

## La Geología que emociona, ¿qué geología enseñamos, qué geología necesitamos y qué geología divulgamos?

*Thrilling Geology, What we teach, what we need and what geology we spread?*

**AMELIA CALONGE GARCÍA**

Dpto. Geología. Universidad de Alcalá. 28871 Alcalá de Henares (Madrid). C/e: presidencia@aepect.org

**Resumen** Este artículo pretende analizar el estado actual de la Geología en varios ámbitos. En primer lugar, se consideran los contenidos geológicos que se imparten en la Enseñanza obligatoria y bachillerato, el número de geólogos que se forman en las universidades españolas y los geólogos que demanda el mercado español. Este estudio revela que la Geología, en comparación con otras ciencias, está infravalorada en los niveles de la enseñanza pre-universitaria por parte de algunas administraciones educativas. Con el fin de intentar conocer a qué obedece esta circunstancia se analiza, en primer lugar, qué se entiende por “Influencia Social de la Geología” y cómo se puede evaluar. Posteriormente se plantean algunas hipótesis para modificar esta situación que tendrían que ser validadas y, para terminar, se proponen algunas recomendaciones atendiendo a dichas hipótesis.

**Palabras clave:** Enseñanza de la geología en España, Influencia Social de la Geología, Demanda de Geólogos en España.

**Abstract** *This paper discusses the current state of Geology in several environments. Geological contents taught in the compulsory Education and High School are first considered. After this, an analysis of the number of geologists generated by the Spanish universities and the geologists' demand of the Spanish market are considered. The study reveals that Geology, when compared to other sciences, is undervalued by some administrations in pre-university educational levels. With this aim in mind, it is first explained what could be understood as “Social Influence of Geology” and how it may be assessed. Afterwards some hypotheses to change the current situation are proposed and should be validated and, finally, recommendations are provided on the basis of these assumptions.*

**Keywords:** *Geological teaching in Spain, Social Influence of the Geology, Geologists' demand in Spain.*

### INTRODUCCIÓN

En España el Ministerio de Educación define las directrices curriculares mínimas comunes de la Enseñanza no Universitaria para todo el Estado. Las autoridades educativas de las distintas Comunidades Autónomas pueden adaptar dichas propuestas, modificándolas en un determinado porcentaje. En este sentido, la coordinación entre los distintos niveles de gobierno (por estar las competencias educativas repartidas entre las comunidades autónomas y el estado) es una cuestión a tener en consideración. En esta estructura compleja de toma de decisiones, las Ciencias de la Tierra han sufrido una progresiva devaluación y, en algunos casos tenemos que hablar de una “oportunidad perdida” (Pedrinaci, 2006), para otorgar a la Geología la presencia y peso que debiera corresponderle.

Las autoridades educativas no deben olvidar que los conocimientos geológicos son esenciales para proseguir estudios en aquellas carreras que necesitan del conocimiento de los procesos y los materiales terrestres. Algunas de ellas son: Ciencias Geológicas, Ingeniería de Minas, Ciencias Ambientales, Biología, Química, Ingeniería Geológica, Ingeniería de Montes, Ingeniería Agrónoma, Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Arquitectura, Ingeniería Técnica en Hidrología, Ingeniería Técnica de Topografía, Ingeniería Técnica de Recursos Energéticos, etc.

Una segunda cuestión, no menor, que también hay que tener en cuenta, es el hecho de que el mercado español demande más geólogos profesionales mientras en la enseñanza pierden peso los contenidos geológicos, probablemente motivado por el hecho de que al ser los Geólogos una minoría, y estar

los programas de las materias muy sobrecargados, los ajustes que es necesario realizar se hacen a costa de los contenidos geológicos.

Para completar estas primeras reflexiones es preciso aportar una idea que puede resultar contradictoria. Frente a la progresiva disminución de los contenidos geológicos, en los últimos años, muchos temas relacionados con las Ciencias de la Tierra han adquirido una extraordinaria relevancia y repercusión social. La Geología es una disciplina científica que, hasta hace algunas décadas, únicamente se relacionaba con la explotación de materias primas (minas, canteras, etc.), con procesos catastróficos (terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos, etc.) o con el objeto de estudio de museos y universidades. Actualmente gran parte de la población juvenil y adulta ha oído hablar sobre el extraordinario interés social, económico o ambiental de los recursos, y conocen cómo afectan a nuestra sociedad problemas tales como: el cambio climático, los riesgos geológicos, la desertificación o la gestión de recursos naturales, pero carecen de formación básica para comprender estos temas.

A la vista de las tres cuestiones planteadas, resulta paradójico que, a pesar de la rápida evolución que la Geología ha experimentado, de la necesidad de geólogos en el mercado profesional y del interés que despiertan muchos temas geológicos, en los planes de Bachillerato se haya excluido la Geología como asignatura de modalidad y en la enseñanza obligatoria estos temas carezcan de suficiente representación.

Esta situación ha llevado al colectivo de geólogos a expresar su preocupación por el futuro de esta ciencia y a afirmar que la formación de los ciudadanos se verá perjudicada, lo que a su vez repercutirá negativamente en la sociedad. Se ha apelado a los gestores del Ministerio de Educación como responsables

de esta actitud al restar valor y representación en los currícula a esta ciencia. En esta línea, se han llevado a cabo acciones concretas e iniciativas -muchas de ellas lideradas por la AEPECT- con objeto de influir en este Ministerio para revertir dicha situación.

Pero es posible que las decisiones de la Administración se correspondan parcialmente con una falta de comprensión y que estén fundamentadas, por un lado, en la pérdida de influencia percibida de la Geología en la Sociedad y, por otro, en el incremento de materias y contenidos que pugnan por ser incluidos en el currículo de la enseñanza obligatoria. Es probable que factores tales como demanda social o aplicabilidad pesen de un modo importante en esta decisión y que haya que modificar los contenidos que se proponen y el modo en el que estos son impartidos, con objeto de hacerlos más útiles y atractivos a los estudiantes que posteriormente cursan estudios universitarios. Si este objetivo es alcanzado, también resultará fundamental una correcta secuenciación de dichos contenidos y la incorporación de aspectos procedimentales (métodos de observación, lectura de mapas, medidas de autoprotección frente al riesgo, etc.) que favorezcan una formación integral de cualquier ciudadano.

Por todo ello parece necesario valorar la influencia de la Geología en la sociedad y analizar hasta qué punto los propios geólogos han propiciado la situación actual de esta ciencia. A partir de ese momento estaremos en condiciones de poner los medios pertinentes para reconducir la situación.

Este artículo pretende dar un primer paso en esta dirección proponiendo un análisis objetivo de la situación planteada. Para llevar a cabo este estudio se resumirá en primer lugar muy brevemente el estado actual de la Geología en la Enseñanza Obligatoria y Bachillerato. Después, se explicará qué se entiende por "Influencia Social de la Geología" y cómo se

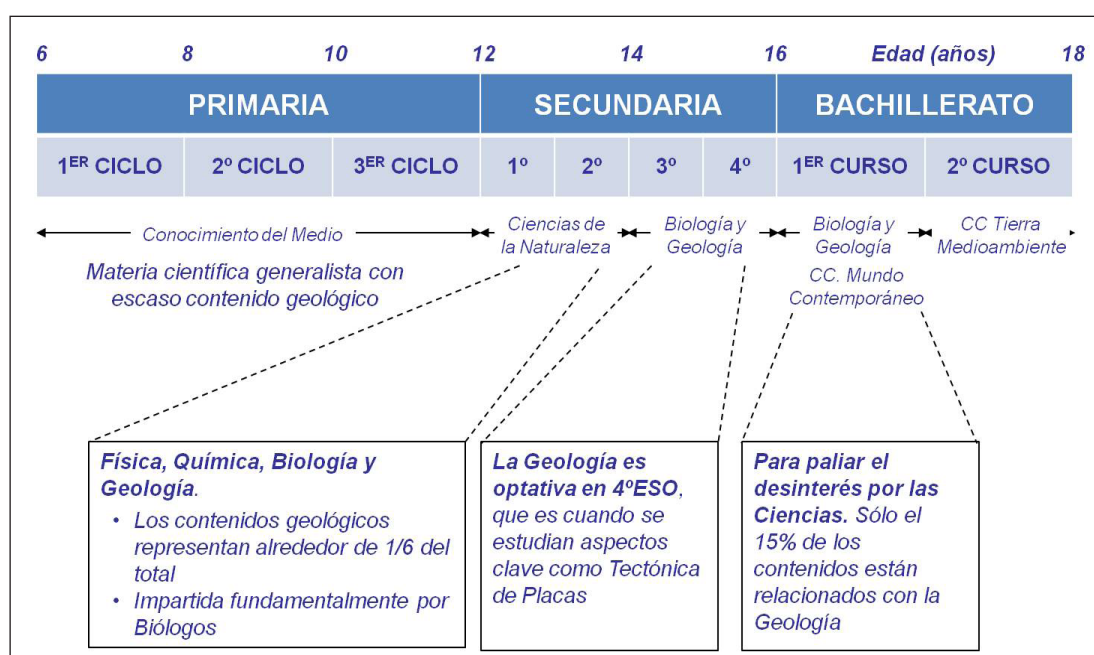


Fig. 1. Enseñanza de la Geología Preuniversitaria

puede evaluar. Posteriormente se plantearán algunas hipótesis que tendrían que ser validadas y, para terminar, se propondrán algunas recomendaciones atendiendo a dichas hipótesis.

## LA GEOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA OBLIGATORIA

La educación en España es obligatoria para todos los alumnos menores de 16 años. Estos estudios se organizan en tres etapas, tal y como se indica en la siguiente Figura 1.

En Educación Primaria (6 a 12 años) los alumnos estudian una materia científica generalista denominada "*Conocimiento del Medio*" con escaso contenido geológico, principalmente los materiales de la Tierra (Calonge y Juan, 2009).

La Educación Secundaria Obligatoria, o ESO, incluye una única materia científica denominada "*Ciencias de la Naturaleza*" en los dos primeros cursos (Fig. 1). Esta materia abarca contenidos que comprenden: Física, Química, Biología y Geología. Si nos centramos en el plan de estudios de Biología y Geología (que representa aproximadamente la mitad del plan de estudios de *Ciencias de la Naturaleza*), observaremos que sólo un tercio de este plan contempla contenidos geológicos. Un resumen curricular promedio, con tres horas a la semana, incluye:

- La Tierra en el Universo y el Sistema Solar.
- Los materiales de la Tierra.
- La atmósfera.
- Hidrosfera.
- Geosfera.
- Los cambios debidos a la energía interna de la Tierra.
- La transferencia de energía dentro de la Tierra.

En los dos últimos años de esta etapa la materia "Biología y Geología" está separada de las otras dos ciencias con la particularidad de que en el último curso es una asignatura opcional por lo que sólo una parte de los alumnos estudiarán cuestiones tan relevantes como la Tectónica de Placas o la teoría de la evolución biológica.

En el tercer curso de la ESO los temas relacionados con Geología son los siguientes:

- Los procesos geológicos externos.
- La actividad geológica fuera del planeta Tierra.

Por último, en el último año (16 años) los contenidos son:

- Origen y evolución de la vida.
- El paisaje.
- El interior de la Tierra.
- Tectónica de Placas.
- Pruebas de la tectónica de placas.
- La historia de la Tierra.

Lamentablemente, un tema tan importante como la Tectónica de Placas se estudia por primera vez a esta edad y en una asignatura opcional.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta es el hecho de que la mayoría de los profesores que imparten en ESO "Biología y Geología" sean biólogos, ya que hacen énfasis en los contenidos que dominan frente a aquellos, como son los geológicos, que les resultan más lejanos.

### Geología en Bachillerato

Esta etapa se divide en dos cursos: 1º y 2º de "Bachillerato", y a través de las distintas Comunidades Autónomas se imparten modelos diferentes. La propuesta del Ministerio de Educación, aprobada por la mayoría de las Comunidades Autónomas se sintetiza en la Fig 1.

El hecho de que no exista una materia de Geología en el Segundo curso de Bachillerato pone en evidencia una deficiencia muy importante.

Los temas geológicos en el primer nivel incluyen contenidos clásicos: origen y estructura de la Tierra, dinámica de Tierra (procesos internos y externos), minerales y rocas, historia de la Tierra, etc. A título de ejemplo se exponen a continuación los epígrafes que constituyen el bloque temático IV "La Geosfera" del libro de 1º de "Biología y Geología" de la editorial Anaya (2008):

12. La Tierra y su dinámica
13. La formación de minerales y rocas
14. El magmatismo y el metamorfismo
15. Los procesos sedimentarios

La asignatura de Ciencias de la Tierra y medioambientales, cuyos contenidos geológicos oscilan alrededor del 20%, introduce un enfoque holístico de la Tierra considerada como un sistema de subsistemas (atmósfera, hidrosfera, etc.). Un resumen de los conceptos impartidos incluye (Calonge y Juan, 2009):

- Los materiales de la Tierra: minerales y rocas
- Los procesos internos (geosfera)
- El ambiente
- La hidrosfera
- Los procesos externos (geosfera)
- Edafología (suelos)
- Los recursos naturales
- Riesgos naturales
- Impacto sobre el medio ambiente.

Además, las actividades prácticas constituyen una parte significativa de esta materia y su objetivo es que los alumnos se familiaricen con gráficos, mapas y otros métodos de representación, así como con diversos materiales de laboratorio.

Por último, desde el año 2008 se imparte una nueva asignatura obligatoria para todos los alumnos del primer curso llamada "Ciencias para el Mundo Contemporáneo". Esta materia incluye un 15% de contenidos geológicos (Pedrinaci, 2008). Su objetivo principal es paliar la falta de interés en las Ciencias e incluye aspectos tales como: los riesgos geológicos, el genoma o el origen de la especie humana. En cuanto a los temas geológicos incluidos en

los bloques temáticos son los siguientes:

- **Contenido común:** introducir a los estudiantes en el método científico, esto es, identificar un problema, buscar información, redactar informes, etc.

- **Nuestro lugar en el Universo:** incluye temas relacionados con nuestro origen que van desde la formación del Universo y la Tierra, hasta el origen de la especie humana, pasando por el comienzo de la vida.

- **Vivir más, vivir mejor:** se ocupa de las enfermedades, los medicamentos, las nuevas tendencias en la medicina, etc., incluso las relaciones entre Ciencias de la Tierra y Ciencias de la Salud.

- **El logro de una gestión sostenible del planeta:** incluye el cambio climático y los riesgos naturales tales como terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis, inundaciones, deslizamientos de tierra, etc.

- **Nuevas necesidades, nuevos materiales:** la sociedad moderna tiene cada vez más necesidades de agua, minerales, rocas y de combustibles fósiles, recursos que no son renovables.

- **Aldea Global:** de la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento: las Ciencias de la Tierra, o Geología, no sólo trata de explicar el pasado de la Tierra (Lyell decía "el presente es la clave para el pasado"), sino ayudar en la previsión y la gestión de un futuro sostenible.

## SALIDAS PROFESIONALES

Como se comentaba en el primer epígrafe (introducción) es incomprensible que actualmente se haya incrementado la demanda profesional de geólogos y, sin embargo, en la enseñanza se contemplen cada vez menos contenidos geológicos. Afortunadamente para la sociedad civil, los ámbitos de actividad geológica han sido ampliados y reforzados por las nuevas legislaciones (administración general y autonomías). Algunas de estas leyes son las siguientes (Barrera y Calonge, 2009):

- **Código Técnico de la Edificación (CTE)** (R.D. 314/2006, de 17 de marzo, y R.D. 1371/2007, de 19 de octubre). Los estudios geotécnicos en los que mayoritariamente se están desarrollando actividades son: Edificación, Urbanización, Grúas y ascensores, Reformas y ampliaciones, y Patologías.

- **Reglamento de Suelos contaminados** (Real Decreto 9/2005). Todas las administraciones tienen claro que los profesionales mejor cualificados para abordar este tema son los geólogos.

- **Ley del Suelo** (R.D. 2/2008, de 20 de junio). La legislación obliga a elaborar mapas de riesgos naturales para todos y cada uno de los riesgos que puedan afectar al territorio.

- **Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad** (Ley 42/2007, de 13 de diciembre). Algunas actividades que hay que reforzar son: Gestión y

Planificación de Espacios naturales; Gestores ambientales; Caracterización e investigación de los recursos; Patrimonio geológico; Conservadores y gestores de museos y centros de interpretación; Divulgadores del patrimonio (guías geológicas, Geodías, Olimpiadas de Geología, etc.).

- **Confederaciones Hidrográficas.** Contaminación de los acuíferos someros por las grandes industrias; calidad de las aguas.

- **Control de calidad.** Aplicable a todas las tareas que se desarrollan en la empresa tanto en régimen interno como externo.

- **Vertederos.** Se están solicitando, principalmente, hidrogeólogos, geotécnicos y ambientalistas para drenajes, la estabilidad de los taludes, la revegetación del suelo y la ubicación correcta del vertedero.

- **Ley de Patrimonio cultural.** Hace referencia a la paleontología en las obras públicas y en la edificación.

- **Nuevos elementos para estudios geotécnicos,** tales como torretas de comunicación; Subestaciones eléctricas; Plantas de biodiesel; Campos solares; Parques eólicos (aerogeneradores).

En esta línea es previsible que un futuro no muy lejano se necesitaran geólogos en los estudios de geotermia del suelo para aprovechar esta energía en las edificaciones.

Otro tema, lamentablemente en auge, es el relativo al cambio climático que demandará geólogos especialistas, por ejemplo, en la evaluación de los recursos hídricos disponibles para cualquier escenario provocado por dicho cambio (Pernía y Fornés, 2009).

Y una situación parecida atañe a los estudios de la geología del subsuelo, necesarios para construir almacenamientos geológicos subterráneos de gas (natural y CO<sub>2</sub>, Pérez-Estaún *et al.*, 2009), donde faltan expertos para interpretar los datos geológicos del subsuelo y modelizar en 3D.

Un dato más a considerar es la disminución en la actualidad de geólogos españoles que quieran trabajar en el mundo del petróleo o que estén capacitados para realizar trabajos geológicos tradicionales como: cartografías geológicas, estudios petrográficos y mapas geomorfológicos (ICOG, 2009).

En definitiva, la gran asignatura pendiente a resolver a corto plazo es la falta de geólogos para atender la demanda del mercado. Si en la enseñanza española obligatoria no se refuerzan los contenidos geológicos, lógicamente los potenciales estudiantes universitarios desconocen el mundo de la Geología y no elegirán estos estudios universitarios. Paralelamente la entrada en vigor del Proceso de Bolonia va a traer nuevos cambios legislativos. Así, la nueva Directiva de Servicios permite, entre otras cosas, la libertad de ejercicio profesional en cualquier estado de la Unión Europea. Es decir, a España vendrán alemanes, franceses, holandeses, etc. a trabajar como

geólogos, puesto que en España no graduaremos geólogos suficientes en nuestras titulaciones universitarias.

## INFLUENCIA SOCIAL DE LA GEOLOGÍA

Caracterizar la influencia en la sociedad de una actividad o una ciencia en concreto es una tarea compleja a corto plazo por la dificultad que implica ser imparciales desde nuestra propia vinculación a la misma. Para poder intentarlo es necesario identificar unos parámetros significativos que, además, sean medibles con criterios objetivos.

En nuestro caso existe una gran cantidad de parámetros que podrían seleccionarse y cuya combinación daría lugar a múltiples modelos. No hay constancia de que exista un modelo concreto y plantear el desarrollo y justificación científica de uno se demoraría excesivamente en el tiempo y, además, aportaría un valor limitado puesto que lo que se intenta es tener una percepción de la situación actual que pueda ser utilizada como punto de partida.

Atendiendo a lo expuesto se proponen los siguientes parámetros:

1 – Presencia de la Geología en los medios de comunicación: que se van a definir como el número de impactos (noticias/artículos y contenidos específicos) que aparecen en un conjunto determinado de medios de comunicación a lo largo de un intervalo de tiempo. Se seleccionan los siguientes medios:

- Televisión, por ser el medio de comunicación de masas de mayor difusión entre la población.
- Impresos y generalistas (diarios y revistas), eligiéndose aquellos de mayor y más amplia difusión.
- Multimedia: como el cine o Internet ya que poseen una mayor difusión entre adolescentes y jóvenes.

2 – Actividad profesional: definida como el número de personas que se dedican a una actividad profesional relacionada con la Geología en sus diferentes facetas (extracción, obras públicas, medio ambiente, patrimonio cultural, etc.) y en la actividad docente.

3 – Actividad docente: medida como créditos totales de índole geológico impartidos en la Universidad en relación al número total de créditos impartidos en la universidad.

En la Figura 2 aparecen relacionadas entre sí las magnitudes descritas. Se representan interrelacionadas con otros parámetros clave que serán explicados en el epígrafe siguiente (hipótesis de trabajo). Se ha utilizado una notación que proviene de la Dinámica de Sistemas en la que se representan las relaciones como “ciclos de realimentación” o ciclos virtuosos en los que el crecimiento de una variable se traduce en el crecimiento de otra y así sucesivamente. La introducción en este esquema de otras variables podría aportar un mayor grado de detalle pero la comprensión global sería más difícil.

Así, se podría evaluar la influencia social de la Geología frente al de otras ciencias que compiten por el espacio en el currículo docente (Biología, Química, Física...).

## HIPÓTESIS DE TRABAJO

A continuación se apuntan algunas posibles hipótesis:

**HIPÓTESIS 1.** La hipótesis principal está relacionada con la motivación de las personas para estudiar Geología y trabajar en actividades relacionadas con esta disciplina. Esta motivación está directamente relacionada con:

- Interés en los contenidos geológicos que se gesta, básicamente, por las siguientes vías:
  - El número de noticias relacionadas con la Geología que se reciben desde los medios de comunicación y desde el entorno familiar, docente y otras realidades cercanas. Si se compara el número de noticias asociadas con otras ciencias frente a las que se relacionan con la Geología, es probable que estas últimas, en general, sean inferiores en número y en relevancia para las personas. Hay, sin embargo, noticias relacionadas con la Geología que dan la pauta del potencial que tienen como generadores de interés. Algunos ejemplos son:
    - Últimos descubrimientos en el ámbito de la Paleontología, como es el caso de Atapuerca donde los hallazgos, los libros, la relevancia científica internacional y otros aspectos, han tenido también una notable influencia en la capacidad de atraer el interés hacia la Paleontología y, en general, hacia la Geología.
    - Catástrofes naturales de origen geológico tales como el Tsunami del Índico de diciembre del 2004 (González y Figueras, 2005) cuyo impacto en los medios de comunicación ha sido

Fig. 2. Interrelación entre factores asociados con la Importancia Social de la Geología

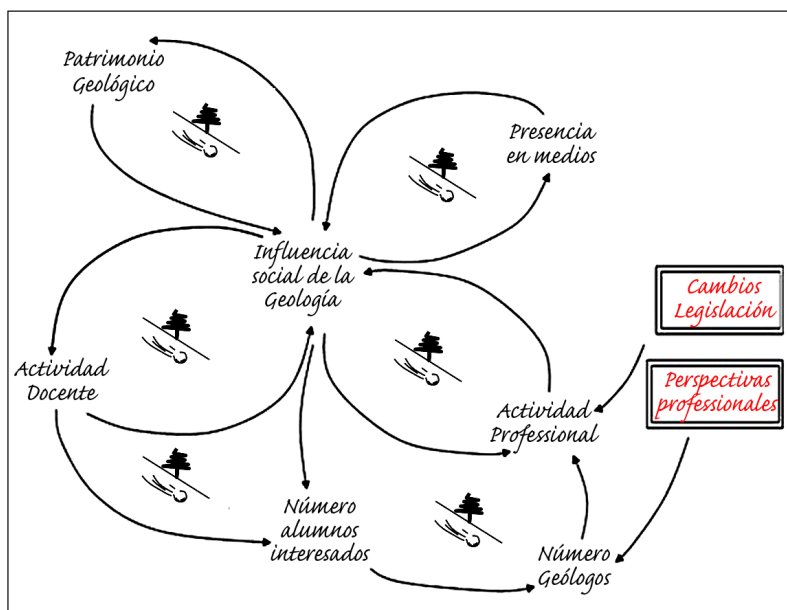




Fig. 3. Alumnos matriculados en la Licenciatura de CC Geológicas

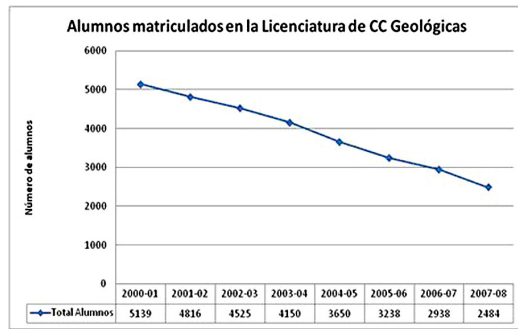
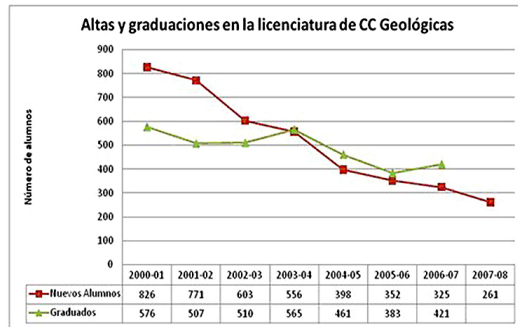


Fig. 4. Altas y graduaciones en la Licenciatura de CC Geológicas



muy relevante (Brusi *et al.*, 2008), y ha generado un interés evidente en los procesos de la dinámica terrestre (Brusi *et al.*, 2005). De igual forma al caso precedente, este año 2010 los terremotos de Haití y Chile por un lado y la nube de ceniza emitida por el volcán situado bajo el glaciar Eyjafjalla, al Sur de Islandia, han tenido también una gran repercusión mediática.

- Gestión de recursos tales como minerales, rocas y energías fósiles que son esenciales para las sociedades actuales (Gil y Calvo, 2008). Estos recursos no son renovables (Mazo, 2008), lo que requiere una exploración continuada para desarrollar nuevos yacimientos aun no conocidos. Pero estas explotaciones nuevas se deberán realizar con rigor científico que asegure su sostenibilidad y deberán tener en cuenta las consecuencias medioambientales (Pascual Trillo, 2008).
- El estímulo que suponen los contenidos relacionados con la Geología que son impartidos a lo largo de los diferentes niveles de estudios y que llevan a profundizar en esta disciplina. Seguramente si pedimos a los alumnos de Enseñanza Primaria, Secundaria y Bachillerato que ordenen un conjunto de materias por interés y percepción de importancia, la Geología quedará relegada a una de las últimas posiciones entre todas las materias. Si les preguntásemos por qué, seguramente contestaría que es una materia aburrida y que lo que se estudia no les sirve para nada. El estudio de muchos contenidos geológicos (rocas, minerales, pliegues, fallas,...) exige una actividad memorística y tiene un carácter estático que los hacen poco estimulantes.
- Los contenidos de ocio y divulgación que se relacionan con la Geología tales como:

- Parque Jurásico: esta serie de películas han generado un interés por los dinosaurios que ha puesto de moda la paleontología desde hace un par de décadas.
- Novelas como “Viaje al centro de la Tierra” de Julio Verne, “La especie elegida” de J.L. Arsuaga e I. Martínez Mendizabal, o las obras de Stephen J. Gould tales como “La vida maravillosa”.
- Películas como “Volcano”, “Hace un millón de años” protagonizada por Raquel Welch, “El Monstruo de Tiempos Remotos” (The Beast From 20000 Fathoms, 1953) o “Dinosaurios” de Walt Disney.
- Documentales como: “Caminando entre Dinosaurios” o más recientemente los secretos del acantilado de Zumaia, en el documental “Flysch, haitzen hitza”
- Percepción de aplicabilidad en la vida profesional. Aquí se valora el volumen de puestos de trabajo que genera esta disciplina, las expectativas personales, el reconocimiento social y la remuneración asociada con los mismos.
- La Geología, a excepción de un reducido grupo de profesionales, no ha producido personajes “mediáticos” de relevancia social, empresarial o científica.

**HIPÓTESIS 2.** El número de estudiantes matriculados en las Facultades de Geología se ha reducido a lo largo de los últimos años (Figs. 3 y 4).

Es cierto que ha disminuido el número de estudiantes que acceden a una carrera universitaria pero también hay otros factores a considerar:

- La carrera de Ciencias Geológicas no es la primera opción que eligen muchos estudiantes, pero algunos terminan incorporándose al no tener nota para acceder a otros estudios. Esto ha ocasionado:
- Una reducción del nivel de exigencia, puesto que la motivación de estas personas para estudiar es mucho menor, y esto repercute negativamente en la enseñanza.
- Una pérdida de profesionales, dado que muchas de estas personas no han querido posteriormente trabajar en este campo, con lo que se ha perdido el medio más eficaz para transmitir interés y entusiasmo a terceros.
- No han quedado claras las opciones profesionales que tienen los geólogos, más allá de las obvias relacionadas con: investigación, docencia y recursos naturales. En general se desconoce el papel del geólogo en otras disciplinas atractivas y generadoras de puestos de trabajo como son: obras públicas y medio ambiente (ver epígrafe salidas profesionales), y es necesario identificar nuevas salidas profesionales para el colectivo de geólogos (IOCG, 2009).
- Competencia con otras titulaciones como la Ingeniería de Minas o la Ingeniería de Caminos, entre otras, que gozan de un mayor prestigio y de un me-

por marketing. Estas titulaciones captan estudiantes que, potencialmente, podrían haber cursado la licenciatura de Ciencias Geológicas o afines.

Por último, resaltar el apoyo que le han brindado las universidades, los colegios profesionales y las sociedades geológicas de nuestro país pero también la UNESCO, que declaró el 2008 Año Internacional del Planeta Tierra, para promover la sensibilización y formación en temas geológicos clave como por ejemplo el agua, los desastres naturales, los materiales de construcción, los minerales industriales, el Patrimonio Natural, etc. Resulta paradójico que nuestros programas educativos no sitúen a la Geología en el lugar que demanda la sociedad actual para su desarrollo.

## CONSIDERACIONES FINALES

Es probable que el próximo paso a dar debiera validar las hipótesis planteadas en el epígrafe anterior y ampliarlas, con objeto de tener un mejor conocimiento de cuál es el problema. Pero si partimos del supuesto de que las mencionadas hipótesis no andan muy desencaminadas, sería necesario plantearse algunas cuestiones a varios niveles:

- Revisión en profundidad de los contenidos geológicos que se imparten en las asignaturas de la ESO y del Bachillerato, y materializar propuestas tales como las que adelantaba Emilio Pedrinaci en esta misma Revista (2006). Se hace necesario resaltar los aspectos dinámicos, las relaciones con los temas que preocupan a la sociedad, las vinculaciones con el entorno físico del alumno y las aplicaciones prácticas, entre otros. La Geología tendría que ser percibida como interesante (entendiendo como tal todo aquello que cala y permanece como patrimonio personal) y divertida (no aburrida). Es imprescindible impartir los contenidos geológicos más atractivos y cercanos al alumno para conseguir estimular su vocación hacia la Geología. En esta línea, los docentes involucrados en el itinerario de “Biología y geología” del Master Universitario en Formación de Profesores de Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, tenemos una ocasión idónea para mejorar la formación geológica de los futuros formadores de ESO y Bachillerato.

- Poner en marcha acciones relacionadas con el Patrimonio geológico español (Fig. 2) que constituye uno de los medios más eficaces para acercar la Geología a los ciudadanos. Estas acciones deberían abarcar desde los Puntos de Interés Geológico, a los Museos (“Geominero” en Madrid, “Jurásico” en Muja, Asturias, “Geológico” en Mérida, Extremadura, etc.), o los Parques temáticos, como Dinópolis en Teruel, pasando por los Geolodías. Por ejemplo, en los últimos años los

Geolodías han tenido una importante aceptación reflejada en la alta participación, el entusiasmo mostrado por los participantes y el alto grado de satisfacción manifestado (Figs. 5).

- Desarrollar una iniciativa de comunicación hacia la sociedad que explique el papel de los Geólogos y de la Geología en la sociedad. Esta iniciativa ha de apoyarse en los organismos públicos (Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, Instituto Geológico y Minero de España, Universidades y otros), asociaciones (Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Sociedad Geológica de España, etc.), entidades privadas (Repsol, CosmoCaixa, etc.), y los propios profesionales que se dedican a actividades relacionadas con la Geología. Dicha iniciativa tendrá que tener en cuenta, entre otros: mensajes, contenidos y medios. Por ejemplo, y sirva exclusivamente a título de tal, los siguientes:

- 1 - “Olimpiada Española de Geología” que se ha

*Figs. 5. Detalles del Geolodía de Guadalajara celebrado en junio del 2009 en parque Natural del Alto Tajo. Foto L. Muñoz*







Fig. 6 (arriba). Participantes en la I Olimpiada Española de Geología (Foto A. Calonge)

Fig 7 (abajo). Ganadores de la I Olimpiada Española de Geología (Foto de L. Quintanilla).

iniciado con éxito este año (Fig.6 y 7).

2 - “La Historia Geológica de la Península Ibérica” podría ser objeto de una serie de divulgación multimedia con difusión a través de diferentes canales como: Internet, televisión y CD/DVD.

3 - “Grandes eventos en la historia geológica de España” que podría recrear la génesis y evolución de algunos de los fenómenos geológicos que hoy son visibles, tales como: cordilleras, islas, fracturas, etc.

4 - “Nuestros grandes geólogos”, que estaría dedicada a la vida y trabajo de aquellos profesionales e investigadores que han sido.

5 - “Geocamp”: es un portal sobre las actividades de campo en Geología que utiliza tecnologías multimedia para facilitar el acceso a informaciones y recursos didácticos que permiten la realización de las prácticas de Geología en el campo. Es una Web ([http://webs2002.uab.es/\\_c\\_gr\\_geocamp/geocamp/1024/index.htm](http://webs2002.uab.es/_c_gr_geocamp/geocamp/1024/index.htm)) de libre acceso que se pone a disposición de los docentes y estudiantes que utilizan las prácticas de campo como herramienta de enseñanza o aprendizaje (Oms *et al.*, 2006).

– Reforzar los contenidos de la carrera de Ciencias Geológicas para favorecer la competencia con otras licenciaturas o carreras técnicas. Este refuerzo iría más en el plano práctico que en el teórico.

## CONCLUSIONES

Para llevar a cabo las consideraciones anteriores, es imprescindible continuar con la labor de difusión y concienciación de la sociedad en general, y de la rica Geodiversidad española en particular. Para ello se deben utilizar todas las herramientas que tenemos a mano tales como: medios de comunicación; publicación de libros y artículos, desarrollo de videos divulgativos; inclusión de actividades sobre geología de campo en todos los niveles educativos como por ejemplo los mencionados Geodías; creación de asociaciones para la defensa y disfrute del Patrimonio Geológico; integración de la faceta geológica en todas las actividades de Educación Ambiental y aulas de la Naturaleza, etc., en síntesis conseguir que la Geología salga a la calle y trabajar por el futuro con optimismo a pesar de las incertidumbres. Podemos afirmar que no se viven buenos tiempos para la Geología, por ello es necesario unir fuerzas, máxime todos aquellos que estamos comprometidos con la enseñanza de esta materia. Desde este punto de vista, las asociaciones y las sociedades son una plataforma fundamental para canalizar todo tipo de iniciativas orientadas en este sentido.

Asimismo hay que volver a insistir en que la Geología debe ser considerada al mismo nivel que otras ciencias como: Biología, Química o Física. La Geología proporciona respuestas a algunas cuestiones fundamentales desde el punto de vista científico. El planeta Tierra, y los cambios que en él se han producido a lo largo de los tiempos, no es un conocimiento específico de una determinada ciencia sino un bien cultural cuyo conocimiento debe extenderse a toda la sociedad. La aplicabilidad de nuestra disciplina a las esferas sociales, económicas y medioambientales puede ser nuestra mejor baza.

Es evidente que no podemos cuidar lo que desconocemos y, en este sentido hay que conocer Nuestro Planeta para poder “cuidarlo” en condiciones y garantizar la edificación de sociedades futuras más saludables y prósperas en todo el planeta. Se trata de un compromiso que nos implica a todos. Tal vez el punto de partida de este compromiso lo proporcionan las palabras de Giner de los Ríos: “la educación es imagen de la sociedad cuyos hombres (y mujeres) forma; es y vale en cada tiempo lo que le permite el ideal y el estado de la sociedad”.

## BIBLIOGRAFÍA

Barrera, J.L. y Calonge, A. (2009). La paradoja geológica. El mercado demanda más geólogos y el bachillerato suprime la enseñanza de la geología. *Correo Gallego*, 18 de junio, pp. 17.

Brusi, D.; González, M. y Figueras, S. (2005). Conocer los tsunamis: un seguro de vida. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13. 1, 73-84.



Brusi, D.; Alfaro, P y González, M. (2008). Los riesgos geológicos en los medios de comunicación. El tratamiento informativo de las catástrofes naturales como recurso didáctico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16. 2, 154-166.

Calonge, A. y Juan, X. (2009). Teaching Geology in Spain: a Teacher's Association view. *Teaching Earth Science*, 34.2, 42-47.

Gil, C. y Calvo, J.P. (2008). Presente y futuro de los recursos geológicos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16. 3, 198-199.

González M. y Figueras, S. (2005). Tsunami de Sumatra del 26 de Diciembre de 2004. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13. 1, 2-14.

ICOG. (2009). *La profesión de Geólogo*. 364 págs.

Mazo, M. (2008). Recursos convencionales y no convencionales de petróleo y gas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16. 3, 218-228.

Oms, O.; Brusi, D.; Bach, J.; Vicens, E.; Estrada, R.; Maestro, E.; Obrador, A.; Biosca, J.; Vehí, M.; Riera, V.; Mata, J.M. y Osório, R. (2006). Plataforma virtual para la difusión de itinerarios de campo en Ciencias de la Tierra. *Libro de Actas del XIV Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Universidad de Aveiro. Portugal*. 361-364.

Pascual Trillo, J.A. (2008). Recursos geológicos, sostenibilidad y Medio Ambiente. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16. 3, 200-209.

Pedrinaci, E. (2006). Geología en la ESO: otra oportunidad perdida. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14. 3, 194-201.

Pedrinaci, E. (2008). ¿Tiene sentido una materia como las Ciencias para el mundo contemporáneo? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16.1, 9-16.

Pérez-Estaún, A.; Gómez, M. y Carrera, J. (2009). El almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub>, una de las soluciones al efecto invernadero. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17.2, 172-178.

Pernía, J.M. y Fornés, J.M. (2009). Cambio climático y agua subterránea. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17.2, 179-189.

Plaza, C.; Hernández, J.; Martínez, J.; Casamayor, C.; Martínez-Aedo, J.J. y Medina, F.J. (2008). *Biología y Geología*. Ed. Anaya. 328 págs.

## AGRADECIMIENTOS:

La autora agradece la financiación parcial al proyecto CGL2009-08371 (Ministerio de Ciencia y Tecnología). Además agradece las sugerencias y propuestas que le han hecho los compañeros de la AEPECT: David Brusi, Xavier Juan, Luis Muñoz y Emilio Pedrinaci, y confía haber sabido recogerlas. ■

*Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 12 de diciembre de 2009 y aceptado definitivamente para su publicación el 10 de junio de 2010.*