver problemas creados por todos los ciudadanos, lo cual choca con una mentalidad social que no está preparada para estos cambios. Se hace, pues, necesario modificar esa mentalidad, para lo cual sólo existen dos caminos: la educación académica y una educación masiva de la sociedad. Para Emmelin (1977) esta educación masiva se justifica en la necesidad de reciclar a las generaciones de adultos, que son los que van a seguir tomando las decisiones durante los próximos quince o veinte años, aunque se muestra pesimista sobre sus resultados. Ello es debido a que las únicas vías típicas para conseguir estos objetivos son los medios de comunicación de masas y en menor medida las asociaciones ciudadanas. La gran paradoja es que los medios de comunicación siguen, en la práctica, políticas antiambientales (piénsese en el consumismo descarado que fomentan en su mayoría) y sus posibles aportaciones se limitan a una pura labor informativa de los «sucesos» y poco o nada a hacer comprender los «procesos», siendo debido todo ello a su carácter comercial. Sin embargo, hay ocasiones en las que su aportación es y ha sido considerable aunque en estos casos son muy especiales, ya que se trata de la educación de grupos muy seleccionados, restringidos y motivados. En cuanto a las actividades grupales de asociaciones ciudadanas hay que señalar que suelen ser muy restringidas, quedando reducidas a actos esporádicos y sin continuidad, que suelen ser muy motivadores pero poco formativos; tan sólo los grupos

juveniles suelen presentar continuidad y ejercen una buena educación ambiental, aunque lamentablemente la mayoría de los jóvenes que integran dichos grupos son precisamente niños escolarizados, que pueden recibir la educación ambiental a través de centros educativos, mientras que están prácticamente ausentes los niños no escolarizados, por lo que esta formación no alcanza más que a un mínimo de la población.

Debemos, pues, como educadores, concentrar nuestros esfuerzos en que las generaciones que detentarán el poder el día de mañana posean una buena formación medioambiental y no se retrase por más tiempo la consecución de unos ideales que, al menos teóricamente, nuestra sociedad defiende, pero, ¿cómo abordar esta educación ambiental? La primera sorpresa que un educador lleva al adentrarse en el campo aparentemente desconocido de la Educación Ambiental es, como señala acertadamente Anguita (op. cit.), que el lenguaje que oye le resulta conocido y así se pueden leer palabras como éstas de Wolsk (1970): «El ideal tal vez abarque una enseñanza activa, experimental (...), el empleo de métodos interdisciplinarios (...) en el marco de la educación permanente», o estas otras de Kefford (1973) «(...) el abandono voluntario por los profesores de fronteras nítidas en sus materias; (...) el profesor pasa de suministrador de soluciones a suministrador de preguntas; (...) crece la presión a favor de los equipos docentes, con lo cual su pedagogía puede ser juzgada por sus colegas...». Todos estos párrafos no están tomados de un texto de Pedagogía general, sino de trabajos sobre educación ambiental, y, sin embargo, no proponen ninguna metodología específica para el medio ambiente, sino principios comúnmente aceptados, aunque no tan comúnmente usados, por la Pedagogía moderna. Así, pues, estos ideales tropiezan, a veces, con la situación real y así, por ejemplo, la tradicional separación de las Ciencias sociales y naturales está de hecho convertida en un aislamiento de los departamentos y/o profesorado de un mismo centro que convierte a éstos en un campo estéril para el desarrollo de estos ideales.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que se pedirá que los maestros inculquen a sus alumnos esa sensibilidad hacia el medio ambiente, pero, ¿cómo conseguirlo? A este respecto son diversas las labores que un docente puede realizar para la consecución de estas metas. Se puede afirmar que existen dos niveles de actuación: el específico de la materia y el interdisciplinar.

Por lo que atañe al nivel interdisciplinar un sistema podría consistir en señalar las conexiones existentes entre una disciplina científica y las demás. A título de ejemplo citaré alguna de las relaciones de la Geología con otras especialidades, a pesar del riesgo de subjetividad que supone el hecho de ser precisamente un geólogo el que trate de establecerlas. Resulta ineludible comenzar analizando las relaciones con las Ciencias Biológicas; un primer punto de indudable conexión lo constituye la Paleontología, que es una rama en la cual confluyen aspectos tanto biológicos como geológicos; pero a esto habría que añadir que la Biosfera, que constituye el objetivo primordial de la Biología, se asienta sobre un sustrato geológico que la sostiene y la condiciona. En cuanto a las relaciones con otras ciencias, entendidas éstas en el sentido clásico, sin duda son abundantes, aunque su trascendencia, en lo que atañe a la educación ambiental, es bastante

reducida con la excepción de determinados temas bastante especializados de las Ciencias Ambientales.

Amplios son, asimismo, los puntos de contacto con la Geografía, que aunque en nuestro país es considerada como una disciplina «de letras» englobada en las ciencias sociales, en otros está incluida junto con la Geología, la Oceanografía, etc., en las llamadas Ciencias de la Tierra. Geología y Geografía son dos especialidades que se solapan en buena parte; para un geógrafo la Geología puede aportar un progresivo rigor científico, amén de una base geológica para los aspectos más humanísticos de la Geografía; para el geólogo la Geografía aporta el punto de vista etnográfico y sobre todo una larga experiencia de la influencia del hombre sobre la naturaleza, lo cual es muy importante para la evaluación de los impactos sobre el medio ambiente que puede originar la actividad humana.

Una tercera disciplina con la cual los nexos de unión son muy importantes en la Historia; en primer lugar porque los métodos de estudio son totalmente paralelos (no hay que olvidar que la Geología es una ciencia histórica) y, en segundo lugar, porque existe una zona de solape entre Geología e Historia, que comienza cuando en la historia de nuestro planeta aparecen unos seres inteligentes dotados de una misma cultura; en esta zona de solapamiento los arqueólogos y geólogos utilizan en muy buena parte las mismas herramientas de trabajo para reconstruir la historia de la humanidad, los unos, y la del hombre y la Tierra, los otros. Pero es que, además, existe un trasfondo geológico en la historia de la humanidad, como puede ser el caso de las migraciones forzadas por cambios climáticos, o las repercusiones de catástrofes geológicas (¿acabó una erupción con la civilización minoica del bronce II?), por sólo citar algunos ejemplos clásicos. Es más, para algunos historiadores (por ejemplo, Tonybee, 1953) los cambios geológicos fueron determinantes de hechos históricos como el esplendor de la civilización egipcia o la decadencia de los mayas.

En cuanto a las relaciones de la Geología con la Técnica es, como apunta Anguita (1982), difícil, aquí y ahora, emitir juicios imparciales, ya que las interacciones y solapes han sido determinados por factores que son, en muchos casos, más administrativos que científico-técnicos. Es lo que sucede con la Ingeniería de Minas, tradicionalmente en conflicto con la Geología, por lo que respecta a las competencias de los profesionales en ambas disciplinas. En otros casos, como la Ingeniería civil, la ausencia de una competencia entre ambas profesiones simplifica el tratamiento; decir que un estudio geológico previo es indispensable, es descubrir el Mediterráneo, y, sin embargo, todos los años suceden catástrofes que podrían evitarse con una planificación geológica más detallada; los estudios geológicos minuciosos resultan esenciales a la hora de enjuiciar emplazamientos de trazados viales, embalses, puentes o centrales energéticas. Lamentablemente este es un tema que recibe un escaso o nulo tratamiento en los manuales elementales de Geología, por lo que su desconocimiento es causa de la insuficiente planificación. En lo que respecta a la relación de la Geología con la Ingeniería de Montes y/o Agrícola las áreas de contacto vienen a coincidir con las señaladas para la Biología, dado el eminente carácter biológico de estas ingenierías, y, en parte, con las indicadas para otras áreas de la Técnica, siendo deseable que, en el futuro, las relaciones

entre estos tipos de profesionales aumenten para la realización de trabajos comunes en campos como la ordenación del territorio, zonas naturales protegidas, etc. Finalmente un campo, hasta hace poco distante, en el que se produce una convergencia con la Geología es el Urbanismo y tiene mucho que ver con la ordenación del territorio: localización de acuíferos para suministro de aguas, vertido de residuos sólidos, características geotécnicas de las rocas del subsuelo, etc.

En lo que respecta al nivel de actuación específico, en la Geología se pueden establecer tres aspectos básicos que agrupan los diferentes campos de la acción: resultado, dinámica y evolución.

El resultado define cómo es en la actualidad el medio geológico; es, pues, el elemento básico para la caracterización de los recursos. Las posibilidades de la Geología abarcan su localización y evaluación y a partir de todo ello se infiere la existencia de tres tipos de recursos: no renovables, reciclables y culturales. En el grupo de recursos no renovables se incluyen los minerales, las rocas industriales y los recursos energéticos, tales como los combustibles fósiles, y los minerales radioactivos, es decir, toda una gama de materiales, que, aunque geológicamente renovables, la renovación necesita muchos miles o millones de años, y por tanto a escala humana no se recuperan una vez consumidos. En el grupo de los recursos reciclables se incluyen aquellos cuya renovación no necesita de un tiempo tan largo como ocurre con los recursos hídricos y edáficos. Por último, los recursos culturales están constituidos, siguiendo las directrices aprobadas por el Consejo de Europa, entre otros por los «senderos de interpretación y educación ambiental» y por las zonas naturales protegidas.

La dinámica establece los procesos naturales que actúan en una zona, siendo, pues, un elemento básico para la caracterización de los riesgos. Esta caracterización de riesgos puede concretarse en la evaluación y prevención de riesgos geológicos como pueden ser los derivados de la actividad sísmica y de la actividad volcánica o los debidos a avenidas y avalanchas de ríos, deslizamientos y otros fenómenos asociados.

La evolución establece los distintos estados por los que ha pasado una zona hasta llegar a la situación actual, lo que permite establecer un modelo probabilístico del equilibrio actual y constituye un elemento de caracterización de los impactos derivados de la actuación humana que podemos resumir en impactos derivados de la explotación de recursos, evolución de usos del territorio y modelos evolutivos referenciales.

La labor del educador en el campo específico de la Geología deberá ser el incluir dentro de la disciplina un tratamiento adecuado de cada uno de los puntos que resumidamente he tratado de poner de manifiesto inculcando a los alumnos la necesidad de proteger el medio ambiente y cómo una adecuada planificación puede evitar su deterioro, llevándoles a la convicción de que la Geología tiene un papel importante que tomar en esta planificación y que las decisiones de los especialistas en estos temas tienen una base científica probada y contrastada.

Sin embargo, existe un punto que exige no sólo una adecuada planificación, sino también, y sobre todo, la colaboración ciudadana, por lo cual la labor ejemplarizadora del profesional de la enseñanza debería ser importantísima. Me refiero al capítulo señalado anteriormente como

recursos culturales. En España la legislación (Ley 15/75 de 2 de Mayo) prevee el establecimiento de varios tipos de espacios naturales protegidos: los parques, de diversas categorías, y las reservas de interés científico. Cabe citar aquí la creación, fruto de un convenio con ICONA, de unas zonas protegidas, clasificables sin duda entre las reservas de interés científico, pero con un carácter didáctico que hace necesaria su mención; se trata de las reservas ecológicas educativas (REE) que se definen como un conjunto de recursos geológicos, biológicos y culturales de interés pedagógico, situadas en áreas no siempre bien delimitadas, pero con una cobertura legal que impide usos inadecuados o utilizaciones masivas. Son áreas en las que la filosofía interdisciplinar es la que marca su interés. Hasta el momento sólo hay tres: la REE de Queralt (Barcelona), la REE de Timanfaya (Lanzarote) y la REE de Canencia (Madrid). De las tres la de Timanfaya es la que más interés geológico representa, pues, situada en plena zona volcánica, permite estudiar la «ecología» de un volcán: los cultivos tradicionales en tierras volcánicas, la energía geotérmica, la evolución de la demografía en relación con las erupciones, etc.

A pesar de todo ello tan sólo una pequeña parte del suelo español está protegido (sólo un 0,22 por ciento frente al 5 por ciento de Francia o el 15 por ciento de Alemania) y por tanto los recursos culturales no están y es difícil que puedan llegar a estarlo, totalmente protegidos; se hace, pues, necesario un código de conducta que evite la destrucción de muchos de estos recursos. Hay que pensar que un yacimiento geológico, y especialmente de fósiles, no es algo inagotable y se hace necesario limitar al máximo la recogida masiva de ejemplares —podría citar aquí algunos casos de magníficos yacimientos fosilíferos de nuestra región que han quedado agotados por esta recolección masiva— a aquellos puntos en que existan en gran abundancia o a su extracción de bloques sueltos, etc. Por último, es recomendable, para la enseñanza, el uso de reproducciones en lugar de ejemplares naturales siempre que sea posible.

BIBLIOGRAFIA

- ANGUITA, F. (1982).-La formación ambiental y la enseñanza de la Geología. *Geología y Medio Ambiente*. Págs. 451-463. CEOTMA. Madrid.
- COOK, R. S. y WEIDNER, E. N. (1977).-La educación ambiental para estudiantes del tercer ciclo de la enseñanza general. *Tendencias de la educación ambiental*. Págs. 201-216. UNESCO. París.
- COOKER, P. (1978).-Higher education. *Enviromental education: principles and practical*. Ed. Edward Arnold. Londres.
- EMMELIN, L. (1977).-Programas de educación ambiental para adultos. *Tendencias de la educación ambiental*. UNESCO. París.
- KEFFORD, C. (1978).-The middle years. *Enviromental education: principles and practical*. Págs. 193-217. Ed. Edward Arnold. Londres.
- TONYBEE, A. (1953).-Estudio de la Historia I. Emece. Buenos Aires.
- WOLSK, D. (1977).-Metodología de la educación ambiental. *Tendencias de la educación ambiental*. Págs. 39-52. UNESCO. París.