

LA EDAD DE LA TIERRA: UNA INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA DESDE LA HISTORIA DE LA CIENCIA

Cándido Manuel García Cruz (1)

RESUMEN

Tomando como herramienta básica la Historia de la Ciencia, realizamos una introducción a la enseñanza-aprendizaje de la Geología a través de la edad de la Tierra.

SUMMARY

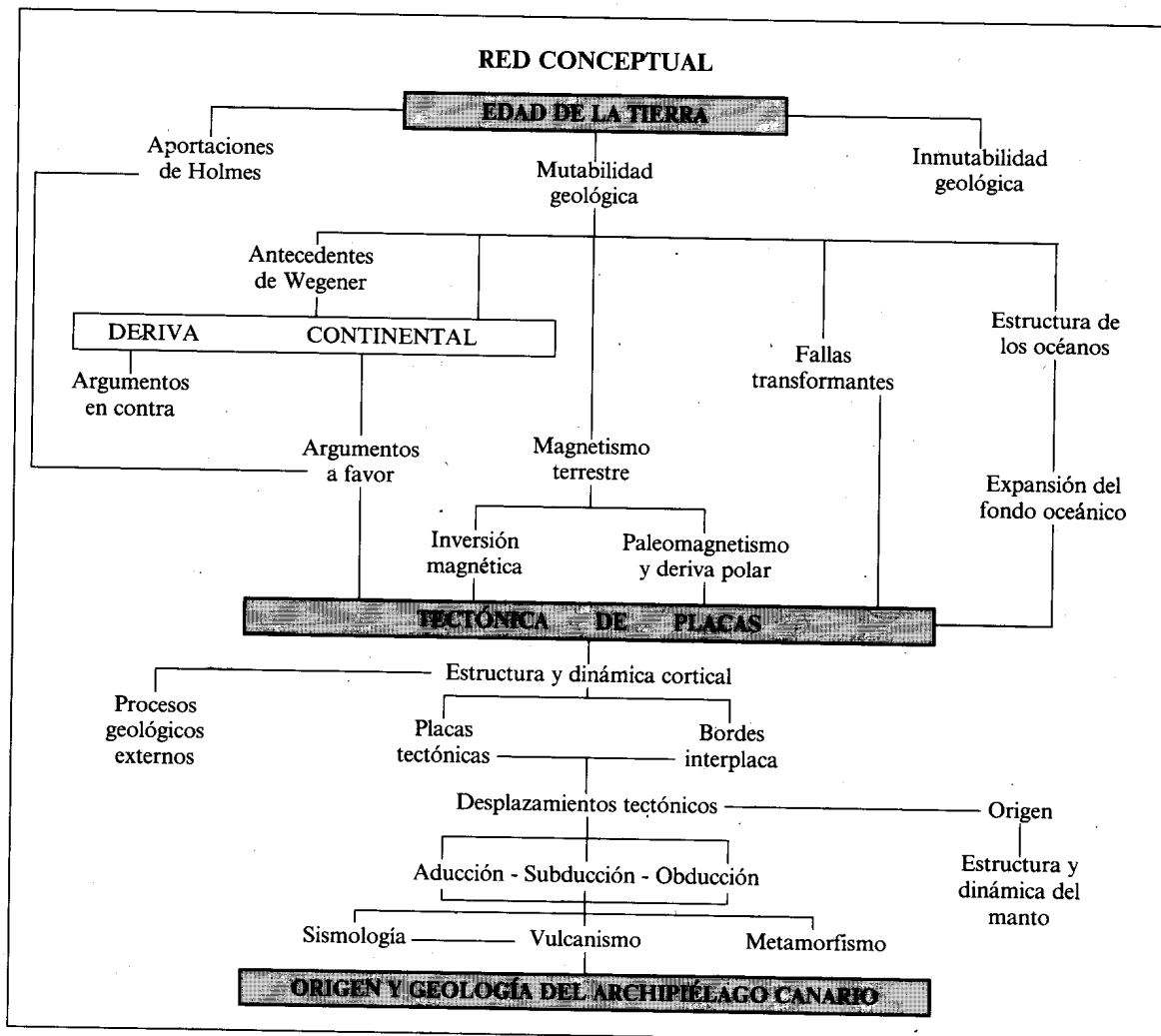
By means of the Age of the Earth, and considering the History of Science as a basic instrument, an Introduction to teaching-learning of Geology is realized.

INTRODUCCIÓN

Nuestro interés personal hacia la Historia de la Ciencia nos indujo a reflexionar sobre la necesidad de incorporar ésta, ya desde la Educación Secundaria, a su verdadero contexto: la enseñanza-aprendizaje de la propia ciencia.

Estas reflexiones, siempre dentro del Diseño Curricular Base (García Cruz, 1991), nos llevaron a la

concreción de una amplia unidad didáctica (García Cruz, 1992) que bajo el epígrafe «Tectónica de Placas» englobase la práctica totalidad de la Geodinámica Interna (véase red conceptual), y que incluso permitiese una concreción fácil de los Procesos Geológicos Externos (no explicitados en dicha red conceptual).



(1) I.B. Mencey Acaymo, Güímar, Tenerife.

Bajo una perspectiva histórica hemos intentado reconstruir racionalmente, de acuerdo con Lakatos (1971), la tectónica global, considerando para ello tres centros de interés:

1.º) *La edad de la Tierra*: como punto de partida e introducción a la Geología.

2.º) *Tectónica de placas*: como eje vertebrador y engarce de los otros dos.

3.º) *Origen y geología de las Islas Canarias*: como término de la unidad que nos acercase al estudio del entorno inmediato.

Siempre que ha sido posible se ha manejado material bibliográfico original, y, en su defecto, textos histórico-científicos de fácil y amena lectura, pensando siempre en el nivel de los alumnos a quienes van dirigidos.

En este trabajo recogemos nuestra experiencia sobre el desarrollo del primer centro de interés con alumnos de 3.º de Bachillerato Unificado Polivalente y Curso de Orientación Universitaria, preferentemente, así como algunos aspectos del mismo con alumnos de 1.º de B.U.P.

DESARROLLO DEL CENTRO DE INTERÉS «LA EDAD DE LA TIERRA»

La edad de la Tierra suele ser uno de los muchos conceptos que se suelen *dar por hechos* en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, cuando en realidad ha constituido durante siglos una de las controversias científicas más apasionantes en la que participaron no sólo geólogos y naturalistas sino también físicos, cuyas actuaciones en muchas ocasiones fueron tan dogmáticas en sus planteamientos como los de la Iglesia a la que se enfrentaban.

Usando esta controversia, y mediante el tratamiento en el aula de conceptos de iniciación generalmente interesantes para los alumnos como por ejemplo, entre otros, los de yacimientos arqueológicos o fósiles, especies extinguidas en el tiempo, o el concepto mismo de tiempo y edad, nos ha permitido realizar una introducción altamente motivadora a la Geología a través de la Historia de la Ciencia.

Objetivos:

Los objetivos propuestos figuran en la tabla I:

Contenidos:

Con los conceptos a desarrollar se ha pretendido dar un recorrido por la historia del pensamiento científico desde el siglo XVII hasta la actualidad, con una introducción a este centro de interés comentando los orígenes de la Tierra, y por lo tanto haciendo referencia a su antigüedad, según algunas cosmogonías clásicas, como la Biblia, el Popol-Vuh o el Enuma Elis. Los contenidos se resumen en la tabla II:

Tabla I

OBJETIVOS	
1.	Entender de qué forma avanza la Ciencia.
2.	Conocer cómo han ido cambiando las ideas científicas sobre la Tierra.
3.	Comprender y expresar mensajes científicos con rigor y claridad.
4.	Familiarizarse con el manejo de bibliografía especializada.
5.	Conocer que la Ciencia utiliza modelos de simulación.
6.	Adoptar aptitudes críticas ante la información recibida y contrastada.
7.	Crear un ambiente de trabajo donde se respeten las ideas contrarias.
8.	Valorar la importancia del trabajo cooperativo.
9.	Adquirir una metodología de trabajo que permita la autonomía en otros contextos.

Tabla II

CONTENIDOS	
A) CONCEPTUALES	
1.	Introducción: desde la edad antigua hasta el siglo XVII.
2.	Siglo XVII: Arzobispo Ussher.
3.	Siglo XVIII: Buffon y Hutton. Catastrofismo y Uniformitarismo.
4.	Siglo XIX: Escala de tiempo relativo. Lyell y Darwin. Phillips. Kelvin. Controversia en torno a Kelvin: Geikie y Croll. Darwin y Huxley. Tait. Reade. Houghton. King. Jolly. Fisher y Perry. Respuesta de Kelvin. Chamberlin.
5.	Siglo XX: Aplicaciones de la radiactividad. Escala de tiempo absoluto: Rutherford. Strutt y Boltwood. Holmes y Barrel.
6.	Conclusiones.
B) PROCEDIMENTALES	
1.	Utilización de fuentes de información distintas del libro de texto.
2.	Análisis de la biografía de diferentes científicos.
3.	Elaboración de murales, ficheros y pequeños informes.
4.	Emisión y contrastación de hipótesis.
5.	Simulación e interpretación de procesos y datos físicos.
C) ACTITUDINALES	
1.	Interés por conocer la Historia de las Ciencias.
2.	Comprender cómo avanza la Ciencia.
3.	Reconocer que la Ciencia es fruto de la actividad humana, plagada de errores y aciertos.
4.	Aceptación de la provisionalidad de las teorías científicas.
5.	Respeto hacia las ideas contrarias.
6.	Argumentación seria de las ideas científicas.
7.	Apreciación de la importancia del trabajo cooperativo.
8.	Valoración de la aplicación pacífica de la radiactividad.
9.	Cuidado de los materiales de uso común utilizados.

METODOLOGÍA, RECURSOS DIDÁCTICOS Y EVACUACIÓN

La Unidad didáctica se aplicó parcialmente durante el curso 1991-92 en 1.º y 3.º de B.U.P. (33 y 11 alumnos, respectivamente), y en el presente curso 1992-93, además de 1.º y 3.º, también se amplió a C.O.U. (33, 13 y 28 alumnos, respectivamente). Asimismo, durante los desdobles de prácticas se les pasó a varios grupos de 1.º (99 alumnos) el cuestionario de ideas previas sobre el primer centro de interés.

Hemos pretendido alejarnos, ya desde el principio y a lo largo de toda la Unidad Didáctica, del método tradicional. En este sentido, los alumnos, mediante un trabajo organizado, fueron construyendo sus conocimientos partiendo de sus ideas previas (Ausubel, 1968).

Con esta idea fundamental, se diseñan cinco actividades (ver Apéndice) para el primer centro de interés: una de *iniciación* (1.1, análisis de conceptos), dos de *construcción de conocimientos* (1.2 y 1.4), una de *aplicación* (1.3) y una de *evaluación* (1.5). Se trabajó a tres niveles: *individual*, *pequeño grupo* (3-4 alumnos) y *gran grupo* (toda la clase), con localización preferente en el *aula-biblioteca*, aunque recurriéndose también a veces al *domicilio*. Se estableció una temporalización inicial para el aula de 5 horas. Nuestra actuación fue la de mero orientador, haciendo una breve introducción al tema a trabajar, y resolviendo algunas dudas de planteamiento, pero nunca dando soluciones directas. Sólo se utilizó el método expositivo en los fundamentos de la desintegración radiactiva.

Como recursos didácticos se utilizaron las fuentes bibliográficas siguientes: Hallam (1983 y 1988), Thackray (1990) y Serie *Planeta Tierra*, Manual del Profesor, cap. 1. En la bibliografía se citan otras obras de interés para el profesorado. (El trabajo de simulación de Carrillo [1990] no pudo ser utilizado por habernos llegado tardíamente, pero lo consideramos bastante interesante).

El sistema de evaluación estuvo en total consonancia con la metodología utilizada, desechándose radicalmente el clásico examen de reproducción memorística. En este sentido, el cuestionario de evaluación propuesto se resolvió utilizando el material elaborado así como la bibliografía aportada. Asimismo, se valoraron todas y cada una de las actividades realizadas por los grupos de trabajo.

RESULTADOS

a) *Análisis de conceptos*

Antes de realizar la presentación del centro de interés, se pasó a los alumnos el cuestionario de la actividad 1.1 (ver Apéndice) a fin de considerar sus ideas previas en los tres niveles (1.º y 3.º de B.U.P., y C.O.U.). Primero se trabajó en pequeños grupos, y posteriormente se hizo una puesta en común.

En la cuestión n.º 1, la gran mayoría de los alumnos no poseían una idea exacta de la edad de la Tierra, dando cifras que iban desde cientos de miles de años a muchos miles de millones de años (m.a.), confundiéndola a veces con la edad del Universo. Sólo tres alumnos de C.O.U. (10,7 %) se aproximaron a la cifra de 4.600 m.a.

En la 2.ª cuestión, sobre cómo se ha podido determinar esa edad, prácticamente la mayoría de los alumnos de todos los niveles hacen referencia al C¹⁴, a los *fósiles* y a la *edad de las rocas y minerales*. Sin embargo, cuando se les plantea el conflicto de cómo se ha determinado la edad de los fósiles, rocas y minerales, casi todos recurren al C¹⁴. Incluso algunos alumnos en 1.º de B.U.P. aportan como fuentes de información los *documentos históricos antiguos*.

Como era de esperar, la tercera cuestión se la tomaron todos los alumnos a broma.

b) *Actividades de construcción de conocimientos y aplicación*

Se propusieron dos actividades a base de sendos murales que trataran la controversia sobre la edad de la Tierra (1.2) y la escala de tiempo geológico (1.4), esta última después de realizar la actividad 1.3. Estas actividades se fueron realizando sobre las lecturas propuestas (sólo para 3.º y C.O.U.) a través de pequeñas fichas. Entrañaron alguna dificultad, ya que la mayoría de los alumnos no estaban acostumbrados a este tipo de trabajo, y a veces la lectura resultó de difícil comprensión.

Después de explicar los fundamentos de la desintegración radiactiva, se realizó el juego de simulación (1.3), que resultó muy atractivo y de fácil comprensión en 3.º y C.O.U. (no se llevó a cabo con 1.º).

Las dudas se discutieron siempre al final mediante una puesta en común.

c) *Actividad de evaluación*

La evaluación se llevó a cabo en dos fases: valorando las actividades realizadas, y mediante el cuestionario 1.5.

Este cuestionario fue desarrollado individualmente, tanto en casa como en el aula, utilizando la misma metodología de trabajo, es decir, la bibliografía aportada, fichas y murales.

CONCLUSIONES

Resulta significativo no sólo el desconocimiento general que poseen los alumnos de cualquier nivel sobre la edad de la Tierra, sino también el que algo aparentemente tan simple como el que una cifra haya constituido una controversia durante siglos se salga fuera de sus esquemas. Esto viene a confirmar lo expresado anteriormente: seguimos enseñando una ciencia de *hechos consumados* y no de ideas en evolución permanente, es decir, ciencia estática *versus* ciencia dinámica.

Una dificultad con la que nos tropezamos fue el hecho de que los alumnos no estuvieran familiarizados con este tipo de enseñanza-aprendizaje; como mucho, se habían limitado a copiar textos para elaborar algunos trabajos, pero nunca de forma reflexiva ni con el fin último de la construcción de conocimientos. Por otro lado, y exceptuando algunos alumnos de C.O.U., tampoco estaban acostumbrados a la lectura de artículos originales. Esto redundó en que las cinco horas previstas inicialmente tuviesen que ampliarse a ocho. Se hace necesario, pues, el inducir a los alumnos a una lectura sistemática y comprensiva fuera de los libros de texto habituales, mediante cuestionarios preelaborados que conduzcan a la construcción de los conocimientos respectivos.

Finalmente, los alumnos, incluyendo los de 1.º de B.U.P., quedaron altamente motivados y expectantes para la recepción de los temas de Geología que siguieron, por lo que, en general, el resultado final tanto de 3.º de B.U.P. como de C.O.U. podemos decir que fue positivo, aunque como es lógico siempre existen alumnos que concretan más y desarrollan mejor las actividades encomendadas.

APÉNDICE

Se muestran aquí las actividades desarrolladas:

A) Actividad de iniciación

Actividad 1.1 (cuestionario):

- ¿Cuál crees que es la edad de la Tierra?
- ¿Cómo (por qué métodos) se ha podido llegar a determinarla?
- ¿Sabes lo que ocurrió el 25 de Octubre del 4004 a. de C. a las 9 a.m.?

B) Actividades de construcción de conocimientos:

Actividad 1.2:

Elaboración de un mural a través de la lectura y análisis de textos donde figuren los pensadores y científicos que han participado en la controversia de la edad de la Tierra, indicando las características socioculturales más sobresalientes de cada momento histórico.

Actividad 1.3:

Simulación práctica del proceso de desintegración radiactiva para deducir el concepto de vida media de un elemento.

Actividad 1.4:

Elaboración de un mural con la escala de tiempo geológico.

C) Actividad de evaluación

Actividad 1.5 (cuestionario):

- ¿A qué se llama Catastrofismo y Uniformitarismo? Cita los científicos más sobresalientes de cada corriente.

- ¿Cuáles fueron los primeros cálculos sobre la edad de la Tierra? ¿En qué se basaron?
- ¿En qué siglo empiezan a plantearse ideas contrarias a las sostenidas por la Iglesia? ¿A qué se debieron esos planteamientos?
- Analiza los aspectos socioculturales e históricos más importantes de dicho siglo.
- ¿En qué basaban Hutton y Lyell sus ideas sobre la edad de la Tierra?
- Analiza las aportaciones de Kelvin a esta controversia.
- ¿Hasta qué siglo no se pudo realizar una datación absoluta de la edad de la Tierra y por qué?
- ¿Cuáles fueron las aportaciones de Holmes y Barrel a este respecto?
- ¿En qué se basa la escala de tiempo absoluto?
- ¿Qué diferencias existen entre la escala absoluta y la relativa? ¿Son excluyentes o se complementan? ■

BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D.B. (1968): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas, México (trad. esp. 1978).
- Carrillo, L. (1990): Introducción al concepto de «tiempo» en Geología y Biología. *Investigación en la escuela*, 11, 93-94.
- García Cruz, C.M. (1991): La historia de la ciencia en la futura enseñanza secundaria. Reflexiones en torno al Diseño Curricular Base. *Agustín de Betancourt-IV Simposio sobre Enseñanza e Historia de la Ciencia, Puerto de la Cruz, Tenerife, 2-5 Abril* (Publicado en: *Enseñanza de las Ciencias* 10(1), 115-118 [1992]).
- García Cruz, C.M. (1992): «Tectónica de placas». Una propuesta didáctica desde la Historia de la Ciencia. *VI Congreso de la Asociación Canaria para la Enseñanza de las Ciencias «Viera y Clavijo»*. La Laguna, 21-26 Septiembre.
- Gould, S.J. (1987): *La flecha del tiempo*. Alianza Ed., Madrid (trad. esp. 1992).
- Hallam, A. (1983). *Grandes controversias geológicas*. Ed. Labor, Barcelona (trad. esp. 1985).
- Hallam, A. (1988): *La edad de la Tierra*. Mundo Científico 85, 1096-1102.
- Lakatos, I. (1971): *La historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*. Ed. Tecnos, Madrid, 2.ª ed. (trad. esp. 1982).
- Olivares, E. et al. (1981): *Didáctica de las ciencias naturales*. UNED, Programa de Formación del Profesorado, Madrid.
- Planeta Tierra*. Manual del Profesor (cap. 1). Material educativo IBM (1987).
- Thackray, J. (1980): *La edad de la Tierra*. Ed. Akal, Madrid (trad. esp. 1990). ■