

CONFERENCIAS

LOS FUTUROS DE LA ENSEÑANZA DE LA GEOLOGÍA

Futures of Geology Teaching

Francisco Anguita (*)

RESUMEN

En España, la Ciencia vive una época de gran popularidad (museos y ferias científicas, presencia en los medios de comunicación) que discurre en paralelo a una dramática situación (declive en el número de alumnos, estancamiento en los fondos para investigación) del sistema educativo y científico. Dado su carácter minoritario, la situación es especialmente grave en el ámbito de la Geología, cuya presencia en la enseñanza Secundaria es ya residual. Se analiza el desencanto post-revolucionario movilista como uno de los posibles factores de la crisis, y se propone explorar la interfase Geología-Ciencias Planetarias como un medio de realzar el papel de la primera en un marco nuevo capaz de resucitar la ilusión de profesores y alumnos.

ABSTRACT

Science is presently living a paradoxical situation in Spain. While Science museums and Science fairs flourish, enrolment of students in Science careers is plummeting down, and research is at a stalemate. Given its lesser curricular weight among the other scientific lines, Geology is heavily affected, and its presence at the Secondary level is now all but residual. A possible specific factor for this decadence is a certain post-mobilist revolution disenchantment. The author's suggestion is to explore a new interdisciplinary area, namely the interface between Geology and Planetary Sciences, a field potentially able to rekindle the scientific excitement in teachers and students alike.

Palabras clave: Geología, Ciencias de la Tierra, Tectónica de Placas, Ciencias Planetarias.

Keywords: Geology, Earth Sciences, Plate Tectonics, Planetary Sciences.

EL PARADÓJICO MARCO DE UNA CRISIS

Los indicadores diagnósticos de la salud científica de la sociedad española desafían la racionalidad de cualquier análisis. Mientras que el enrolamiento en el Bachillerato científico y en las Facultades de Ciencias cae en picado, Atapuerca se convierte en un fenómeno social, y alguno de sus investigadores bordea la categoría de ídolo de masas. Al mismo tiempo que los científicos más prestigiosos del país lanzan voces de alarma más sonoras de lo normal sobre el futuro de su investigación, muchos ciudadanos se confiesan enganchados por los programas científicos en televisión, sean éstos los documentales de "la 2", o incluso el modesto programa "Redes", que apenas alojado en un horario algo menos marginal ha duplicado su audiencia. Cuando los investigadores formados en el extranjero encuentran (si lo encuentran) un difícil acomodo en las estructuras de la ciencia española, proliferan las ferias científicas, y los cada vez más abundantes museos de la Ciencia son focos de atención para familias enteras.

En suma, la sociedad española parece ávida de información científica, pero la formación y el empleo de científicos viven tiempos oscuros. ¿Qué está pasando?

La tentación de colgar el sambenito de esta triste situación a los políticos del país es grande, y una parte de culpa hay, seguramente, al menos en la gestión reciente de la educación y la investigación. Pero, centrándonos en el sistema educativo, nadie que lo conozca adecuadamente puede pensar que un simple cambio en los planes de estudio puede invertir su tendencia hacia el despoblamiento de las áreas científicas, tanto en la educación Secundaria como en la universitaria. La huida de los estudios considerados *difíciles* (encabezados por las Matemáticas) no es un fenómeno de ahora, aunque se haya agudizado. La escasísima recompensa social por cursarlos (hermanos mayores con títulos universitarios y condenados al paro) es un factor adicional. Y no estaría de más que reflexionásemos sobre nuestra capacidad de ilusionar e incluso apasionar a nuestros alumnos.

(*) Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid. anguita@geo.ucm.es.



Enfoquemos ahora el microscopio sobre la Geología. No pocos de los alumnos de Bachillerato que llegan a una clase de esta materia (un fenómeno que se produce cada vez más raramente) llevan varios años oyendo hablar de la Tectónica de Placas. Toda la sorpresa que esta fantástica (en su acepción de asombrosa) teoría sobre la Tierra pudo producirles se ha esfumado. Es cosa sabida, aprendida de forma reiterada y probablemente prematura. Y, a pesar del empeño de las recientes autoridades ministeriales en que se enseñe Cristalografía en Bachillerato (y esto sí que es novedoso), el movi-lismo ha fascinado tanto al profesorado (a biólogos y geógrafos tanto o más que a los escasos geólogos) que es de temer que la Geología se haya convertido en buena parte en Tectónica de Placas. El éxito que una discusión virtual sobre la evolución del término astenosfera tuvo hace poco tiempo en una página de la Asociación sería un reflejo de la necesidad que siente el profesorado de entender la dinámica terrestre con minuciosidad.

He escrito “es de temer”. ¿Por qué habría que temer a la única teoría predictiva y cuantificable sobre la Tierra que ha existido en toda la historia de la Geología?

INTENTANDO ENTENDER LA CRISIS

La Tectónica de Placas es una teoría sobre la Tierra sólida (en realidad, no tan sólida), y por ello una teoría geológica. En el último tercio del siglo XX, y casi al mismo tiempo que se producían las conversiones masivas al movi-lismo, muchos departamentos de Geología en universidades anglosajonas comenzaron a cambiar sus placas de bronce para pasar a denominarse “de Ciencias de la Tierra”. No era un esfuerzo muy complicado, ya que los datos decisivos para el cambio de paradigma se habían obtenido en campañas oceanográficas en las que, como subproducto, se estaban reescribiendo los libros de Oceanografía y Paleoclimatología, e incluso inventando alguna subdisciplina, como la Paleooceanografía.

Tierra sólida y Tierra fluida mezclaban bien en este contexto de investigación de punta, pero este paso se iba a revelar mucho más complicado en otros ambientes. Por citar un caso que viví en primera fila: en el 8º Simposio de Enseñanza de la Geología, celebrado en Córdoba en 1994, la recién nacida (cuatro años) AEPECT estuvo a punto de partirse en dos cuando se propuso cambiar el nombre a sus simposios para llamarlos “de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra”. Para evitar el cisma, los renovadores retiraron rezongando su propuesta, no sin advertir que se entraba en un callejón sin fácil salida, y que la misma ESTA (la asociación británica de profesores de Ciencias de la Tierra) había cambiado el nombre de su revista, que ya no se llamaba “Geology Teaching” sino “Earth Sciences Teaching”.

Encaro por fin la pregunta pendiente: ¿Qué tiene de malo la Tectónica de Placas? Pues que, hoy en día, *se ha transformado en Ciencia Nor-*

mal. Que todas las disquisiciones sobre astenosferas y puntos calientes profundos o someros encajan como un guante en las peleas sobre minucias en las que, según describió Thomas Kuhn en su obra básica, se entretienen los científicos después de las revoluciones. Creo que la situación óptima de enseñanza- aprendizaje de una Ciencia, los momentos en los que la ilusión y el entusiasmo se adueñan del aula, se producen cuando esa Ciencia está limitada por una buena colección de preguntas de gran calado. Los enigmas sobre cómo surgió el Universo, o sobre los antepasados del hombre, son fabricantes de cosmólogos y paleoantropólogos vocacionales. En este sentido recuerdo mis clases de 1970, en las que, poseído por el ardor del converso, desgranaba ante los novicios estupefactos los secretos de la Nueva Tierra con tal ardor que un catedrático del curso siguiente me llamó al orden por enseñar demasiado a los alumnos de primer curso. Ahora veo cuán ignorantes éramos todos (y el que más, por supuesto, el catedrático), pero no cambiaría ese tiempo por ningún otro. Ahora bien, lo cierto es que nadie tiene la suerte de vivir revoluciones científicas durante toda su vida útil como docente, y por lo tanto habrá que conformarse con enseñar Ciencia establecida, igual que los ciudadanos franceses tuvieron que resignarse a ser un poco menos iguales con el paso de la Convención al Directorio post-revolucionario. Eso sí, sería una falta terrible el dejar pasar cualquier cosa que huelga a cambio profundo, lleve o no la etiqueta de revolucionario. El presente alegato se justifica en que estoy venteando una de esas ocasiones.

Si revisamos la historia reciente de la enseñanza preuniversitaria de la Geología en este país, hay un hecho que destaca: mientras que la Geología retrocede en la Secundaria, el único avance lo han protagonizado las Ciencias de la Tierra, con la inclusión en el plan de estudios de la materia de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Soy consciente de que esta asignatura ha provocado muchas discusiones y no pocos rechazos, entre otros de quienes la han acusado de ser la causante del eclipse de la Geología. Otros la tildan de ser poco geológica, pero también he escuchado la acusación contraria, y probablemente ambas situaciones sean ciertas, en función de según qué profesor. Desde luego, la Tectónica de Placas sigue ocupando un lugar de preferencia en su temario, ya que es indispensable para razonar la distribución de muchos riesgos geológicos. Así que esta materia sigue teniendo un núcleo de Geología básica, aunque su enfoque sea menos científico y más aplicado. Suponiendo que su inclusión tenga (al menos) algunos aspectos positivos, y rebobinando hacia el proceso de su inclusión en el currículo, ¿cómo sucedió ésta? De manera simple: los geólogos aprovechamos una inquietud que flotaba en el ambiente (y nunca mejor empleada esta palabra), tanto social como educativo, para poner un pie en la frontera ecológica.



UNA RECETA PARA LA CRISIS

Vuelvo al principio: un país que parece estar descubriendo la Ciencia y un sistema educativo y de investigación que parece que la olvida. ¿Qué hacer? ¿Y si nos atreviésemos a intentar abrir una ruta nueva hacia el entusiasmo? Releo el editorial del número 3-2 de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, un monográfico publicado en 1995 y dedicado a la Geología y las Ciencias del Espacio. El editorialista (fácilmente reconocible como David Brusí, el editor de la revista) cita al recién fallecido científico ambiental Ramón Margalef cuando utilizó el símil geológico según el cual había que buscar las interfases entre especialidades científicas como lugares especialmente atractivos, de la misma manera que los bordes de placa eran más interesantes que otras zonas del planeta. El *borde de placa* medioambiental, una interesante interfase, ha sido explotado con éxito. ¿Y si buscásemos otros?

La Tierra es un planeta, y la mayoría de los programas de Geología dedican un tema introductorio al Sistema Solar. Pero ese esquema data de cuando no sabíamos casi nada de nuestro vecindario. Ahora hemos descubierto hielo en los polos de Mercurio, las enigmáticas coronas venusinas, el viejo océano de magma lunar, los aberrantes cambios climáticos de Marte, volcanes a 2.000°C en Ío, océanos subterráneos en los otros tres galileanos, una especie de zoológico en torno a Saturno, el increíble rompecabezas de Miranda, un cuerpo hiperactivo (Tritón) al borde del cero absoluto, el cinturón de Kuiper del que Plutón es un espía, la sospechada nube de Oort donde duermen 100.000 millones de cometas...y esto no es más que el prólogo del fenómeno planetario: a fecha de hoy¹ se han descubierto 120 planetas en torno a otras estrellas, de los que en sólo diez o quince años podremos saber al menos la composición de sus atmósferas: entre otras muchas cosas, éste será el siglo de los planetas. ¿Qué tal explorar la frontera científico-tecnológico-exploradora que es hoy el Sistema Solar?

El mejor argumento a favor de esta idea es que el citado y apabullante conjunto de conocimientos constituye una de las puntas de lanza más espectaculares de la Ciencia moderna. Por su capacidad de generar noticias sorprendentes, acapara titulares y programas en los medios de comunicación. Y, con el mérito añadido de ser Ciencia pura (nadie puede esperar que las Ciencias Planetarias curen enfermedades, como pretendemos de los estudios genómicos), contiene dos propiedades únicas: es La Frontera, el reto continuo de este viajero inconforme que es Homo sapiens; y es, estrictamente, inagotable². Apasiona por igual a alumnos y al público en general, pero su car-

acterística más asombrosa es que está olvidada por el sistema educativo preuniversitario; en España, casi también por el universitario.

Propongamos a las autoridades educativas, antes de que otros invadan este jardín de las delicias científico, que la actual Geología de Segundo de Bachillerato pase a llamarse Geología del Sistema Solar³. Es claro que esta propuesta debe ser discutida en el contexto de las anteriores reivindicaciones del profesorado de Ciencias Naturales, y en concreto del acuerdo adoptado en el Simposio de Girona sobre la propuesta de desdoblamiento de las actuales Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente en unas Ciencias de la Tierra opcionales y unas Ciencias Ambientales.

PRECEDENTES, PROBABILIDADES, PROBLEMAS

En el libro de 2º Curso del Bachillerato francés, “Sciences de la Vie et de la Terre”, editado en 1993, se dedican 34 páginas a temas planetarios, distribuidas en tres capítulos: “La Terre, planète originale du Système Solaire”; “La Terre, planète habitable”; y “Comment expliquer l’originalité de la Terre?”. Este enfoque encaja a la perfección con la idea propuesta: se trata de intentar entender mejor la Tierra en su contexto más lógico, por comparación con sus hermanos de la familia solar. Al fin y al cabo, ésa ha sido la tarea de los científicos planetarios desde el principio de la Era Espacial. Lo cual añade un atractivo adicional a la propuesta: los estudiantes siguiendo de cerca el paso de los científicos.

Otros precedentes utilizan vías menos convencionales. Por ejemplo, el Proyecto Milenio para Marte (Mars Millennium Project) fue financiado en 1999 por el Ministerio de Educación de Estados Unidos, la NASA y entidades privadas con el objetivo de que pequeños grupos de alumnos de primaria y secundaria diseñasen una base para que cien personas pudiesen vivir en Marte en 2030. Aunque sobre todo americano (participaron más de 50.000 escuelas y centros juveniles), el programa se extendió después a Irlanda, Francia y Japón. En nuestro país, el Instituto de Astrofísica de Canarias ha puesto en marcha en 2003 el proyecto Cosmoeduca I, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y consistente en una página web con temas confeccionados por un investigador y un profesor de secundaria. Aunque la mayoría de los aspectos tratados se refieren al Universo, hay al menos uno (“Marte en el Sistema Solar”) planetario.

(1) Escrito el 1 de Abril de 2004.

(2) Un amigo cardiólogo me decía en una ocasión que su especialidad le aburría: aparentemente, ya sabemos todo lo que tenemos que saber sobre el corazón. Desde mi punto de vista, la “culpa” de esa desazón era suya, por haber elegido una rama científica que se pudiese completar.

(3) U otro nombre semejante, sobre el cual sería absurdo discutir, siempre que tengamos clara la idea. Naturalmente, esta medida debería complementarse con otras referidas a electividad en los distintos itinerarios del Bachillerato. En concreto, esta asignatura, se llame como se llame, debería ascender a materia de modalidad.



Si bien estos esfuerzos se dirigen sobre todo al sistema educativo, son esencialmente actividades añadidas a un currículo que todo el mundo acusa de estar sobrecargado. A diferencia de los norteamericanos, los centros de enseñanza españoles no bullen de aspirantes a astronautas, y por lo tanto es difícil saber cuál será la acogida a estas iniciativas no regladas: sin duda muy dependiente del entusiasmo y la afición de cada profesor. Para buscar una salida permanente, de futuro, a la enseñanza de la Geología, tenemos que actuar sobre el currículo. ¿Es esto factible, o una utopía? Aún recuerdo mi propia sorpresa al observar, en la primavera de 1991, la excelente acogida que en el Ministerio de Educación y Ciencia de la época tuvo la idea un tanto improvisada de las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. En el actual ambiente de efervescencia marciana, esta batalla no sería desde luego mucho más difícil que aquella.

¿Qué significaría esto para el profesorado? Evidentemente (como ya sucedió con la inclusión de las CTMA) otra nueva materia a preparar. Esta vez nueva-nueva. Pero, ¿qué estudiar, y dónde hacerlo? Bien, si alguna vez una asignatura de este tipo se implanta en el currículo de Secundaria, los inevitables libros de texto aparecerán detrás. En todo caso, la AEPECT ha tomado la delantera. Si todo va bien, en estos momentos acabará de publicar un CD con imágenes comentadas del Sistema Solar para ir introduciendo al profesorado en este tesoro geológico que son las superficies sólidas de planetas y satélites. Pero el aspecto didáctico es tan importante como el de los contenidos. Hasta el maravilloso Sistema Solar puede ser conquistado por el aburrimiento si una metodología exploradora no acompaña al cambio en el currículo. Crear un grupo de trabajo para producir materiales de aula y, sobre todo, ideas de uso es algo al alcance de la AEPECT (y muy en su línea), una tarea para la que me brindo yo voluntario.

¿TENEMOS ALTERNATIVAS?

El futuro espacial no es el único futuro, pero sí uno de los que presentan mejores perspectivas no sólo de conservar, sino de acrecentar el papel científico de la Geología en la Ciencia moderna, y por lo tanto en el sistema educativo. Para mí, esta alternativa tiene una ventaja difícil de discutir: las Ciencias Planetarias acabarán, más tarde o más temprano, impartándose en la enseñanza secundaria de todo el mundo; aunque, lógicamente, esto ocurrirá mucho antes en los países científicamente avanzados. ¿Podemos imaginar un mundo en el que se realicen misiones tripuladas a la Luna y a Marte, y frecuentes viajes robóticos a otros puntos del Sistema Solar, y en el que sigamos enseñando la asignatura “Geología de la Tierra”? Si preparar a sus usuarios para el futuro es una de las misiones de un sistema educativo, creo que hay que concluir que es

casi una obligación de los profesores de Geología de hoy presionar para que este cambio inevitable se produzca cuanto antes.

Aunque estoy razonablemente seguro de la bondad de la idea, ésta podría quedar reposando (hasta dentro de veinte años, no más) en el cementerio de las buenas ideas. Aun así, al proponerla habríamos cambiado de actitud, apartándonos del muro de las lamentaciones geológicas con una propuesta innovadora, de futuro y que incluso tendría repercusión social, “buena prensa”, según suele decirse. Una propuesta que no se basa en ninguna interrelación oscura, sino en la simple naturaleza planetaria de la Tierra. Que fomenta la interdisciplinariedad, entre las Ciencias de la Tierra y del Espacio. Que tiene un precedente feliz en las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Que garantiza que sus profesores y alumnos se sientan protagonistas de temas que apasionan a la sociedad.

Y todo ello sin abandonar las ideas en las que nos hemos formado. Por supuesto, Tectónica de Placas; pero, ¿por qué no en Venus? Desde luego, el Ciclo Geológico, pero ¿es sostenible esta idea en otros planetas? Claro, hay que estudiar el clima terrestre, con sus glaciaciones y periodos de invierno. ¿Por qué no lo comparamos con los climas húmedos y secos de Marte? Y por supuesto que habrá que hablar de Evolución, pero no sería mal ejercicio hablar de las condiciones que la han estimulado en nuestro planeta, y que no existen en otros cuerpos del sistema.

En suma, mucho que estudiar, mucho que aprender. De nuevo el estímulo de otra revolución conceptual. Intentemos hacerla posible. La alternativa (el *otro* futuro) es tener una pequeña alegría cuando leemos que ¡por fin! un geólogo ha salido en el periódico... hablando de los socavones en la vía del AVE. Mientras tanto, los departamentos de las universidades anglosajonas vuelven a cambiar sus rótulos: ahora son centros de Geología y Ciencias Planetarias.

BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo (1992). Una nueva materia en el Bachillerato de Ciencias: las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, *Ens. Cien. Tierra*, nº 0, 45.
- Anónimo (2004). Proyecto “Cosmoeduca I”. *Astronomía y Universo*, 56, 15-16.
- Kuhn T.S. (1967 [1971]). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Menard H.W. (1986). *The ocean of truth*. Princeton Univ. Press, Princeton.
- Stevens D. (1999). Design a livable Mars Station for year 2030. *The Planetary Report*, 19-6, 22.
- Tavernier L. y Lizeaux C. (1993). *Sciences de la Vie et de la Terre*. (2^o). Ed. Bordas, París. ■

