

# CONFERENCIAS

## LA HISTORIA DEL CURRÍCULUM NACIONAL SOBRE CIENCIAS DE LA TIERRA EN INGLATERRA - Y EL RETO DE EDUCAR A SUS DOCENTES<sup>(1)</sup>

### *The National Curriculum Earth Science story in England - and the challenge of educating the science teachers*

Chris King (\*)

#### **RESUMEN:**

Con la introducción del Currículum Nacional en las escuelas inglesas ha disminuido el volumen de enseñanza de la geología como materia especializada. Sin embargo, el Currículum Nacional de Ciencias hace llegar las Ciencias de la Tierra a todo el mundo. El contenido en Ciencias de la Tierra de este currículum ha sido seguido y apoyado continuamente por miembros de la Earth Science Teachers Association (ESTA). La ESTA ha producido una serie de materiales didácticos, llamada "Ciencias de la Tierra", para ayudar a los docentes a enseñar Ciencias de la Tierra.

Una prospección reciente ha revelado que, si bien los que enseñan Ciencias de la Tierra están bastante satisfechos de su trabajo, probablemente lo sobrevaloran. Su substrato de conocimientos y comprensión es pobre, lo que a menudo conlleva una enseñanza pobre. Esta apreciación la corrobora el gran número de errores y simplificaciones excesivas que se obtienen en los exámenes y programas. La única vía para remediar esta situación parece ser educar a esos enseñantes. La mejor forma de hacerlo probablemente sea que asociaciones de enseñantes como la ESTA y la AEPECT proporcionen formación y adiestramiento en Ciencias de la Tierra a los docentes en ejercicio que enseñan ciencias en las escuelas.

#### **ABSTRACT:**

As the National Curriculum has been introduced into English schools, the amount of specialist geology teaching has dwindled. However, the National Science Curriculum has brought "Earth science for all" pupils. The Earth science content of this curriculum has been continually monitored and supported by members of the "Earth Science Teachers" Association (ESTA). ESTA has produced a series of teaching materials called, "Science of the Earth" to support teachers in their Earth-science teaching.

A recently conducted survey has shown that, whilst teachers of Earth science are fairly happy with their Earth science teaching, they are probably overconfident. Their background knowledge and understanding are poor, often leading to poor teaching. This view is supported by the large numbers of errors and oversimplifications found in science examinations and syllabuses. The only way to remedy this situation seems to be to educate the science teachers. The best way of doing this is probably for teaching associations like ESTA and AEPECT to provide well developed and effective Earth science In-Service Education and Training to their science colleagues in schools.

**Palabras clave:** Enseñanza de las ciencias de la Tierra, Enseñanza de la geología, Currículum Nacional de Ciencias, publicaciones, profesores de ciencias.

**Keywords:** Earth science education, geology education, In-Service Education and Training (INSET), National Science Curriculum, publications, science teachers.

#### **EL CURRÍCULUM EN INGLATERRA**

En las escuelas inglesas el currículum se organiza tal como indica la fig 1. Se explica con mayor detalle en King 1992, 1993a y 1993b y 1996.

Ello ilustra que para edades de 5 a 14 años las/los escolares no pueden elegir materias y que las importantes en relación con las Ciencias de la

Tierra son ciencias y geografía. A edades comprendidas entre 14 y 16 las/los estudiantes deben cursar una gama más restringida de asignaturas, entre las que se cuenta ciencias, pero tienen además otras opciones. La geografía es optativa en todas las escuelas y la geología se ofrece en algunas. A partir de los 16, edad en que se puede dejar la escuela, muchas/os estudiantes siguen en la escuela

(\*) Department of Education, Keele University, Keele, Staffs., ST5 5BG, UK. email c.j.h.king@keele.ac.uk

(1) Traducción del original en inglés a cargo de Montserrat Domingo i Morató.



Años de los alumnos	Etapa	Materias que aprenden	Examen externo al final de la etapa
5-7	Primaria infantil 1	Inglés, matemáticas, ciencias, tecnología, tecnología de la información y la comunicación (ICT), geografía, historia, arte, música, educación física (PE) y educación religiosa (RE)	Standard Assesment Test (SATs) Etapa 1 de inglés, matemáticas y ciencias. Otras materias son evaluadas por los maestros
7-11	Primaria -junior 2	Igual que la anterior	Standard Assesment Test(SATs) Etapa 2 de inglés, matemáticas y ciencias. Otras materias son evaluadas por los maestros
11-14	Secundaria inferior 3	Igual que la anterior, pero además un idioma moderno extranjero (en general francés, alemán o castellano)	Standard Assesment Test(SATs) Etapa 3 de inglés, matemáticas y ciencias. Otras materias son evaluadas por los maestros
14-16	Secundaria superior 4	Inglés, matemáticas, ciencias, tecnología, un idioma moderno extranjero, ICT, PE y RE son obligatorias. Los estudiantes pueden elegir entre 2 o 3 entre geografía, historia, arte, música, un segundo idioma (ofrecido en la mayoría de escuelas); geología, economía, estudios empresariales, ciencia extra (ofrecida en algunas escuelas)	Examen en cada materia para par el Certificado General de Educación Secundaria. Suelen elegirse de 8 a 10 materias
16-18 A esta edad la escolarización es opcional	Sixth Form o Tertiary College	Pueden elegirse hasta tres materias de entre: inglés, matemáticas, biología, química, física, tecnología, francés, alemán, castellano, geografía, historia, arte (ofrecidas en todas las escuelas y colleges); geología, ciencias ambientales, economía, estudios empresariales, PE, RE, música, políticas, sociología (ofrecidas en algunas de las escuelas y colleges) o materias vocacionales, por ejemplo viajes y turismo.	Exámenes para el Nivel Avanzado del Certificado General de Educación. Exámenes vocacionales.
más de 18 Opcional	Universidad o College	Gama muy amplia de materias de grado	Grado

Figura 1. Patrón educativo actual en Inglaterra.

la o el instituto y cuentan con un amplio abanico de materias, aunque suelen poder elegir sólo tres. En todas las escuelas e institutos para la elección se incluyen biología, química, física y geografía y puede también incluirse geología y ciencias ambientales.

Antes de ir poniéndose gradualmente en marcha el Currículo Nacional, que empezó en 1989, no había materias obligatorias (si bien todo el mundo estudiaba inglés, matemáticas y alguna rama de la ciencia), por lo cual el abanico de optativas era mucho más amplio.

## LA GEOLOGÍA EN EL CURRÍCULO

La fig. 2 muestra en qué medida la progresiva puesta en marcha del Currículo Nacional ha afectado al número de alumnas/os que cursan geología como materia escolar a los 16 años (momento del

examen para obtener el GCSE, Certificado General de Educación). La fig. 3 indica el cambio en el número de estudiantes de más de 18 años, nivel A, desde un máximo a principios de la década de 1980 hasta el nivel actual, que se cifra en unos 2300 por año. En Jones y King, 1993, se comentan las razones de tal fluctuación en este nivel. El efecto global, debido al Currículo Nacional y a varios otros factores, ha sido el marcado descenso en la magnitud de la asignatura geología impartida como materia separada en las escuelas.

La ESTA se constituyó en 1967 (como "Asociación de Enseñantes de Geología", ATG) y al parecer logró promover la geología hasta principios de los 80, pero desde entonces parece que asistimos a un descenso creciente de la importancia de la materia. Con todo, hay que tomar en cuenta el contenido del Currículo Nacional - la parte siguiente de la historia.



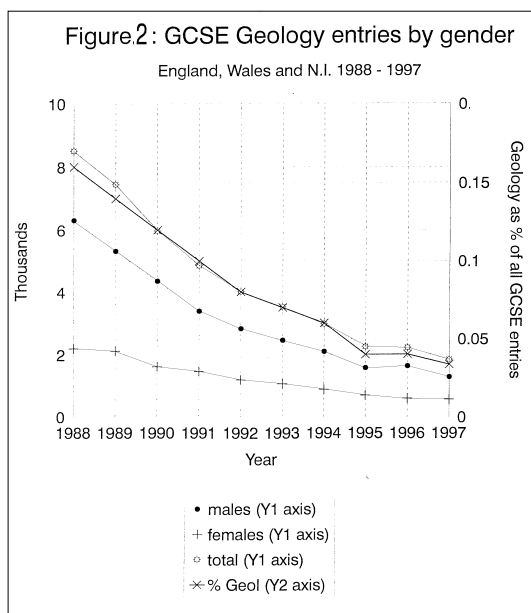


Figura 2. Número de alumnos de 16 años examinados de geología para el GCSE, 1988-1997.

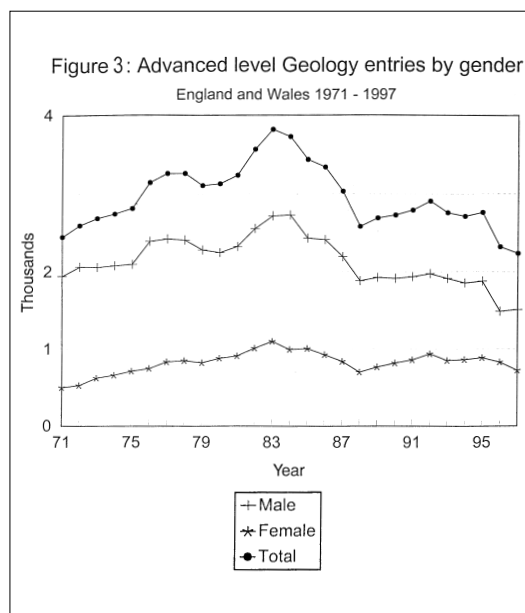


Figura 3. Número de alumnos de 18 años, examinados de geología para el nivel A, 1971-1997.

## LAS CIENCIAS DE LA TIERRA EN EL CURRÍCULUM NACIONAL

Aspectos de Ciencias de la Tierra aparecen en las partes denominadas geografía y ciencias del Currículo Nacional. Algunos elementos de Ciencias de la Tierra siempre habían sido tratados bajo el nombre de geografía, por lo cual la novedad en la innovación que supuso el Currículo Nacional consistió en que las Ciencias de la Tierra deberían ser impartidas en el marco amplio y equilibrado de las ciencias contemplado por el Currículo Nacional de Ciencias. El segundo factor clave fue que, puesto que todos los/las estudiantes tendrían que seguir el Currículo Nacional de Ciencias entre 5 y 16 años, por primera vez las Ciencias de la Tierra llegarían a todo el mundo. Aun cuando el volumen de Ciencias

de la Tierra en el Currículo Nacional de Ciencias ha fluctuado entre un orientativo 15% en una fase (si bien nunca se impartió el 15% de tiempo lectivo) hasta su actual volumen de un 6%, hoy se enseña Ciencias de la Tierra a todo el mundo -tenemos Ciencias de la Tierra para todas/os.

Por consiguiente, a pesar de que quienes imparten Ciencias de la Tierra puedan lamentarse de que haya disminuido el número de estudiantes que cursan geología como materia especializada, estamos más que satisfechos de que todo el mundo ahora estudie Ciencias de la Tierra a través del Currículo Nacional de Ciencias. El actual Currículo Nacional de Ciencias se divide en cuatro secciones (las llamadas Attainment Targets, objetivos a lograr). Los respectivos contenidos en Ciencias de la Tierra a diferentes niveles se presentan en la fig.4.

Objetivos (Attainment Target, AT)	Comentarios
AT1 Ciencia experimental e investigativa	Investigación científica; en la etapa 3 el trabajo de campo se plantea como un contexto valioso para la investigación
AT2 Procesos de la vida	Principalmente biología; algo de ciencias ambientales en términos ecológicos; y seres vivos en la etapa 4 se mencionan los fósiles y la evolución
AT3 Materiales y sus propiedades	Principalmente química pero contiene el principal componente geológico; en la etapa 2, rocas y suelos; en la 3, meteorización, formación y clasificación de rocas, en la 4, más detalladamente, procesos de formación de rocas y rastros de ellos en el registro rocoso, secuenciación de acontecimientos geológicos, procesos de tectónica de placas y deformación de las rocas; evolución de la atmósfera y los océanos
AT4 Procesos físicos.	Principalmente, física; algo de astronomía; en la etapa 4, evidencia sísmica de la estructura de la Tierra y datación radiactiva de las rocas.

Figura 4. Contenido en Ciencias de la Tierra del vigente Currículo Nacional de Ciencias (Nota: etapa 2= 7-11 años, etapa 3=11 -14 años, etapa 4=14-16 años)



## EL PAPEL DE LA EARTH SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION (ESTA)

A través del debate sobre el Currículo Nacional, la ESTA ha tenido que desempeñar dos funciones. En primer lugar ha debido continuar presionando a los departamentos gubernamentales y grupos de trabajo implicados en la redacción del Currícu-

lum Nacional para asegurar que las Ciencias de la Tierra se incluyeran desde el inicio, se hayan mantenido desde entonces y hayan sido científicamente correctas y educativamente apropiadas. Algunos de los argumentos empleados como apoyo a la inclusión de las Ciencias de la Tierra en un Currículo Nacional se muestran en la fig. 5, modificada a partir de King, Orion y Thompson, 1995.

Argumento	Detalles que lo refuerzan
A. Las Ciencias de la Tierra son un importante cuerpo de conocimiento que:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) aportan comprensión de los procesos que modelan nuestro planeta</li> <li>b) aportan una parte importante del bienestar de cada país</li> <li>c) aportan un conocimiento básico para comprender y proteger el ambiente (ordenación del territorio, eliminación de residuos, control de la contaminación, reciclaje, etc.</li> <li>d) son una consideración clave en la construcción de cimientos firmes para proyectos grandes y pequeños de ingeniería</li> <li>e) aportan perspectiva sobre la evolución de nuestro planeta y su maravillosa variedad de vida.</li> <li>f) resultan espontáneamente interesantes para las/los niñas/os</li> <li>g) estimulan la adquisición de una concepción espontáneamente integrada de nuestro planeta.</li> </ul>
B. Las Ciencias de la Tierra tiene mucho que ver con las necesidades y actividades cotidianas de la infancia.	Casi todo lo que rodea a los niños se ha construido con materias primas obtenidas de la Tierra; a la vez, los procesos terrestres actúan ahora, al otro lado de la ventana
C. Las Ciencias de la Tierra permiten que en los/las escolares se inicie el desarrollo de importantes aptitudes y destrezas científicas, lo que no ocurriría de no ser por estas ciencias. Entre ellas se cuentan:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) la capacidad para pensar en tres y en cuatro dimensiones (en términos de tiempo geológico)</li> <li>b) la retrodicción (la "predicción" de acontecimientos del pasado) y</li> <li>c) las distintivas habilidades investigadoras desarrolladas mediante la resolución de problemas naturales al aire libre.</li> </ul>
D. Las Ciencias de la Tierra introducen unas cuantas "grandes ideas" importantes con las que los niños deberían encontrarse. Entre ellas se cuentan:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) el principio del "uniformitarismo" (enunciado con simplicidad, significa que "el presente es la clave del pasado"). La aceptación de la hipótesis del Uniformitarismo, desde 1785 en adelante, constituyó una gran revolución científica en nuestra comprensión del funcionamiento de la Tierra.</li> <li>b) la datación relativa de las rocas nos permite situar todas las rocas y los organismos antiguos en una secuencia temporal, lo que aporta la constatación de que algunas/os tienen realmente una gran antigüedad. Esta datación relativa de las rocas mediante los fósiles proporcionó el contexto en el cual Charles Darwin halló condiciones de formular y verifica sus ideas sobre la evolución.</li> <li>c) nuestra comprensión de la Tierra como un todo ha cambiado mucho a consecuencia de la teoría planetaria de la "tectónica de placas". Esta explica, mejor que ningún otro conjunto anterior de teorías, muchos aspectos globales de las Ciencias de la Tierra. La importancia que ha tenido la tectónica de placas para el saber científico se ha comparado con el decisivo avance que conllevaron la organización por Mendeleiev de la tabla periódica, el modelo de Rutherford-Bohr del átomo y el modelo de Crick y Watson del ADN.</li> </ul>
E. Las Ciencias de la Tierra ilustran una gran variedad de principios científicos.	Muchos procesos terrestres superficiales o de profundidad y muchas investigaciones geofísicas ponen el acento en procesos de la física. En la formación y destrucción (meteorización) de minerales y en otros temas geoquímicos, por ejemplo, los implicados en la contaminación, se consideran procesos de la química. El estudio de procesos biológicos antiguos constituye una parte crucial de nuestra comprensión de las comunidades fósiles, de su ecología y evolución.
F. Los estudios en Ciencias de la Tierra constituyen un medio para integrar ideas de diferentes disciplinas científicas.	Ello queda ilustrado por el enfoque multifacético necesario para comprender el funcionamiento de ambientes modernos y antiguos. Hay que conseguir primero esta comprensión para poder luego evaluar el impacto de la actividad humana en tales ambientes.
G. Las Ciencias de la Tierra aportan varios enfoques diferentes a la investigación científica.	<p>El uso del trabajo práctico en ciencias puede orientarse a lograr unos cuantos objetivos, y un plan publicado por el Consejo del Currículo Nacional (National Curriculum Council, 1993a), divide el trabajo práctico en ciencia en cuatro grandes tipos. Cada una de estas áreas se puede desarrollar en un contexto de Ciencias de la Tierra, como lo demuestran los siguientes ejemplos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>I) el desarrollo de aptitudes básicas en los alumnos/as; (sigue una hoja de trabajo "receta" para establecer la progresiva "erosión" de conchas agitadas en un recipiente).</li> <li>II) el desarrollo de aptitudes de observación en los alumnos/as; (seleccionar y clasificar minerales, rocas o fósiles).</li> <li>III) la ilustración de diferentes procesos científicos y sus efectos; (demostrar el movimiento de fluidos coloreados de diferentes densidades en un tanque, como introducción a los procesos atmosféricos y oceánicos)</li> <li>IV) la realización de investigaciones (investigar de qué modo el agua en movimiento afecta al sedimento o cómo fluye la mealaza, simulando lavas de viscosidad variada; investigar la meteorización en lápidas o la serie de acontecimientos registrados en una superficie rocosa).</li> </ul>
H. Las Ciencias de la Tierra pueden servir de trampolín para enseñar cualquier ciencia.	Toda la ciencia que experimentamos tiene lugar en un contexto terrestre. Ciertamente, la importancia de muchas de las cosas que se enseñan sobre biología, química y física se hace patente en el/la estudiante al relacionar sus experiencias cotidianas al aire libre sobre la Tierra con los estudios de laboratorio. Un método lógico sería enseñar las Ciencias de la Tierra primero, antes de poner un énfasis particular en cualquier otro aspecto de las ciencias.

Figura 5. Argumentos a favor de la inclusión de las Ciencias de la Tierra en un Currículo Nacional de Ciencias



El segundo reto fue mucho mayor. Sabíamos que la mayoría de docentes que iban a tener que impartir estas nuevas Ciencias de la Tierra tendrían un conocimiento y una comprensión escasos o nulos de conceptos sobre Ciencias de la Tierra y apenas sabrían cómo enseñarlos. A menos que pudieran enseñar tales conceptos y hacerlo relativamente bien, se corría el riesgo de alejar a las/los escolares de la materia, y de convertir ésta en una lista de hechos aburridos sobre una Tierra muerta desde hacía mucho. Consideramos que la mejor manera de habérmolas con el problema era publicar materiales didácticos nuevos sobre Ciencias de la Tierra que fueran interesantes y activos.

Aunque una organización de voluntarios como es la ESTA podía ejercer la presión necesaria a través del compromiso y el tiempo de personas con buena disposición, no se contaba ni con tiempo ni con fondos suficientes como para llevar a cabo una publicidad generalizada. Por ello, la ESTA apeló a diversas organizaciones benéficas para conseguir fondos para publicar. El éxito de algunas gestiones nos permitió desarrollar una iniciativa curricular nueva - las publicaciones "Ciencias de la Tierra".

#### **"CIENCIAS DE LA TIERRA"-LA NUEVA INICIATIVA EN RELACIÓN AL CURRÍCULO**

Los fondos permitieron que la ESTA hiciera lo siguiente:

- los dos docentes que habían preparado las peticiones salidas con éxito se convirtieron en los coordinadores de la iniciativa "Ciencias de la Tierra";

- el dinero se empleó para pagar un fin de semana de trabajo al inicio de cada nuevo proyecto "Ciencias de la Tierra". Ello permitió el encuentro de un grupo de miembros de la ESTA de viernes noche a mediodía del domingo para redactar borradores iniciales de los nuevos materiales "Ciencias de la Tierra";

- el dinero se empleó también para liberar de su trabajo en la escuela a dos maestros un día a la semana, para que pudieran hacer de coeditores;

- se empleó dinero para pagar los dibujos de diagramas, comprar fotografías, diseñar las publicaciones, componer e imprimir un millar de copias.

En el Reino Unido las ciencias se enseñan tradicionalmente a través de actividades de laboratorio; por ello, el método elegido fue desarrollar una serie de actividades prácticas nuevas que podrían usarse como base de lecciones, ya que nos pareció que los que enseñaran ciencias se iban a sentir cómodos con este enfoque basado en prácticas. Eramos bien conscientes de que la mayoría de los maestros no sabían Ciencias de la Tierra, de modo que tratamos de hacer que su trabajo les resultara lo más sencillo posible, presentando las actividades en hojas de trabajo para estudiantes. Se asesoró a las/los enseñantes sobre el modo de desarrollar las lecciones y

sobre las respuestas a algunas preguntas planteadas en una serie de notas del /la profesor/a. Esperábamos que cada enseñante sacara estas lecciones prefabricadas de la estantería y fuera capaz de encajarlas fácilmente en sus propios esquemas docentes.

El resultado fue una serie de treinta y siete publicaciones, la que se muestra en la fig. 6. Algunas de ellas hoy se han traducido al castellano y al galés.

La tabla muestra que nuestras ideas sobre las publicaciones evolucionaron a través de las siguientes fases.

- Las primeras unidades "Ciencias de la Tierra" comprenden una serie de hojas de trabajo para estudiantes sobre un único tema, con notas para el/la profesor/a. El desarrollo de las actividades requeriría tres horas y cada una podría dividirse en una serie de lecciones. Algunas de estas unidades han dado muy buen resultado, pero otras se consideraron demasiado largas o especializadas por muchos profesores de ciencias. Además, si se hubieran impartido todas, se habría necesitado mucho más tiempo del disponible para enseñar Ciencias de la Tierra en el currículum y se habría encarecido la compra (unas 50 libras todas las unidades).

- La serie "Ciencias de la Tierra" 11-14 años se produjo como libritos, cada uno dotado con hojas de trabajo de estudiante para tres lecciones separadas de una hora de duración cada una. También con notas para el /la profesor/a en cada lección. A muchos/as profesores/as de ciencias les gustaron las ideas, pero dijeron que las hojas de trabajo no eran adecuadas para los estudiantes por diversas razones (tales como el nivel de lectura o el lapso necesario para completar la actividad). También manifestaron que les agobiaba bastante el gran número de lecciones contenidas en todas las unidades (treinta y seis) que había que hacer caber en el breve tiempo disponible para enseñar Ciencias de la Tierra, así como el costo de comprar los trece libritos (47.40 libras). Algunos detalles de esos libritos se publicaron de nuevo en King, 1993a y 1993b y en King, 1995.

- La serie "Investigating the Science of the Earth" se escribió para docentes. Cada obra cubría un tema amplio y contenía diez secciones, con una o más actividades sobre un subtema particular. Se pretendía que el/la docente se hiciera con las ideas y las procesara de nuevo de un modo adecuado a su alumnado. Eso aportaba flexibilidad y permitía que se publicaran muchas ideas y actividades a bajo costo. (10.50 libras por tres libritos).

Esta última serie de publicaciones parece la más lograda en términos de costo y flexibilidad, y las actividades que cubrió se indican en la fig.7.

Todas las publicaciones tenían sus derechos de fotoreproducción cedidos para docentes, a fin de que se pudieran fotocopiar y emplear los materiales en las escuelas.

En conjunto, las ventas de materiales Ciencias de la Tierra no han sido enormes. Pero como la publicación se pagó mediante las subvenciones, se ha conseguido un ingreso pequeño pero sostenido durante años para la ESTA. Uno de los problemas con-



Título	ISBN N°.	Fecha Publ.	N° de pág.	Precio
<b>Serie “Ciencias de la Tierra” para 14-16 años, cada uno compuesta por una serie de seis lecciones basadas en hojas de trabajo</b>				
Unidades 1-5 Volumen combinado 1. ¿Durará mi lápida? 2. Terremotos: peligro bajo nuestros pies 3. Fluorita ¿vale la pena extraerla? 4. Construcción de estructuras sedimentarias: en el laboratorio y hace millones de años 5. El problema de la basura y las oquedades del suelo	0 9501031 2 8	1990	74	12.50 £
Unidades 6-10 Volumen combinado 6. Basura nuclear: ¿la forma de avanzar? 7. Un vistazo a las piedras del lugar 8. Un suelo movedizo 9. Agua subterránea: una historia moderna de Jack y Jill 10. Astrogeología y las claves en la luna	0 9501031 7 9	1991	95	12.50 £
Unidades 11-15 Volumen combinado 11. El ciclo del agua: un proceso de reciclaje natural 12. ¿Qué carretera? 13. La escala geológica del tiempo 14. “¿Acaloradamente apretados en el espacio interior”? 15. ¿Energía rocosa! recursos energéticos geotérmicos	0 9501031 6 0	1991	95	12.50 £
Unidades 16-20 Volumen combinado 16. Los parches de la corteza de la Tierra: introducción a la tectónica de placas 17. ¡Enfríalo!: del magma líquido a la roca sólida 18. La sal de la Tierra 19. El día en que la Tierra hizo erupción: volcanes 20. S.O.S.-salvemos nuestros lugares: conservemos con las Ciencias de la Tierra	1 873266 00 6	1990	100	agotado
<b>Serie “Ciencias de la Tierra 11-14” para 11-14 años, cada uno compuesta por tres lecciones basadas en hojas de trabajo</b>				
Fundamentos-introducción a las Ciencias de la Tierra	09501031 8 7	1990	28	3.95 £
Vida en el pasado-introducción a los fósiles	09501031 9 5	1990	28	3.95 £
Cambios ocultos en la Tierra-introducción a los procesos metamórficos	1873266 01 4	1990	20	3.95 £
Energía del pasado-carbón	0950103 1 X	1990	32	3.95 £
Magma-introducción a los procesos ígneos	0950103 3 6	1990	32	3.95 £
Rocas de segunda mano-introducción a los procesos sedimentarios	0950103 4 4	1991	30	3.95 £
Materiales de construcción	0950103 5 2	1991	32	3.95 £
Vamos a un afloramiento-introducción al trabajo de campo	1873266 03 0	1991	32	3.95 £
Accidentes de la superficie terrestre	1873266 04 9	1992	36	3.95 £
Fuentes de energía: petróleo y energía	1873266 05 7	1992	32	3.95 £
El agua superficial y subterránea	1873266 06 5	1992	36	3.95 £
El modelaje de la superficie terrestre-meteorización, erosión y transporte	1873266 07 3	1993	24	3.95 £
Guía para Docentes de “Ciencias de la Tierra 11-14”	1873266 08 1	1993	8	1libra
<b>“Ciencias de la Tierra- Ciencias de la Tierra Aplicadas ” para 14-19 años, cada uno compuesta por tres lecciones basadas en hojas de trabajo</b>				
Autopistas: resolvamos problemas de construcción	187326 0 9 X	1994	32	5.95 £
<b>“Investiguemos las Ciencias de la Tierra” escrito para docentes que enseñan a adolescentes de 14-16 años, cada uno compuesto por una serie de 10 actividades que pueden servir como base para lecciones</b>				
SoE1 Cambios en la atmósfera	187326 10 3	1995	24	3.50 £
SoE2 Cambios geológicos-estructura de la Tierra y tectónica de placas	187326 12 X	1996	32	3.50 £
SoE3 Cambios geológicos-formación y deformación de las rocas	187326 13 8	1998	24	3.50 £
<b>Editores de “Science of the Earth”: Peter Kennet y Chris King. Las publicaciones “Science of the Earth” son distribuidas por: Geo Supplies Ltd., 16 Station Road, Chapeltown, Sheffield, S35 3XH, UK. Tel 0114 24557446. Fax.0114 2403405</b>				

Figura 6. Desarrollo de las publicaciones “Ciencias de la Tierra” de la ESTA<sup>1</sup>

(1) En esta tabla y en todo el texto del artículo se ha traducido el nombre de la serie, pero el nombre original de las publicaciones de la ESTA es, desde luego, “Science of the Earth”, tal y como consta al final de esta tabla en la cita de los editores (Nota de la traductora)



SoE1: Cambios en la atmósfera	SoE2: Cambios geológicos-estructura de la Tierra y tectónica de placas	SoE3: Cambios geológicos-formación y deformación de las rocas
<b>Las diez actividades en cada librito, cada una con una gama de ideas y sugerencias para usar en las lecciones:</b>		
¿Por qué hace calor en el ecuador y frío en los polos? - calentamiento radiante de una superficie inclinada	Tierra Modelo - simulación de contrastes de densidad en la estructura de la Tierra	Meteorización -rocas atacadas
El gran filtro de la energía-la atmósfera terrestre	Los terremotos -la simulación seductora	Estructuras sedimentarias - claves del pasado
Ejercicios sobre el ciclo del agua	Terremotos -ondas en la Tierra	Porosidad y fluidos en las rocas
El sol, la arena y el mar -calor radiante y cambios térmicos en sólidos y líquidos	Zonas de sombra sísmica	Trampas para el petróleo - modelización de la deformación de las rocas
Circulación en una caja de zapatos- investiguemos la circulación del aire	Claves de la expansión del fondo oceánico a partir del fondo oceánico magnético - una simulación	Magma -del batolito enterrado al violento volcán
La atmósfera y el océano en movimiento - cómo interactúan los flujos de fluidos	Resistencia de materiales -investiguemos las presiones en las rocas que pisamos	Metamorfismo -transformaciones subterráneas
El balance del dióxido de carbono - ¿de dónde viene? ¿a dónde va?	Las placas en movimiento	El ciclo de las rocas -¿cómo se forman unas rocas de otras rocas?
El ciclo global del carbono	Tectónica de placas - las evidencias de los terremotos y los volcanes	El registro de las rocas - de-sentrañemos la secuencia
Cómo se crea la atmósfera	La deriva de los continentes	El tiempo geológico -una escala inmensa
El clima cambiante de la Tierra - la evidencia del testigo de hielo	Cambios de situación de Gran Bretaña -evidencias en las rocas	Cómo datar una roca

Figura 7. Contenido de la última serie de publicaciones "Ciencias de la Tierra".

sistió en que, mientras se estaban preparando los materiales para ser publicados, se redactó de nuevo el Currículum Nacional de Ciencias, de manera que en el momento en que aparecieron ya no estaban directamente ligados a la nueva versión del currículum. De todos modos, en conjunto han sido muy importantes, ya que muchas de las ideas se retomaron y redactaron de nuevo para publicarse en textos de ciencias para 11-16 años (en general sin reconocimiento) y por lo tanto se han empleado mucho.

Las ideas además han constituido la base de muchas sesiones de formación permanente para docentes en activo (In-Service Education and Training, INSET) desarrolladas por miembros de la ESTA, lo que ha permitido ayudar a un buen número de quienes enseñan Ciencias de la Tierra.

### ¿ÉXITO O FRACASO-CUÁN EFICAZ HA SIDO ESTA INICIATIVA SOBRE EL CURRÍCULUM ?

Se pasó una encuesta entre profesoras/es de Ciencias de la Tierra para identificar su base de co-

nocimientos en ciencias y sus sentimientos respecto de su docencia en Ciencias de la Tierra y sus logros. La encuesta se pasó en 1997, al cabo de una década de la introducción del Currículum Nacional de Ciencias con su componente en Ciencias de la Tierra.

En cada escuela implicada en la encuesta se pidió a un/a profesor/a experimentado/a que distribuyera, recogiera y devolviera copias del cuestionario a todo el profesorado involucrado en la enseñanza en Ciencias de la Tierra. Retornó un total de 138 cuestionarios, resultantes del sondeo de cuatro áreas diferentes de Inglaterra y Gales.

Los resultados del sondeo se resumen en unos cuantos gráficos, las figs.8-16. La fig.8 muestra que la inmensa mayoría de quienes imparten Ciencias de la Tierra no cursaron Ciencias de la Tierra en su diplomatura y la fig.9 indica que son biología, física y química las materias que se reparten por igual la docencia en Ciencias de la Tierra, y es muy poca la docencia correspondiente a geología. A pesar de ello, les parece que su formación es moderadamente adecuada (fig.10), que tienen una confianza moderada



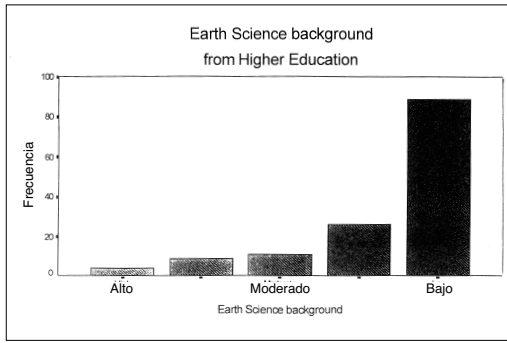


Figura 8. Nivel de formación inicial del profesorado de Ciencias de la Tierra.

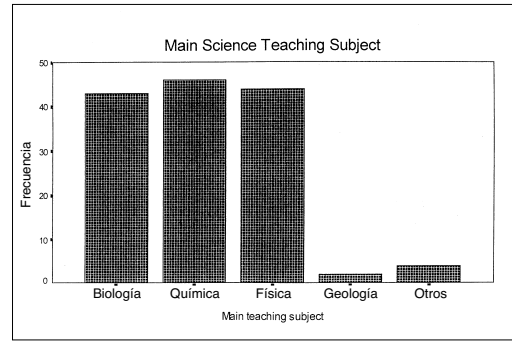


Figura 9. Principal materia docente del profesorado de Ciencias de la Tierra.

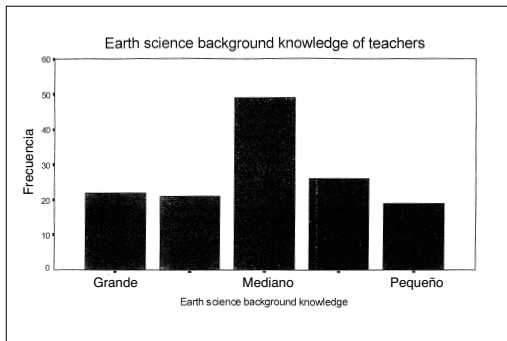


Figura 10. Base de conocimientos en Ciencias de la Tierra del profesorado.

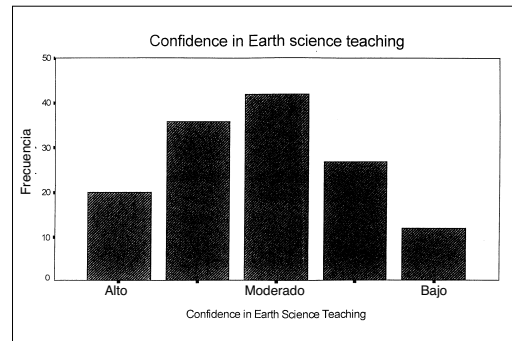


Figura 11. Confianza en la docencia que imparten en Ciencias de la Tierra del profesorado.

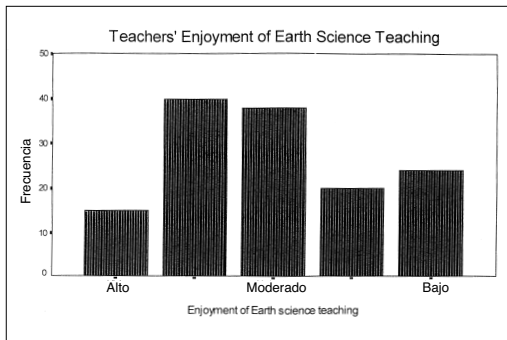


Figura 12. Grado de satisfacción por impartir Ciencias de la Tierra del profesorado.

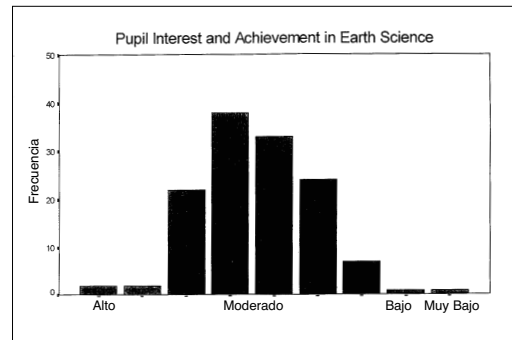


Figura 13. Interés y logros de las/los alumnas/os en Ciencias de la Tierra.

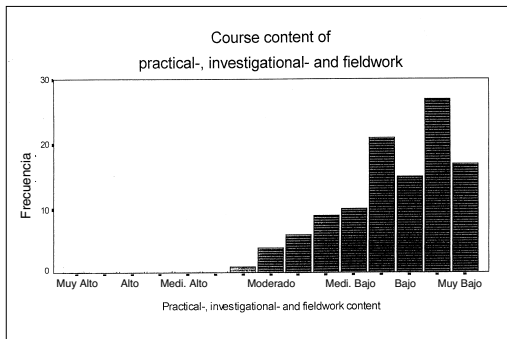


Figura 14. Contenido en trabajo práctico, investigador y de campo de los cursos sobre Ciencias de la Tierra.

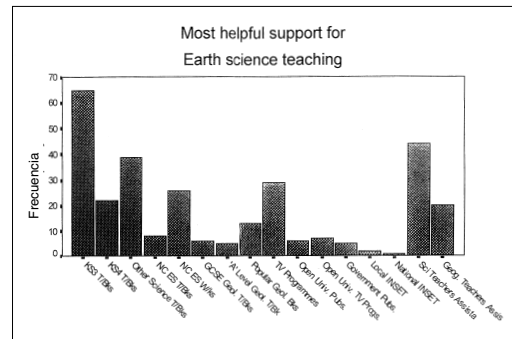


Figura 15. Tipo de apoyo que han considerado el profesorado como mejor ayuda en su docencia en Ciencias de la Tierra.





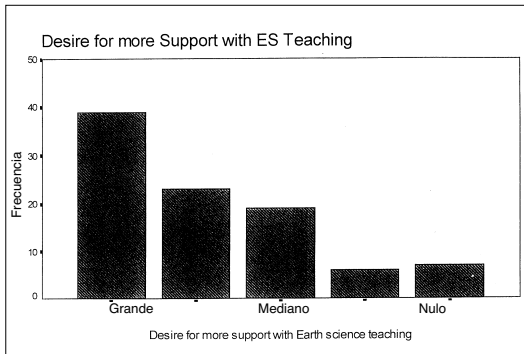


Figura 16. Deseo de mayor apoyo para su docencia en Ciencias de la Tierra del profesorado.

en su docencia en Ciencias de la Tierra (fig.11) y que su satisfacción por impartir Ciencias de la Tierra es entre moderada y muy grande (fig.12). También tienen la sensación de que el interés y los logros de sus estudiantes son moderados (fig.13).

Todos esos indicadores parecen buenos. De todos modos, al sondear con mayor profundidad detectamos ciertos factores preocupantes. La fig.14 muestra lo bajo que es el contenido en trabajo práctico, investigador y de campo de su docencia en Ciencias de la Tierra. Ello probablemente indica que muchas de las lecciones se ocupan de aspectos didácticos y de hechos, mientras que los conceptos sobre Ciencias de la Tierra no son explorados científicamente. La fig.15 indica las fuentes de información sobre Ciencias de la Tierra de que se sirven para su docencia. La fuente principal de información fueron manuales de ciencias escritos para adolescentes de 11-14 años, y el siguiente curso más seguido fueron

otros manuales de ciencias, incluidos los escritos para jóvenes de 14-16 años. Se usan bastante los manuales y hojas de trabajo del Currículo Nacional de Ciencias de la Tierra (probablemente los materiales "Ciencias de la Tierra"), y también los programas de televisión. Por el contrario, los manuales de geología apenas se usan y el INSET ha desempeñado un papel muy pequeño. El apoyo más valorado recibido en la escuela ha procedido de los compañeros/as de ciencias en primer lugar y de los/las de geografía en segundo lugar.

Esta prospección ha puesto de manifiesto una tendencia muy preocupante. Parece indicar que mientras muchos docentes en Ciencias de la Tierra se sienten confiados y satisfechos por su trabajo, de hecho, su preparación en Ciencias de la Tierra es muy pobre, cabe recelar mucho de sus conocimientos sobre Ciencias de la Tierra, puesto que éstos se basan en materiales pobres (muchos manuales de ciencias todavía contienen errores y simplificaciones excesivas en su contenido en Ciencias de la Tierra) y no se atreven a o les falta base para utilizar métodos prácticos o de campo. Por ello, si bien les parece que están haciendo un buen trabajo, lo más probable es que de hecho su docencia sea pobre e inestimulante para el alumnado.

Afortunadamente, muchos docentes tienen cierta conciencia de tales problemas, por cuanto su deseo de mayor apoyo para enseñar Ciencias de la Tierra es grande, según lo pone de manifiesto la fig. 16.

La combinación entre exceso de confianza aparente y falta de base y de comprensión afecta no sólo al profesorado y a autoras/es de libros. Se detecta igualmente en quienes preparan exámenes y programas, como se ve en la fig. 17. De

Programa de Ciencias para el Certificado General de Educación (GCSE)	Programa: Número de errores y simplificaciones excesivas	Exámenes de 1998: Porcentaje de preguntas sobre Ciencias de la Tierra con errores y simplificaciones excesivas	Exámenes de 1996: Porcentaje de preguntas sobre Ciencias de la Tierra con errores y simplificaciones excesivas
WJEC Science: Doble vía	3	0%	0%
SEG Modular Science: Vía única y doble (Science at Work)	6	21%	18%
SEG Science: Vía única y doble	6	14%	-
NEAB Science:Doble vía (Modular)	2	0%	0%
NEAB Science:Doble vía (Coordinada)	2	62%	0%
MEG Science: Programa A doble vía (Coordinado)	2	43%	0%
MEG Science: Programa B doble vía (Suffolk)	1	67%	0%
MEG Science: Programa C doble vía (Salters)	1	33%	17%
MEG Science: ProgramaD solo Ciencias (Nuffield)	2	0%	0%
Londres Doble y única vía (Combinado)	2	0%	60%
Londres Doble y única vía (Modular)	2	75%	0%
<b>Promedio</b>	<b>2.6</b>	<b>28.6%</b>	<b>8.6%</b>

Figura 17. Errores y simplificaciones excesivas en los componentes relativos a Ciencias de la Tierra de los programas y exámenes de GCSE (para 16 años)



*Las Ciencias de la Tierra en el Curriculum Nacional de Ciencias ¿Qué te ha ayudado a impartirlas? ¿Desearías más ayuda?*

**Bases**

*Se trata de identificar qué factores han resultado de mayor utilidad para quienes imparten el componente Ciencias de la Tierra del curriculum de ciencias en los últimos años. Así se facilitaría el desarrollo más pleno de estos factores para que en el futuro podamos brindar una ayuda mayor y mejor enfocada. Si sueles impartir algún aspecto de Ciencias de la Tierra a través del curriculum de ciencias, por favor aporta la información que se indica a continuación.*

*Por favor, responde a todo en la hoja de respuesta que se proporciona, no escribas en esta hoja. Para cada pregunta que requiera respuesta escrita, por favor, escribe claramente. Para cada pregunta que requiera una respuesta a ser leída ópticamente, usa un lápiz blando para rellenar la casilla elegida. Borra bien cualquier marca incorrecta. Indica sólo una respuesta para cada pregunta a menos que la pregunta indique lo contrario.*

**Contexto de enseñanza**

1. Por favor, indica tu género
2. Por favor, indica el rango de edades
3. Compara la tasa de aprobados en la escuela con las medias del país

**Tu base en ciencias**

*Por favor, indica esta información en el formulario*

5. ¿Cuál es la materia principal de ciencias que enseñas (o cuáles son)?
6. ¿Cuál es la materia principal de ciencias que estudiaste para tu graduación (o cuáles son)?
7. Si para tu(s) graduación(es) estudiaste Ciencias de la Tierra ¿cuáles fueron éstas (por ej. nociones de geología, meteorología, ciencias ambientales, etc.)?
8. ¿Qué otras enseñanzas sobre Ciencias de la Tierra recibiste a lo largo de tu carrera?
9. ¿Cuántos años has enseñado ciencias a estudiantes de más de 11 años?

**Como enseñante de Ciencias de la Tierra - tu perspectiva**

10. ¿A qué edades (11-12 años, etc) has impartido Ciencias de la Tierra este año?( si hace falta, indica más de una)
11. ¿Cuál es la base de tus conocimientos sobre las Ciencias de la Tierra del curriculum de ciencias?
12. ¿Cuán segura/o te sientes impartiendo las Ciencias de la Tierra del curriculum de ciencias?
13. ¿Cuánto disfrutas impartiendo las Ciencias de la Tierra del curriculum de ciencias?
14. ¿Qué importancia global te parece que tienen las Ciencias de la Tierra en relación al curriculum de ciencias para estudiantes de 11-16 años?
15. ¿Cuál te parece que es el nivel de interés de tus estudiantes por las Ciencias de la Tierra que tú les enseñas?
16. ¿Cuál es el nivel general de éxito de tus estudiantes en los temas de Ciencias de la Tierra que tú les enseñas?
17. ¿Cuánto trabajo práctico incluye tu enseñanza en Ciencias de la Tierra?
18. ¿Cuánto trabajo de investigación incluye tu enseñanza en Ciencias de la Tierra?
17. ¿Cuánto trabajo de campo incluye tu enseñanza en Ciencias de la Tierra?(putúa de 5=ninguno, a 4=salida del aula durante la lección, a 1=un día entero de trabajo de campo)

**Como enseñante de Ciencias de la Tierra -tu plan de trabajo**

20. ¿Cuál fue tu implicación en la preparación del plan de trabajo sobre las Ciencias de la Tierra que impartes?
21. ¿Te habría gustado haber estado más involucrada/o en la preparación del plan de trabajo sobre las Ciencias de la Tierra?
22. ¿Qué posibilidades tienes de efectuar alteraciones en el plan de trabajo que te permitan seguir tu propio estilo de enseñar?
23. ¿Qué influencia personal tienes sobre el material con el que se imparten tus lecciones sobre Ciencias de la Tierra?

**Como enseñante de Ciencias de la Tierra - la ayuda que te resulta más útil**

*¿Cuál de las siguientes te parece que te ha ayudado hasta ahora para enseñar Ciencias de la Tierra?*

24. Los libros de curso que empleas para impartir ciencia a la edad 11-14
25. Los libros de curso que empleas para impartir ciencia a la edad 14-16
26. Otros manuales publicados como parte de un curso completo de ciencias que contiene algo de Ciencias de la Tierra
27. Manuales que cubren únicamente la parte correspondiente a las Ciencias de la Tierra que está en el curriculum de ciencias
28. Hojas de trabajo para estudiantes, fotocopiables, que tratan únicamente sobre las Ciencias de la Tierra que están en el curriculum de ciencias
29. Manuales de Geología/Ciencias de la Tierra para 14-16 años
30. Manuales de Geología/Ciencias de la Tierra para 16-18 años
31. Libros de divulgación de Geología/Ciencias de la Tierra
32. Programas de divulgación de TV
34. Material producido por Universidades abiertas, a distancia
35. Material suministrado por departamentos gubernamentales
36. Actividades de formación proporcionadas en tu país (AEPECT, etc.). Por favor, descríbelas.
37. Ayuda de colegas del departamento de ciencias
38. Ayuda de colegas del departamento de geografía

*Por favor, indica cualquier otro tipo de ayuda que te haya parecido eficaz.*

**¿Más apoyo para tu docencia en Ciencias de la Tierra?**

40. Si en base a esta investigación fuera posible conseguir mayor apoyo para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra ¿con qué medida estarías interesada/o en obtener este apoyo?

*Por favor, devuelve la hoja de respuestas rellenada a: Mr. Chris King, Department of Education, Keele University, Keele, Staffs., ST5 5BG, UK cuanto antes. El cuestionario no hace falta devolverlo. Muchas gracias por tu contribución.*

Figura 18. Cuestionario empleado para recabar datos sobre la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en las escuelas, modificado para una audiencia española.



los once programas de ciencias del Certificado General de Educación (GCSE) Double Award que se suelen pasar en Inglaterra y Gales, ni uno está exento de errores o simplificaciones excesivas en Ciencias de la Tierra. Además, los ejemplares de muestra publicados con la versión de 1998 de los programas contienen errores o simplificaciones excesivas en más del 25% de las preguntas sobre Ciencias de la Tierra. Los propios exámenes de 1966 contenían también errores o simplificaciones excesivas en muchos apartados.

Todas estas evidencias que hace aflorar la investigación revelan que para asegurar una buena educación futura en Ciencias de la Tierra de las/os escolares en Inglaterra hay mucho que hacer por lo que respecta a la formación del profesorado de ciencias.

### LA DIMENSIÓN ESPAÑOLA

Podemos descubrir si el profesorado español padece problemas similares llevando a cabo alguna encuesta parecida a la aquí descrita. Bastaría con que las/los miembros de AEPECT se llevaran a sus centros de trabajo copias del cuestionario y de las respuestas de marcaje óptico. Si pudieran obtener respuestas de todas las personas que enseñan Ciencias de la Tierra (incluidas las ausentes) y devolver el cuestionario al autor de este artículo, entonces se podría analizar los resultados y obtenerse un cuadro sobre la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en España comparable al obtenido en Inglaterra.

El cuestionario presentado como fig. 18 se parece mucho a la versión empleada en Inglaterra, pero se ha adaptado a España mediante la eliminación de algunas preguntas aplicables sólo a Inglaterra y el cambio de unas por otras.

### FORMAR AL PROFESORADO DE CIENCIAS

La discusión y la investigación a la que nos hemos referido ponen de manifiesto que, si queremos impartir Ciencias de la Tierra a toda la población escolar de una manera eficaz e interesante para que ésta salga bien equipada en cuestiones relacionadas con las Ciencias de la Tierra con las que se tropezará en el futuro, lo que se impone es mejorar la formación de quienes imparten Ciencias de la Tierra. Las personas más idóneas para hacerlo son las pertenecientes a Asociaciones comprometidas en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra - por ejemplo, la ESTA en Gran Bretaña y la AEPECT en España.

La evidencia demuestra que la mejor manera de hacerlo es preparar materiales didácticos sobre Ciencias de la Tierra que sean de alta calidad, activos e interesantes y luego hacerlos llegar a quienes imparten ciencias a través de actividades eficaces de formación y adiestramiento de docentes en ejercicio, In-Service Education and Training (INSET).

Mediante INSET puede satisfacerse lo que el profesorado necesita:

- mejorar su formación
- incrementar su interés por las Ciencias de la Tierra
- acceder a una gama de métodos docentes que convierta en algo vivo las Ciencias de la Tierra
- que se le indique cómo organizarlos en una serie de lecciones.

Uno de los métodos mediante los cuales los miembros de la ESTA (NCC,1993) lo lograron se indica en la fig.19. La organización de los procesos a ser estudiados en Ciencias de la Tierra se realiza a partir de una sencilla versión del ciclo de las rocas. Cada uno de los grandes procesos del ciclo de las rocas lo ilustra una actividad práctica, tal como indica la fig.20. La actividad se diseña para que el proceso lo entiendan tanto alumnos/as como profesores/as, tanto para incrementar su conocimiento básico como para estimular su interés por los procesos correspondientes a las Ciencias de la Tierra.

Las sesiones de INSET han tenido muy buena acogida, pero el reto ahora es que lleguen a más y más profesoras/es de ciencias y a docentes en vías de formación.

Esperamos que así la población escolar reciba una buena enseñanza en Ciencias de la Tierra que le prepare para la vida e incluso le anime a estudiar Ciencias de la Tierra o geología en sus estudios posteriores, una vez cumplidos los 16 años.

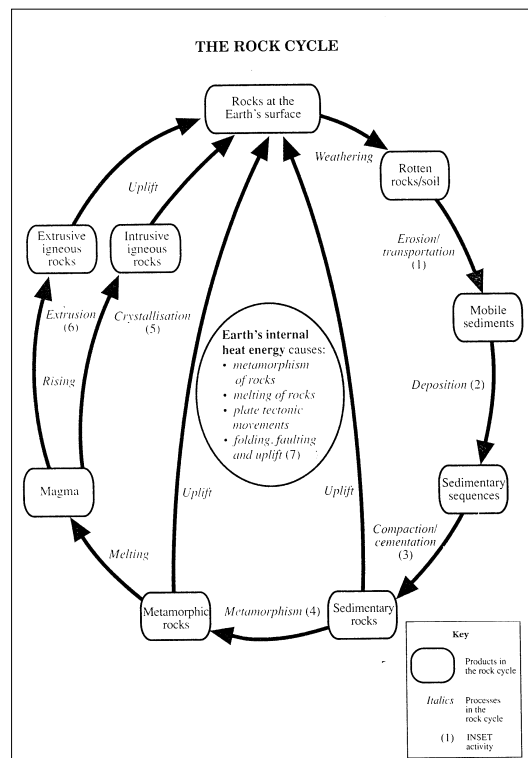


Figura 19. El ciclo de las rocas como base para una serie de lecciones de Ciencias de la Tierra.

Procesos del Ciclo de las Rocas	Actividad práctica
Erosión/transporte	Se sacuden fragmentos de roca dentro de un envase de plástico
Sedimentación	Formación de ondulaciones de corriente en arena en una pileta circular y una pecera
Compactación/cementación	Se comprimen mezclas de arena y otros componentes en una jeringa
Metamorfismo	Se hacen moldes de yeso de moldes deformados de conchas
Cristalización	Enfriamiento y cristalización de una sustancia de punto de fusión bajo (Salol)
Extrusión	Se investigan los factores que afectan a la viscosidad de la melaza que simula lava
Pliegues y fallas	Se generan pliegues y fallas en una caja de plástico que contiene capas de arena y harina

Figura 20. Las actividades de INSET sobre el ciclo de las rocas

Nuestro objetivo principal debe ser por lo tanto formar al profesorado de ciencias. De lo contrario, ningún buen contenido sobre Ciencias de la Tierra en el Currículum de Ciencias será enseñado con eficacia ni hará llegar las Ciencias de la Tierra a todo el mundo del modo en que los geocientíficos desean que llegue.

## BIBLIOGRAFÍA

Jones, B and C. King. 1993. *The Ups and Downs of 'A' Level Geology, 1971-1990 - a Numerical Picture*. Teaching Earth Sciences, Vol. 18, No. 1.

King, C. 1992. *Earth Science in the National Curriculum of the United Kingdom - the response of the Earth Science Teacher's Association*.

Proceedings (Simposios) of the III Congreso Geológico de España, Tomo 1, Salamanca.

King, C, 1993a. *El desarrollo de la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en las escuelas en diferentes países*.

“Diez años de investigación e innovación en enseñan-

za de las ciencias”. Pub. C.I.D.E, Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.

King, C. 1993b. *Earth Science in the National Curriculum of England and Wales*. Journal of Geological Education, Volume 41, No. 4.

King, C. 1995. *Ciencias da terra activas*. En “Traballando coas Ciencias da Terra, Volume 10, Materiais Didácticos”. ICE, Instituto de Ciencias Educación, Universidade de Santiago de Compostella.

King, C. 1996. *Developments in Earth science education through the National Curriculum in England and Wales*. En “Geoscience Education and Training”, ed. D. Stow and G. McCall, Balkema, Rotterdam.

King, C, Orion, N and D. Thompson. 1995. *Earth science in Britain and on the World Stage*. School Science Review, Vol. 77, No. 279.

National Curriculum Council, 1993a. Teaching science at Key Stages 3 and 4. NCC. ISBN 1 85838 001 4.

National Curriculum Council, 1993b. Earth science for secondary teachers - an INSET handbook. NCC. ISBN 1 85838 019 7. ■

