

“Darwin Geólogo”: una selección de actividades de *Earthlearningideas* y *Earth Science Education Unit*

The ‘Darwin the Geologist’ workshop – based on a series of Earthlearningideas and Earth Science Education Unit activities

CHRIS KING Y PETER KENNETT

Coordinadores de la *Earth Science Education Unit* con base en la Universidad de Keele, Keele University, Keele, Staffs., ST5 5BG. C/e: info@earthlearningidea.com; eseu@keele.ac.uk

Resumen El taller “Darwin Geólogo” fue desarrollado en 2009 para conmemorar los aniversarios del nacimiento de Darwin así como de la publicación de su teoría de la evolución, “El origen de las especies”. El hecho de que la única formación sustancial de Darwin antes del viaje en el Beagle era geológica, y que un 75% de las observaciones científicas que registró durante este viaje fuesen sobre geología, han sido olvidadas con frecuencia. Por este motivo se desarrolló el taller “Darwin Geólogo” incluyendo una serie de actividades prácticas para mostrar a los alumnos las experiencias y descubrimientos geológicos de Darwin. Consta de 17 ideas didácticas que han sido publicadas previamente como Earth Learning Ideas en el web <http://www.earthlearningidea.com>, que forman parte de los talleres de la Earth Science Education Unit, o que han sido diseñados especialmente para este taller. Estas actividades han sido todas ellas diseñadas a mejorar el conocimiento y comprensión de las ciencias de la Tierra por parte de los profesores y sus alumnos, al mismo tiempo que se desarrollan sus habilidades investigativas y críticas. El taller ha recibido una acogida muy favorable en Gran Bretaña y consideramos una excelente oportunidad poderlo exponer ante una audiencia mayor a través de la AEPECT.

Palabras clave: Darwin, actividades prácticas, taller didáctico, geología, ciencias de la Tierra

Abstract *The “Darwin the Geologist” workshop was developed in 2009 to celebrate the anniversaries of Darwin’s birth and of his publication of his theory of evolution, “Origin of species”. The facts that Darwin’s only substantive scientific training before he left on the voyage of the Beagle was in geology, and that some 75% of the scientific observations he recorded during the voyage were geological ones, are often overlooked. For this reason the ‘Darwin the geologist’ workshop was developed using a range of practical activities for teaching school pupils about Darwin’s geological experiences and findings. It includes 17 different teaching ideas that have been previously published as Earth learning ideas on the <http://www.earthlearningidea.com> website, that form part of the Earth Science Education Unit workshops, or that have been devised especially for this workshop. The activities have all been devised to enhance the earth science knowledge and understanding of teachers and their pupils, whilst developing their investigational and critical thinking skills. The workshop has been well received in the UK so it is wonderful to have the opportunity to bring it to a wider audience through AEPECT.*

Keywords: Geological resources, Neoclassic Economy, Ecological Economy, sustainable use, sustainability.

“No hay nada como la Geología. El placer del primer día de caza de la perdiz...¹ no se puede comparar con el descubrimiento de un grupo de huesos fósiles, que cuentan su historia de tiempos antiguos casi con una lengua viviente”

CHARLES DARWIN (1834),
en una carta a su hermana Catherine desde las Islas Malvinas.

¹ Dada la gran afición de Darwin por cazar aves para la mesa, se trata de un verdadero elogio para la Geología.

INTRODUCCIÓN

Los orígenes de esta experiencia

El año 2009 fue declarado como el *Año Darwin* no sólo porque Charles Darwin había nacido 200 años antes, en 1809, sino también porque el libro en que daba a conocer su teoría, “El origen de las especies” fue publicado 150 años atrás, en 1859.

Esta efemérides fue conmemorada con múltiples actividades en todo el mundo. En Inglaterra, el Centro Nacional de Aprendizaje de las Ciencias decidió ofrecer un curso de desarrollo profesional centrado en la figura de Charles Darwin durante 3-4 días en el mes de Junio de 2009.

El organizador del curso se entrevistó con uno de los autores de este artículo (Peter Kennett) en un encuentro sobre enseñanza de las ciencias, y le comentó sus planes sobre el curso Darwin. Cuando se le hizo saber que Darwin también era geólogo, además de biólogo y que una gran parte de sus primeros trabajos habían sido más geológicos que biológicos, el organizador comentó “sabía que me dejaba alguna cosa”. Inmediatamente propuso un curso de desarrollo profesional sobre “Darwin geólogo” con un taller de medio día.

Desafortunadamente, Peter estaba ocupado en la fecha prevista para el curso y, ante esta situación, se pusieron en contacto con Chris King. Así que Chris estuvo de acuerdo en realizar el curso siempre y cuando ambos pudiesen supervisar su preparación. Su colaboración permitió incluir una reseña sobre la vida de Darwin que sirvió de punto de partida para, posteriormente, seleccionar actividades de Earthlearningidea (King *et al.*, 2009) o de la Earth Science Education Unit para ilustrar algunas de las experiencias geológicas de Darwin, o diseñar nuevas actividades de Earthlearningidea centradas en Darwin.

Este artículo reúne algunas de las actividades didácticas desarrolladas en dicho curso y que han sido adaptadas al formato de los Talleres del Simposio.

Darwin, un científico ejemplar

Todos relacionamos a Darwin con la teoría de la evolución biológica basada en su idea de la selección natural. Además del reconocimiento como naturalista que le proporcionó la publicación de “El Origen de las Especies” en 1859, la figura de Darwin constituye un ejemplo excelente de cómo piensa y trabaja un investigador competente. Algunos científicos reúnen datos sin preocuparse por los resultados, o se muestran incapaces de esbozar una hipótesis que pudiera explicarlos. Otros tienen mentes brillantes, pero son pobres comunicadores, de forma que el resto de la comunidad científica no puede entender sus descubrimientos. Los hay que son demasiado desorganizados, o son incapaces de probar sus datos.

En Inglaterra, el *National Science Curriculum* promueve que los estudiantes exploren “Cómo funciona la ciencia”, y Darwin proporciona un ejemplo excelente de científico que supo evitar la mayoría de los defectos mencionados y cuyo trabajo es todavía respetado en nuestros días. Algunas de sus teorías todavía constituyen la mejor explicación del fenómeno observado: en otros aspectos se ha demostrado que estaba equivocado, pero él sería el primero en admitir que esto es lo único que cabe esperar a medida que profundizamos nuestro conocimiento del mundo natural.

La mayoría de nosotros recuerda mejor las lecciones en que nuestros profesores nos explicaron las “historias” que marcaron la trayectoria de los científicos más destacados a medida que hacían sus descubrimientos. Muchas de éstas son descritas gráficamente por Bill Bryson (2004), en su libro “Breve historia de casi nada”. En el caso de Darwin, es fundamental situar sus aportaciones a la Ciencia en el contexto de sus experiencias, pensamientos y anécdotas. El indudable papel didáctico de la Historia de la Ciencia adquiere aquí la máxima importancia. Además, si bien en los aspectos biológicos, Darwin ha sido extensamente divulgado, sus ideas sobre Geología son mucho menos conocidas.

El Darwin geólogo

Antes de zarpar en el H.M.S.² Beagle el 27 de diciembre de 1831, Darwin no había recibido una formación rigurosa en historia natural. Había destacado por su afición de coleccionar escarabajos en sus tiempos de Cambridge estimulado por sus tutores. Sin embargo, con 22 años, en el momento de embarcar en su primer viaje, la única capacitación formal del joven Charles, aunque breve, era en Geología y se consideraba a sí mismo –básicamente– un geólogo. Su forma de abordar la ciencia, y la Geología en particular, queda reflejada en las siguientes notas, que pueden ser utilizadas para repasar la “historia” de su vinculación a las Ciencias de la Tierra (Herbert, 2005) y su rigor en la aplicación de la metodología científica.

Darwin se mantuvo informado de los avances científicos. Darwin recibió el Volumen 1 de los Principios de Geología de Lyell de manos del Robert Fitzroy, capitán del Beagle, y lo leyó ávidamente. Recibió el volumen siguiente a su llegada a Valparaíso. Darwin quedó fuertemente impresionado especialmente por el principio del uniformismo de Lyell, el cual competía con la creencia predominante del catastrofismo e implicaba que, si disponían de tiempo suficiente, los procesos observables podían dar lugar a la formación y la deformación de las rocas del pasado distante.

² H.M.S.: *His Majesty Ship*” (Barco de su Majestad). Acrónimo naval que hace referencia a la flota de la corona británica.

Darwin comunicó sus primeros descubrimientos a la comunidad científica lo que le valió su respeto. Los Elementos de Geología de Lyell, de 1838, contienen 13 referencias probadas a las observaciones de “Mr. Darwin” durante el viaje del Beagle.

Darwin envió copias de su trabajo de campo y muchos de los especímenes recogidos a Inglaterra en barcos separados, para asegurarse de que no se perderían en caso de un accidente del Beagle.

Esto muestra el carácter metódico de su trabajo y la conciencia de su importancia, dados los peligros de viajar por mar durante el siglo XIX.

Darwin siempre estaba dispuesto a cambiar de opinión cuando se podían substantiar nuevas evidencias. Parece que Darwin seguía la doctrina de Lyell y consideraba el trabajo del hielo sólo desde la perspectiva del hielo “flotante” y no era consciente del poder erosivo de los glaciares sobre el terreno. Los geólogos británicos no se convencieron hasta que Louis Agassiz, desde Suiza, visitó Inglaterra en 1840 y mostró la aplicación de la “Teoría Glacial” a los paisajes británicos.

En 1831, antes de partir en el Beagle, Darwin había acompañado a Adam Sedgwick, el Presidente de la Geological Society de Londres, al norte de Gales. Visitó Cwm Idwal en Snowdonia, pero no fue capaz de apreciar la evidencia de la Antigua glaciación en el valle.

Después de la expedición del Beagle, en 1842, Darwin visitó nuevamente Cwm Idwal, para examinar la evidencia de la “Teoría Glacial”. Ahora sabía lo que estaba buscando y anotó: “fenómenos glaciares por todas partes ...las rocas estriadas, los bloques erráticos, las morrenas laterales y terminales ...una casa destruida por el fuego no contaría su historia más claramente que como lo hacía este valle. Si todavía estuviera cubierto por el glaciar, el fenómeno no sería muy distinto de lo que sucede ahora”.

Darwin hizo predicciones geológicas. Utilizó su experiencia previa cerca de la costa para predecir lo que podría encontrar a un nivel más alto de los Andes.

Viaje del Beagle, p252 Abr 1835 Paso de Uspallata, Andes

“La geología del país circundante es muy curiosa. La cordillera de Uspallata está separada de la verdadera Cordillera por una llanura o cuenca larga y estrecha, como las mencionadas en Chile, pero a una altitud de unos 1800 metros. La cordillera está formada por varios tipos de lava submarina, alternando con areniscas volcánicas y otros depósitos sedimentarios notables; presentando el conjunto un aspecto muy parecido al de las recientes capas horizontales de las costas del Pacífico. A partir de este parecido espero encontrar maderas silicificadas, en general características de estas formaciones. Fui recompensado de forma extraordinaria. En la parte central de la cordillera, a una altitud de unos 2100 metros, en una ladera descubierta, pude observar algunas columnas de un

blanco níveo. Se trataba de árboles petrificados, once de los cuales estaban silicificados, y entre treinta y cuarenta se habían transformado en espato cálcico blanco de gruesos cristales”.

Darwin utilizó el principio de inclusión y las relaciones de corte para establecer edades relativas.

Viaje del Beagle, p246 Abr 1835 Portillo, Andes

“Llegamos ahora a la segunda cordillera, que es incluso de mayor altitud que la primera. Su núcleo visto desde el corte del paso de Portillo, está formado por magníficos pináculos de granito rojo de grano grueso. Sobre el flanco oriental, unos pocos retazos de pizarras micáceas todavía se adhieren a la masa sin estratificar; y al pie de una colada de lava basáltica lo atravesó en algún periodo remoto –quizás cuando el mar cubría la amplia superficie de la Pampa–. En el lado oriental del eje, entre las dos cordilleras, una arenisca fina laminada ha sido atravesada por inmensos diques de granito procedente de la masa central, y de esta forma se ha convertido en una roca cuarcífera granuda. La arenisca está cubierta por otros depósitos sedimentarios, y éstos a su vez por un conglomerado de cantos gruesos, cuyo gran espesor no intentaré ni estimar. Todas estas capas mecánicas de grano grueso se inclinan directamente desde el granito rojo hacia la cordillera de los Peuquenes, como si pasasen por debajo de ella; aunque éste no es el caso. Al examinar los cantos que componen este conglomerado (el cual, para mi sorpresa no mostraba signos de metamorfismo), me quedé asombrado al encontrar masas perfectamente redondeadas de la pizarra arcilloso-calcárea negra con restos orgánicos – la misma roca que acababa de cruzar in situ en los Peuquenes. Este fenómeno nos lleva a la siguiente conclusión: que los Peuquenes existieron como tierra emergida durante un largo período anterior a la formación de la segunda cordillera, y que, durante este período, se acumularon enormes cantidades de guijarros en su flanco submarino. Entonces, se inició la acción de una fuerza perturbadora: estos depósitos más modernos fueron penetrados por diques, alterados por el calor, e inclinados hacia la zona de donde, bajo la forma de sedimentos y cantos, procedían originariamente, aparentando de esta forma que la descendencia era más vieja que su progenitor. Esta segunda gran línea subsecuente de elevación es paralela a la primera y más antigua”.

Alguna claves para comprender la figura de Charles Darwin

Para entender el talento y aportaciones de Darwin es conveniente analizar algunos rasgos de su carácter y considerar algunos de los factores que influyeron sobre su trabajo y productividad científica (mayoritariamente extraído de *Charles Darwin*, de Cyril Aydon, 2002).

- “Su capacidad de observación era tan diferente de la de una persona media como la de los tiburones lo es de la de los topos”.

- Su pensamiento no estaba compartimentado: “el conocimiento era el conocimiento”.
- Tenía una obstinación férrea a la hora de seguir una línea de investigación. Su obstinación pudo haber supuesto un problema, por ejemplo en su rechazo a aceptar que estaba equivocado sobre el origen de los “camino” paralelos de Glen Roy. Darwin creía que éstos representaban playas sucesivamente más bajas situadas por detrás de un brazo de mar que se retiraba. (Actualmente se consideran playas de las costas de un lago de origen glaciar).
- Darwin debió mucho a la hospitalidad del Capitán Fitzroy a bordo del Beagle. Era libre de abandonar el barco en cuanto él quisiera: sufría de mareos y podía haber abandonado antes de finalizar el viaje, pero no lo hizo por Fitzroy. Sus mareos le animaron a viajar tierra adentro siempre que era posible, para reencontrarse con la nave más tarde en un punto acordado. De esta forma pudo realizar muchas más observaciones y encontrar más naturalistas locales que si hubiera navegado todo el tiempo.
- No sufría por su economía; fue financiado por su padre y su suegro hasta que sus propiedades adquirieron importancia.
- Probablemente no habría tenido éxito sin la ayuda de su esposa, especialmente durante sus frecuentes problemas de salud. Charles murió antes que su mujer Emma.
- Sus enfermedades le permitieron excusarse de muchos compromisos sociales y reuniones de comités, lo que le permitió centrarse en su trabajo y su familia.
- Alfred Russel Wallace forzó sin querer la acción de Darwin. Éste había estado trabajando sobre un libro muy extenso, que quizás nunca habría visto la luz del día, o habría sido demasiado caro para que la gente lo comprase. De esta forma, publicó primero *El origen de las Especies* en 1859, seguido de *Las variaciones de los Animales y las Plantas* en 1868 y *El origen del hombre* en 1871.
- Darwin no trató de aprovecharse de la ausencia de Wallace en el extranjero sino que combinó artículos breves de Wallace y él mismo para ser leídos en la Linnaean Society en Julio 1858.
- Darwin se comunicó con cientos de personas, científicos, jardineros, etc. en un esfuerzo por reunir tantos datos como fuera posible. Se conservan más de 1500 cartas.
- Darwin era consciente de que no tenía una calificación formal ni en geología ni en biología y que a causa de esto, su teoría podía ser rechazada. Por este motivo escogió (1854) estudiar en profundidad los percebes y ganarse así una reputación como investigador naturalista respetado.
- Dos importantes descubrimientos llegaron demasiado tarde para Darwin: a) el trabajo de Mendel sobre genética fue publicado en un oscuro periódico

co de la República Checa en 1865, y no fue ampliamente reconocido hasta 1900, 18 años después de la muerte de Darwin. b) Sir William Thomson (Lord Kelvin) había subestimado erróneamente la edad de la Tierra en los años 1860, porque no sabía nada sobre radioactividad, la cual no fue descubierta hasta finales del siglo XIX. Darwin reverenciaba al gran hombre de la física y redujo considerablemente su propia estimación, incluso a sabiendas de que su teoría evolucionista requería una gran cantidad de tiempo para funcionar.

OBJETIVOS DEL TALLER

Los objetivos del taller son similares a los de todos los talleres contenidos de *Earthlearningideas*: utilizar actividades prácticas o “a través de experimentos” para mejorar el conocimiento y comprensión de las Ciencias de la Tierra por parte de profesores y sus alumnos, al mismo tiempo que se desarrollan sus habilidades investigativas y de pensamiento crítico. Su descripción es coincidente con la del taller *Earthlearningidea I* publicado en el artículo correspondiente de esta misma revista (ver King *et al.*, 2010).

El taller “Darwin geólogo” presentado en el Simposio sobre Enseñanza de la Geología ofrece una variedad de actividades presentadas de forma interactiva, estimulando la participación y la discusión entre los participantes.

DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

El taller se inicia con un “Cuestionario de Darwin” para motivar a los participantes. A continuación se propone un carrusel de actividades que los participantes realizan en grupos. Posteriormente, informan a los demás mostrando los resultados obtenidos con la actividad, al mismo tiempo que discuten sus dificultades y ventajas para aplicar en la enseñanza. Posteriormente, se presenta a los participantes unas cuantas actividades más en forma resumida antes de acometer la actividad final.

Las actividades del taller se suministran con un breve comentario sobre la experiencia de Darwin en cursiva.

Actividad inicial

Cuestionario de Darwin (test para el participante)

1. ¿Cuánto tiempo pasó Darwin a bordo del Beagle?
 - a) 18 meses
 - b) Poco más de 3 años
 - c) 4 años
 - d) Casi 5 años

2. *¿Qué porcentaje de las notas científicas que tomó Darwin durante el viaje en el “Beagle” fueron de carácter geológico?*

- a) 0%
- b) 25%
- c) 50%
- d) 75%

3. *¿Creía Darwin en la inmutabilidad de las especies (que hay un número fijo de especies)?*

- a) No, nunca
- b) Sí, pero sólo antes del viaje del Beagle
- c) Sí, antes y durante el viaje del Beagle
- d) Sí, siempre

4. *¿Cuál era el remedio de Darwin para el “mal de altura”?*

- a) Un buen paseo antes de acostarse
- b) Beber te
- c) Encontrar conchas de fósiles
- d) Pasar todo el tiempo posible en tierras bajas

5. *¿En qué archipiélago pasó Darwin más tiempo?*

- a) Cabo Verde
- b) Islas Malvinas
- c) Islas Galápagos
- d) Islas Mauricio

6. *Darwin no era muy bueno:*

- a) dibujando
- b) escribiendo
- c) memorizando
- d) en los cálculos matemáticos

7. *Darwin “descubrió” cómo se forma el suelo:*

- a) excavando catas (cavando hoyos)
- b) cartografiando áreas de suelos diferentes
- c) construyendo una gusanería
- d) haciendo suelos experimentales

8. *¿De qué docta sociedad fue nombrado Secretario Darwin en 1838?*

- a) La Royal Geographical Society
- b) La Royal Society
- c) El Instituto de Biología
- d) La Geological Society

9. *¿Quién acuñó el término “supervivencia del mejor adaptado”?*

- a) Thomas Huxley
- b) Charles Darwin
- c) Herbert Spencer
- d) Joseph Hooker

10. *Darwin era:*

- a) creacionista
- b) creyente
- c) agnóstico
- d) ateo

11. *¿Dónde está enterrado Darwin?*

- a) En la Catedral de Shrewsbury
- b) Con la familia Wedgwood en la Iglesia de St Peter’s en Maer, Shropshire
- c) Junto a su esposa en la Iglesia de St. Mary’s, Downe, Kent
- d) En la Abadía de Westminster

12. *La teoría de Darwin sobre la formación de atolones fue confirmada posteriormente por:*

- a) Cartografía de formas de atolones
- b) Observación del crecimiento del coral
- c) Perforaciones en busca de basalto
- d) Cartografía de la distribución de atolones

(Véase apéndice con respuestas en el anexo I)

Carrusel de actividades (referenciadas con la inicial C)

En este taller se proponen un conjunto de actividades encadenadas para repasar algunas de las ideas geológicas de Charles Darwin. Todas ellas se designan con el prefijo “DG” (Darwin Geólogo). En este artículo no se describen todas ellas. Cuando no se detalla su ejecución, se indica el enlace de la web *Earthlearningidea* en el que pueden consultarse.

C-1. Excava el dinosaurio (Darwin encontró muchos fósiles incluyendo huesos de mamíferos extinguidos)

Ficha técnica: La información detallada para esta actividad se incluye en la página Web:

http://aegsv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/Excava_el_dinosaurio.pdf

Inicio:

Plantear algunas preguntas a los alumnos: ¿Cómo organizan los científicos la excavación de un fósil del tamaño de un dinosaurio? ¿Cómo se aseguran que obtendrán la mayor cantidad de información posible sin destruir accidentalmente evidencias fundamentales al exhumar el fósil?

Objetivo:

Demostrar la conveniencia de trabajar de forma sistemática para exhumar objetos ocultos. Cartografiar los hallazgos en la posición en que fueron encontrados. Reconstruir un modelo de esqueleto. Razonar si el animal fue sepultado al morir o su esqueleto fue desarticulado y dispersado antes de quedar enterrado.

Metodología:

Prepare una bandeja llena de arena seca, en la que se han ocultado los trozos desmembrados de un modelo de dinosaurio troquelado. Como alternativa podrían usarse los huesos de algún animal pequeño o de un pollo (debe tomarse la precaución de hervirlos y secarlos al sol previamente para esterilizarlos)...después de todo, los dinosaurios extintos están muy estrechamente relacionados

con los pájaros actuales. Deje un par de fragmentos visibles sobre la superficie, del modo como ocurre con un esqueleto real en un desierto de arena. Construya una retícula simple sobre la bandeja con cordel o bandas elásticas, de unos tres por cuatro cuadrados de lado. Facilite a los alumnos una cuadrícula similar, a la misma escala, dibujada en papel, en una cartulina o en la pizarra.

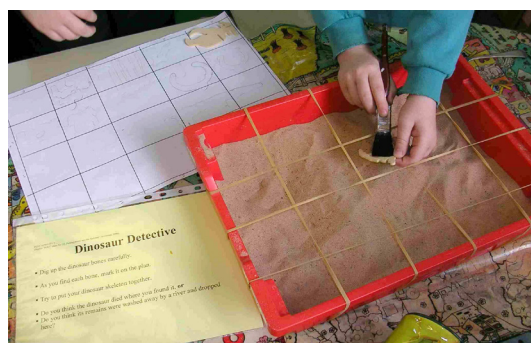


Fig. 1. Excavando el dinosaurio... ¡con mucho cuidado! (Foto: P. Kenneth)

Facilite a los alumnos el equipamiento sencillo para la excavación, como un pincel viejo y un par de cucharas (Fig. 1). Cuénteles la historia del científico americano del Siglo XIX, que en su apuro por excavar los huesos de dinosaurios lo más pronto posible, no tomó debida nota del lugar de donde provenían. Los científicos de las universidades rivales, ansiosos por ser los primeros, en exponer un dinosaurio, fueron y mezclaron los huesos de su competidor. Pídeles ahora que excaven el esqueleto enterrado, pero con métodos más “científicos” que los de sus antecesores. A medida que cada pieza es exhumada, debe ser representada sobre la cuadrícula en el lugar correcto y su contorno dibujado en el papel. La arena eliminada debe colocarse en un recipiente aparte. Cuando los alumnos hayan finalizado tendrán que intentar reconstruir el dinosaurio (¡o el pollo, si fuera el caso!)

C-2a. Movimiento sísmico. Información en la página web: <http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/Spanish2.pdf>

C-b. Predicción de terremotos - ¿cuándo ocurrirá? (Darwin notó los efectos de un terremoto de baja intensidad cerca de Valdivia, en Chile en febrero de 1835, y vio los efectos devastadores de un terremoto importante en la bahía de Concepción). En su descripción del fenómeno constata: “El efecto más notable de este terremoto fue una elevación permanente de la tierra. La tierra alrededor de la Bahía de Concepción se levantó dos o tres pies. En la Isla Santa María la elevación fue todavía mayor: se hallaron lechos de moluscos pútridos aún adheridos a las rocas a una altura de diez pies sobre el nivel del

mar. La elevación de estas regiones es especialmente interesante por haber sido el escenario de otros violentos terremotos...”.

En esta actividad se modela como la acumulación de esfuerzo y su liberación repentina, generan los sismos.

Ficha técnica: La información detallada para esta actividad se incluye en la página Web:

http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/49_Spanish.pdf

Inicio:

Pregunte a los alumnos porque creen que muere tanta gente cuando ocurre un terremoto (las respuestas deben incluir la caída de mampostería y vidrios, el desmoronamiento de autopistas, deslizamientos de tierra, incendios, etc., pero no deben olvidarse el que no es posible predecir cuando y donde ocurrirá el sismo. Si ello fuera posible, la alarma a tiempo permitiría desplazar a la gente a un lugar seguro hasta que el peligro pasara).

Objetivo:

La mayoría de los terremotos ocurren por el movimiento brusco sobre superficies de fractura naturales de las rocas, llamadas fallas. Explique que vamos a modelar como las fuerzas que actúan en la tierra pueden desarrollar esfuerzos los que son repentinamente liberados cuando las rocas ceden por fractura.

Metodología:

Prepare tres o cuatro ladrillos u objetos pesados similares como se muestra en la fotografía. (Fig. 2). Mediante un trozo de alambre una el ladrillo del medio a una tira elástica o a un resorte. Comience a tirar suavemente del elástico o resorte hasta que, repentinamente, los ladrillos de arriba se deslizan sobre los de abajo. Esto representaría el momento en que las rocas del subsuelo terrestre se fracturan y desplazan, generando un terremoto en la superficie. Puede que sea necesario sostener el ladrillo delantero de la base para que no sea arrastrado si el roce entre los ladrillos es mucho mayor que entre éstos y la mesa sobre la que se realiza la experiencia.



Fig. 2. Los ladrillos sísmicos en acción: Una estudiante ayuda a sostener el ladrillo de la base para que no se deslice (Foto: P. Kenneth)

Repita la experiencia varias veces, tratando de tirar siempre con el mismo ritmo. Pida a los alumnos que cronometren el lapso entre el comienzo de la experiencia y el deslizamiento de los ladrillos cada vez y que midan también cuánto se desplazan los ladrillos superiores (recuerde que los inferiores deben estar fijos). Los resultados son rara vez iguales, lo que demuestra que existe una considerable variación en el tiempo de acumulación y en la cantidad de desplazamiento del sistema en cada oportunidad, lo que resulta en un aumento de la dificultad para predecir el sismo.

La actividad puede ampliarse variando el valor de la fricción entre los ladrillos. Esto puede lograrse apilando más ladrillos, intercalando arena entre ellos o bien intentando lubricar la superficie de contacto. Recuerde advertir a los alumnos que los ladrillos pueden caer de la mesa y deben estar prevenidos. Un plato o bandeja con agua, colocado cerca de los ladrillos, puede mostrar como el movimiento de éstos genera trenes de ondas, que perturban la superficie del agua. Esto es análogo a las muy destructivas ondas superficiales que genera el sismo.

Ver la información en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/49_Spanish.pdf

C-3. Un tsunami tras la ventana. (*Darwin constató los efectos de un tsunami ocurrido en Chile en 1835. Tanto sus apuntes como los del capitán Fitzroy pueden ser considerados la primera descripción científica de estos fenómenos puesto que tomaron medidas del número de olas, de su altura y de la extensión de la zona afectada.*)

Información más detallada en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/Tsunami_Espanol.pdf

C-4a. Un valle en 30 segundos – separando las rocas

La información detallada sobre esta actividad puede encontrarse en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/Spanish_Valley_30s.pdf

C-4b. Los Himalayas en 30 segundos! (Darwin pensaba que las montañas y valles se formaban por movimientos verticales de la corteza terrestre)

Detalles sobre la actividad en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/Spanish_Himalayas.pdf

C-5a. Cristalización (Darwin sabía que las rocas ígneas se formaban por cristalización de un fundido)

Los detalles de esta actividad pueden encontrarse (**en inglés**) en: <http://www.esta-uk.net/jesei/index2.htm>

C-5b. Erosión y transporte (Darwin sabía de la importancia de la erosión y el transporte en la formación de las rocas sedimentarias).

Se puede encontrar información detallada sobre la actividad en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/Spanish_Rock_rattle_and_roll.pdf

Asimismo, la visualización del video de http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/Flash/EE_RRR.html permite hacerse una idea mejor de la propuesta

C-6. Volcán de cera (*Darwin presenció una erupción volcánica*)

Véase el artículo de Chris King en Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (King, 1999) sobre esta actividad en: <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/88642/132558>

Toda la información también está disponible (**en inglés**) en: <http://www.esta-uk.net/jesei/index2.htm>

C-7. Asentamiento de cristales (Darwin teorizó sobre el hecho de que los diferentes tipos de rocas ígneas eran causadas por el asentamiento de cristales en una cámara magmática).

Fuente: Jane Essex y Bill Symonds, School of Public Policy, Keele University. *Esta actividad no se encuentra en la página web de ELI.*

Inicio:

Darwin se dio cuenta de que los magmas (rocas fundidas en profundidad) podían cambiar de composición a medida que los primeros cristales en formarse (más densos) se asentaban en la base de la cámara magmática por gravedad, hasta formar una roca oscura rica en hierro. Los cristales más ligeros se situaban en la parte superior donde solidificaban para producir una roca más pálida y rica en sílice.

Objetivo:

Esta actividad nos permite realizar un modelo de esta *diferenciación* en el laboratorio a partir de una mezcla de dos compuestos disueltos que se enfría y cristaliza.

Metodología:

Llenar hasta la mitad un tubo de ensayo con etanoato de sodio y calentarlo suavemente con un mechero Bunsen. Esto hará que libere su agua de cristalización y se disuelva en ella (Fig 3a).

Cuando se haya disuelto completamente, añadir dos espátulas de cristales de sulfato de cobre, remover la mezcla y dejar enfriar.

Transcurrida una media hora se pueden observar dos capas de cristales: el sulfato de cobre azul en el fondo del tubo con el etanoato de sodio blanco en la parte superior (Fig. 3b).

Material:

- Tubo de ensayo
- Mechero bunsen
- Espátula



Fig. 3. a. Sulfato de cobre y etanoato sódico calientes (con un poco de etanoato sódico sin fundir en la base) (P. Kennett)
b. La mezcla tras su enfriamiento, con una capa de cristales de sulfato de cobre cubierta por cristales de etanoato sódico (P. Kennett)

- Varilla de vidrio
- Etanoato sódico
- Sulfato de cobre

Se puede obtener más información (en inglés) sobre la contribución de Darwin a la petrología en: <http://www.geolsoc.org.uk/gsl/geoscientist/features/page4995.html>.

Más actividades preparadas para su inspección por parte de los participantes

C-8. ¿Fósil o no? (Darwin recolectó miles de fósiles)

Se pueden obtener los detalles de esta actividad en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/Spanish_What_is_a_fossil.pdf

C-9. Sobrevivir al terremoto

Los detalles de esta actividad se encuentran en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/Spanish_Surviving_earthquake_1.pdf
(Darwin sobrevivió a un terremoto menor)

C-10. El juego de los barquitos y el Mapa Geológico Mundial (Darwin creía que debería haber una teoría global para explicar fenómenos geológicos tales como terremotos y volcanes)

Inicio:

Se utiliza el conocido juego de niños para demostrar las coincidencias geográficas entre volcanes y terremotos. La duración de la actividad es de 5 minutos y está dirigida a alumnos de 11 a 16 años.

Contexto:

Es preferible utilizar esta actividad antes de que los alumnos estén demasiado familiarizados con la teoría de la tectónica de placas.

Objetivo:

Buscar no tan sólo las coincidencias sino también las discrepancias, así como sus causas, entre la distribución de volcanes y terremotos en la Tierra

Metodología:

Los alumnos se agrupan en parejas. A cada alumno se le suministra una hoja que contiene, en un caso un mapa de distribución mundial de volcanes y un mapa en blanco, en el otro un mapa con la distribución mundial de terremotos y otro en blanco. Todos los mapas están cuadrículados con un sistema de coordenadas similar al del juego de los barquitos (D2, F5, etc.).

El alumno con el mapa de volcanes escoge un cuadrito en el que cree que su compañero puede tener un terremoto (por ejemplo, H2). Éste debe responder “tocado” (si efectivamente hay un terremoto, o “agua” si no lo hay). A continuación el alumno con el mapa de terremotos efectúa un “disparo” intentando localizar un volcán de su compañero.

El juego podría seguir hasta que uno de los dos jugadores ha “hundido” (localizado) todos los terremotos o volcanes del compañero pero se recomienda no llegar hasta el final para evitar el aburrimiento: una vez se ve que los modelos coinciden aproximadamente se demanda a los alumnos que observen cuidadosamente los mapas que muestran ambas distribuciones y que intenten localizar a) zonas con volcanes sin terremotos, y b) zonas con terremotos sin volcanes. La zona más notable con terremotos sin volcanes es posiblemente el Himalaya; las Islas Hawaii serían el ejemplo contrario, volcanes sin actividad sísmica.

Nótese también que parece que algunas zonas de los océanos Índico y Pacífico parecen tener actividad sísmica sin volcanes; esto es debido a que sus volcanes son mayoritariamente submarinos. Aunque la versión comercial del juego indica que si se “toca” un submarino se puede volver a tirar, en este caso es mejor no aplicar esta regla.

Material:

- Fotocopias con mapas de distribución de volcanes y terremotos
- Lápices

Más información:

Los detalles de esta actividad pueden encontrarse (en inglés) en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/79_Geobattleships.pdf

C-11. Moler y pulir (No fue hasta su retorno de Sudamérica que Darwin llegó a entender la importancia de los glaciares para el modelado del relieve)

Inicio:

Esta actividad de 10 minutos de duración puede resultar útil para introducir a los alumnos de 10 a 14 años al ciclo de las rocas y cómo el hielo (una sustancia relativamente blanda) puede moler rocas y arrastrar estos materiales.

Fig. 4 (izquierda).
Estrías glaciares sobre
madera.

Fig. 5 (derecha),. “Ríos
de piedras”, Weddell
Island, West Falkland. (P.
Kennett)



Ideas previas:

Se empieza preguntando a los alumnos qué creen que pasará cuando frieguen con un cubito de hielo una pieza de madera pintada. Seguidamente se les pregunta qué creen que pasará si friegan con un cubito de hielo con granos de arena adheridos.

Objetivo:

Se espera que los alumnos entiendan que el hielo por sí sólo es incapaz de erosionar las rocas. Asimismo, comprenderán que si el hielo contiene fragmentos de rocas, estos aumentan su poder erosivo. Finalmente se pueden relacionar las estrías glaciares con el movimiento del hielo que las produjo.

Metodología:

Se pide a los alumnos que frieguen un trozo de madera pintada con un cubito de hielo y anoten lo que observen. A continuación se les pide que presionen un cubito sobre un plato de arena durante unos 15 segundos y se les pide que repitan la operación y comparen los resultados. Finalmente se les pide que comparen los resultados con sus predicciones y que intenten, a partir de estos, explicar la formación de estrías glaciares, la información que nos suministran y la formación de valles glaciares (Fig. 4).

Material:

- Cubitos de hielo
- Algunas piezas de Madera pintada de unos 150 x 75mm
- Arena en un plato
- Fotografías de estrías glaciares y un valle en forma de U
- Cubitos de hielo hechos con agua arenosa/fan-gosa (ampliación)

Más información:

Los detalles de esta actividad pueden encontrarse **(en inglés)** en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/6o_Grinding_gouging.pdf

C-12. Ríos de piedras (Darwin no podía entender cómo se habían formado muchas de las características periglaciares que observó en Sudamérica)

Sabemos que el origen de los ríos de piedras (Fig. 5) causaba perplejidad en Darwin. En la actualidad, se consideran un fenómeno periglacial, producido por repetidas congelaciones y descongelaciones durante la “Edad de Hielo”. La actividad consiste en la lectura de un frag-

Fig. 6. Modelo de
atolón (Elisabeth
Devon)



mento del *Viaje del Beagle* de Charles Darwin.

Actividad no disponible en ELI.

C-13. La “gran idea sobre el atolón coralino” de Darwin (Darwin desarrolló una teoría para explicar los atolones coralinos que no se pudo comprobar científicamente hasta 1947)

Inicio:

Se visualiza tridimensionalmente cómo desarrolló Darwin su teoría sobre la formación de atolones. Esta actividad está destinada a alumnos de 11 a 18 años y tiene una duración de unos 15 minutos

Ideas previas:

Después de su viaje en el *Beagle*, Darwin publicó en 1837 sus ideas sobre la formación de atolones pero no fue hasta 100 años más tarde que sus ideas fueron comprobadas por científicos de la Marina de los EUA cuando perforaron los atolones de Bikini, Eniwetok y Marshall en el Océano Pacífico.

El desarrollo de la actividad se fundamenta en una sucesión de ideas:

- Primera idea: la forma 3D
- Segunda idea: la columna
- Tercera idea: la forma circular
- Cuarta idea: el hundimiento

Objetivo:

Se pretende ayudar a los alumnos a entender cómo desarrolló Darwin su teoría sobre la formación de atolones. Para ello se utiliza un sencillo modelo en papel de un volcán sumergido (cono) y un arrecife coralino (cilindro) (Fig. 6).

Metodología:

Para simular la idea de Darwin debe construirse un cono volcánico y situarlo en el fondo de una cubeta (una pequeña pecera resulta idónea). A con-



tinuación se construye un cilindro de tejido con un alambre en forma circular en la parte superior que se pega al volcán cónico. Añadiendo agua al tanque (que simula el ascenso del nivel del mar) se puede ver crecer el atolón (resulta muy ilustrativo el video que se puede observar en http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/Flash/Coral_atoll.html).

Material:

- dos hojas de papel A4 y cinta adhesiva para cada alumno o grupo
- Para ampliar conocimientos:
- aun cono hecho con cartulina u otro material, tal como muestran las fotos de la página web
- tela suficiente para hacer un cilindro
- alambre para construir un círculo en la parte superior del cilindro de tela
- aguja e hilo para coser o cinta adhesiva para pegar la tela

Más información:

Los detalles de esta actividad pueden encontrarse (en inglés) en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/63_Darwin_atoll.pdf

C-14. La “gran idea sobre el suelo” de Darwin (La “gran idea sobre el suelo” de Darwin mostraba que los gusanos eran vitales para la formación del suelo)

Inicio:

Con esta actividad se pretende descubrir cómo Darwin dedujo la intervención de los gusanos en la formación del suelo. Está dirigida a alumnos de 10 a 19 años y el tiempo requerido es de 15 minutos para reconstruir el pensamiento de Darwin, una hora para construir la “gusanería” y varios días para ver el progreso de la “gusanería”.

Ideas previas:

Darwin estaba fascinado y sorprendido por el hecho de que capas de arena depositadas sobre jardines o campos de cultivo pudieran encontrarse al cabo de unos años a una cierta profundidad. A través de la correspondencia con su prima Elisabeth sabemos ahora que Darwin creía que arar los campos no era un descubrimiento humano sino que desde tiempo inmemorial. Los gusanos venían haciendo ese trabajo tan necesario para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos.

Darwin construyó una “gusanería” y fue la primera persona en “descubrir” y publicar cómo se forman los suelos.

Para Darwin resultaba un problema explicar cómo una capa de arena podía introducirse dentro de un suelo puesto que la creencia general en aquellos tiempos era que los suelos se habían mantenido inalterados desde la formación de la Tierra.

Objetivos:

- describir cómo se pueden usar las observaciones para desarrollar una idea o hipótesis científica;
- describir cómo se puede probar dicha hipótesis;
- describir cómo Darwin desarrolló y comprobó sus ideas y llegó a conclusiones;



Fig. 7. Una gusanería casera (foto Peter Kenneth).

- observar los cambios que ocurren en una “gusanería” durante varios días;
- construir una “gusanería”.

Metodología:

Se pide a los alumnos que piensen cómo se forma el suelo tal como lo hizo Darwin en los años 1830; a continuación se les pregunta sobre cómo podía haber comprobado sus ideas. Seguidamente se les invita bien a construir su propia “gusanería” o a observar una construida por el profesor. Nuestra “gusanería” fue controlada durante varios días (Fig. 7).

Recursos:

Para construir una “gusanería” se necesita:

- una botella de plástico (de 2 litros)
- tijeras para cortar la parte superior e inferior
- un tiesto para mantener la botella en pie
- pala o paleta para desenterrar el suelo y los gusanos
- lombrices (unas diez) recogidas del suelo
- arena de uno o más colores – suficientes para poner de manifiesto las capas
- hojas, restos de segar la hierba, etc.
- una hoja negra (de plástico o papel) para cubrir la botella

Más información:

Los detalles de esta actividad pueden encontrarse (en inglés) en: http://aegsrv2.esci.keele.ac.uk/earthlearningidea/PDF/58_Darwin_worms.pdf

Actividad final

C-15. ¿Se puede predecir una erupción volcánica? – simulación con un “party popper”

Inicio:

Esta actividad, una demostración por parte del profesor, tiene una duración de unos 10 minutos.

Objetivos:

Se trata de cuantificar la fuerza necesaria para hacer explotar una serie de “party poppers” (piñatas muy populares en las fiestas infantiles en Gran Bre-

Fig. 8. Un “party popper” a punto de explotar.



taña que producen pequeñas explosiones al tirar de sus extremos). A partir de la experiencia se pueden discutir las diferencias entre pronóstico (*forecast*) y predicción (*prediction*).

Metodología:

Disponer varios soportes de laboratorio como los utilizados habitualmente para comprobar la ley de Hooke substituyendo el muelle por un “party popper” (Fig. 8). Invitar a los alumnos a aumentar los pesos que tiran del “popper” hasta que éste explote. Se comprueba que las masas necesarias para provocar la “erupción” son muy variables, lo cual dificulta su predicción.

Seguidamente se discuten los diferentes métodos de seguimiento de volcanes (satélites, sismología, topografía, estudio de gases, etc.).

Material:

- Los necesarios para la comprobación de la ley de Hooke
- “Party poppers”

CONSIDERACIONES FINALES

La mayoría de los participantes en el taller del Centro Nacional de Aprendizaje de las Ciencias eran profesores de biología de secundaria y no sospechaban que Darwin hubiera realizado tanto trabajo geológico. Se sorprendieron por el hecho de que, en sus años jóvenes, hubiera podido ser denominado como un naturalista que probablemente estaba más interesado en la geología de lo que lo estaba en la biología. No fue hasta después de su retorno de su viaje alrededor del mundo en el *Beagle* que se concentró más en temas biológicos que en temas geológicos, desarrollando su teoría de la evolución. Sin embargo, su comprensión de la geología resultó

fundamental para el desarrollo de su teoría evolucionista, incluyendo su percepción de que la Tierra debía ser muy antigua, proporcionando el tiempo suficiente para que tuviese lugar la evolución. En síntesis, el conocimiento geológico de Darwin fue vital para el desarrollo de su teoría evolucionista.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Xavier Juan el gran esfuerzo realizado en la traducción al castellano del original en inglés.

BIBLIOGRAFÍA

Aydon, C. (2002). *Charles Darwin: The Naturalist Who Started a Scientific Revolution*. Constable & Robinson. 288 p.

Bryson, B. (2004). *A short history of nearly everything*, Black Swan Edition.

Darwin, C. 1989. *Voyage of the Beagle*, Penguin.

Hawley, D.J. (1995). Dinosaur detectives discovery dig: a palaeontological simulation. *Teaching Earth Sciences*, 20 (2), pp 53-55, Earth Science Teachers' Association.

Herbert, S. 2005. *Charles Darwin, Geologist*. Cornell University.

King, C. (1999). La evolución de un esquema para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra y su dimensión ígnea. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 7.3, AEPECT, 267-274.

King, C., Kennett, P., Devon, E. y Sellés, J. (2009). Earthlearningidea: nuevos recursos para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17.1, AEPECT, 2-15.

Websites

<http://www.crystalinks.com/darwin.html>

http://gsahist.org/gsat/gt96dec8_10.pdf

http://www.cornellpress.cornell.edu/cup_detail.taf?ti_id=4296

<http://www.cosmosmagazine.com/news/3083/darwins-contribution-geology-overlooked>

http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman_GeologyOfBeagle.html

<http://www.darwinproject.ac.uk/darwin-geology>

<http://www.sedgwickmuseum.org/exhibits/darwin.html>

Tal como se ha indicado muchas, pero no todas, de las actividades se encuentran descritas de forma más completa en el web gestionado de forma voluntaria: www.earthlearningidea.com. Pueden descargarse de forma gratuita y ser utilizadas por los centros educativos.■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 3 de febrero de 2010 y aceptado definitivamente para su publicación el 29 de junio de 2010.

ANEXO I

Hoja de respuestas del quiz de Darwin Geólogo

1. ¿Cuánto tiempo pasó Darwin a bordo del *Beagle*?

a) **unos 18 meses.** Saltó a tierra firme adentrándose en su interior tanto como pudo. Esto aliviaba sus mareos al mismo tiempo que le permitió realizar una gran cantidad de observaciones científicas.

2. ¿Qué porcentaje de las notas científicas que tomó Darwin durante el viaje en el “*Beagle*” fueron de carácter geológico?

d) 75%

3. ¿Creía Darwin en la inmutabilidad de las especies (que hay un número fijo de especies)?

c) **Sí – antes y durante el viaje del *Beagle*.** Al describir las diferencias entre las plantas y animales de ambos lados de los Andes en marzo de 1835, escribió: “Esto no es más que un ejemplo de las admirables leyes establecidas por el Sr. Lyell sobre la influencia de los cambios geológicos sobre la distribución geográfica de los animales. ***Todo el razonamiento, por supuesto, se basa en la asunción de la inmutabilidad de las especies.*** De otra forma, los cambios deberían ser considerados como superinducidos por las diferentes circunstancias de las dos regiones durante un largo período de tiempo”

4. ¿Cuál era el remedio de Darwin para el mal de altura?

c) **Encontrar conchas de fósiles.** Darwin escribió: “Alrededor de mediodía empezamos el tedioso ascenso del Peuquenes, y fue entonces cuando experimenté por primera vez una pequeña dificultad al respirar. ***hasta que al encontrar conchas de fósiles en la cresta más alta, para mi alivio olvidé completamente la puna (mal de altura)***... por mi parte, no se me ocurre nada mejor que las conchas de fósiles!” (Viaje del Beagle, p247, Mar1835, El Paso de la Cordillera)

5. ¿En qué archipiélago pasó Darwin más tiempo?

b) Las Islas Malvinas

6. Darwin no era muy bueno en:

d) **números.** Sus notas geológicas indican que era disléxico (o discalcúlico)

7. Darwin “descubrió” cómo se forma el suelo:

c) **construyendo una gusanería**

8. ¿De qué docta sociedad fue nombrado Secretario Darwin en 1838?

d) La Geological Society

9. ¿Quién acuñó el término “supervivencia del mejor adaptado”?

c) Herbert Spencer

10. Darwin era:

c) **agnóstico.** Darwin escribió hacia el final de su vida, “me parece absurdo dudar de que un hombre pueda ser un ardiente creyente y evolucionista. Nunca he sido ateo en el sentido de negar la existencia de Dios. Creo que, en general, la de agnóstico sería la definición más correcta de mi forma de pensar.”

11. ¿Dónde está enterrado Darwin?

d) **En la Abadía de Westminster.** “El último triunfo de Huxley se produjo cuando la ciudadela de la Cristiandad Inglesa, la Abadía de Westminster, recibió con una gran ceremonia el cuerpo del mismo Darwin. No muchos saben que ésta constituyó una “reparación” y que un atardecer el cuerpo del naturalista de Kent fue desenterrado de su sencillo ataúd y transferido a un ataúd espléndido durante un especie de funeral de estado en la Abadía. Poca gente sabía que ni Darwin ni su viuda querían esto, y que sólo las fervientes súplicas de Huxley fueron finalmente escuchadas”. (Prof. Colin Russell, Baptist Times 12.2.09).

12. La teoría de Darwin sobre la formación de atolones fue confirmada posteriormente por:

c) **Perforaciones en busca de basalto.** En 1947 la teoría de Darwin fue comprobada por científicos de la US Navy en los atolones de Bikini y Eniwetok en las Islas Marshall en el Océano Pacífico. Encontraron, tal como Darwin había predicho, que el coral había crecido hacía arriba conforme una isla volcánica había sufrido subsidencia.