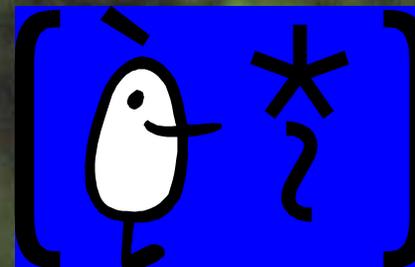






Luis E. Ochando



FACULTAD DE
QUÍMICA

**¿Dedicamos suficiente
“Tiempo” en nuestra
docencia a las
metodologías activas?**

Objetivos

- 1) Incitar, provocar, reflexionar sobre la siguiente cuestión: realmente, ¿estamos implementando en nuestras asignaturas este tipo de metodologías?
- 2) Contar, a modo de ejemplo, una experiencia concreta en la asignatura que imparto en primero de L. Química

Cuestión previa

...¿metodologías activas?...

En primer curso de L. Química-UVEG, en los grupos D y E (PIE), algunos profesores hemos intentado, de modo coordinado, introducir actividades para desarrollar aprendizaje cooperativo

Química
General

(Clases de
Teoría)

Aplicaciones
Informáticas
para la Química

(Clases de
Laboratorio)

Geoquímica y
Mineralogía

(Seminario
Monográfico)

Se pretende fomentar la adquisición de competencias de carácter social y, además, educar en valores y actitudes.

A modo de ejemplo

Asignatura = “Geoquímica y Mineralogía”

Obligatoria, Plan 2000, Lic. Química, 4.5 cr. ECTS

Tema 3 = “Geoquímica Isotópica”

- + Isótopos estables. Separación fraccionada
- + La Ley de la Radiactividad
- + El Tiempo en Geología: datación absoluta, radiactividad y geocronología.

Seminario Monográfico

- + “El tiempo en Geología y Ley de Radiactividad”
- + Mediante Técnicas de aprendizaje cooperativo
- + Actividad A 
- + Actividad B 

Actividad A : "Redactar" un artículo de divulgación científica relacionado con la "medición" del tiempo

- ✓ **Objetivos** : Realizar un breve trabajo de investigación cooperativo/colaborativo. Destacar la importancia del reparto de roles en un trabajo en que todos han de participar.
- ✓ **Organización/planteamiento** : Se organizan los estudiantes en cuatro subgrupos de 6 personas cada uno.
 - Se entrega una parte del material a cada miembro.
 - 1ª parte : Se reúnen los cuatro estudiantes que tienen idéntico material:
 - Lo comentan,
 - Relacionan con aspectos-conceptos vistos en clase de teoría o problemas
 - Redactan un esquema-resumen.
 - 2ª parte: Cada uno vuelve a su grupo original, "explica" su parte de trabajo al resto, y...

Datos : Se ha "recortado" un artículo real de divulgación científica en seis trozos. Deben colaborar para establecer el orden correcto

LAS FALSIFICACIONES

Además de las técnicas con elementos radiactivos, otros métodos de datación absoluta que utilizan los arqueólogos, aunque con menor frecuencia, son la **termoluminiscencia** y el **paleomagnetismo**. El primero mide la cantidad de partículas lumínicas que emite una sustancia cuando se la somete a una elevada temperatura.

En cuanto al paleomagnetismo, se basa en las variaciones que, a lo largo de la historia, ha experimentado el campo magnético terrestre. La ventaja de este método es que permite determinar la edad de niveles antiguos que no ofrecen la posibilidad de ser datados por otros medios. Uno de los ejemplos más significativos es el de los restos fósiles humanos hallados en el **yacimiento de Atapuerca**, en Burgos.

Las dataciones, de todos modos, no son siempre determinantes. Recientemente, por ejemplo, la datación inicial de otros fósiles hallados en Atapuerca, concreta-

mente en la Sima de los Huesos, ha sido puesta en duda a raíz de los resultados que ha dado el análisis de una estalagmita, que se encuentra justo por encima del nivel en el que fueron hallados. Por ello, y con frecuencia, los investigadores se ven obligados a **establecer correlaciones** entre varios datos, usar a fondo su intuición y utilizar varias pistas para llegar a establecer algunas conclusiones. Pero eso forma parte del propio proceso de investigación "detectivesca" que caracteriza a la arqueología. Como explica **José M. Ballester** en el libro "La mente prehistórica", la genética y el estudio de los restos fósiles humanos hallados en el yacimiento de Atapuerca, en Burgos.

UN CÓMPUTO HACIA ATRÁS

A pesar del componente de aventura que se asocia a las investigaciones arqueológicas, la mayor parte del trabajo que realizan los especialistas que trabajan en este ámbito es una **tarea metódica**, muy precisa y laboriosa, que sólo se da a conocer cuando se produce un descubrimiento fuera de lo común.

La idea de aventura se debe a que la base de la investigación en prehistoria es siempre el trabajo de campo y, por tanto, la búsqueda de yacimientos o la excavación. Pero la clasificación, selección y el estudio de las muestras sigue un protocolo muy riguroso. Dentro de ese proceso de investigación se incluyen las **técnicas de datación**, que permiten averiguar la fecha o el momento histórico al que pertenecen los restos arqueológicos hallados.

Existen muchas técnicas de datación, pero no todas se pueden aplicar o resultan útiles en todos los casos. Cada yacimiento tiene sus propias características y los métodos que se utilizan para datar los hallazgos deben adaptarse a ellos. Hay técnicas que sólo sirven para analizar materiales orgánicos y otras que sólo pueden aplicarse si en el terreno existen rocas volcánicas. Además, éstas también se escogen en función del momento o la **etapa de la prehistoria** en la que se está trabajando, pues no todas las técnicas ofrecen el mismo intervalo temporal de datación.

OTRAS TÉCNICAS RADIACTIVAS

Existen otras técnicas de datación que utilizan elementos radiactivos del carbono, como la del **plomo** o **las series del uranio**. La ventaja que presentan respecto los elementos químicos en los que se basan es que tienen una vida media mucho más larga, es decir, se desintegran de forma mucho más lenta, lo que permite datar muestras arqueológicas que sean anteriores a 50.000 años. Por ello, han sido los métodos elegidos para datar los **fósiles de homínidos** que se han hallado en África, cuyo estudio ha permitido despejar algunas claves del proceso evolutivo.

MÉTODOS DE DATACIÓN

A principios del siglo XX, antes de que aparecieran los sistemas de datación absoluta, los científicos dependían casi exclusivamente de los métodos relacionados con la historia. Se basaban en las conexiones arqueológicas con los calendarios y las cronologías que habían establecido nuestros antepasados. En Egipto, el Próximo Oriente y la antigua China, la historia se registraba en base a las listas de los reyes que se sucedían en las dinastías. En Mesopotamia y las ciudades mayas se utilizaban **calendarios**, que sorprendentemente han demostrado una extraordinaria precisión en sus cálculos.

No obstante, hasta mediados del siglo XX, para determinar los **restos arqueológicos** pertenecientes a épocas anteriores a esas sociedades civilizadas sólo podían hacerse dataciones relativas, que determinan si un acontecimiento o período fue anterior o posterior a otro. En este grupo se engloban la estratigrafía, las secuencias tipológicas y el análisis del contenido de fósil.

LA TÉCNICA DEL CARBONO 14

La técnica de datación que actualmente más se utiliza es la del **Carbono 14 (C14)**. Uno de los ejemplos más recientes de su aplicación en arqueología ha sido el caso del "Evangelio de Judas", un códice de papiro adquirido por la *National Geographic Society*, entidad que lo ha dado a conocer internacionalmente. Consta de 26 páginas y se cree que fue copiado al copto alrededor del año 300 a.C.

La aplicación del C14 a la arqueología fue posible gracias al descubrimiento de la **radioactividad** y a W. F. Libby, un químico nacido en Colorado. Libby participó en el proyecto Manhattan, que tenía como objetivo la creación de la bomba atómica. Una vez terminada la Segunda Guerra Mundial, fue profesor en la Universidad de Chicago y allí empezó a desarrollar las bases científicas de un nuevo método de datación, cuya eficiencia y resultados sólo a conocer en 1947. Su descubrimiento le hizo merecedor del **premio Nobel de Química** en el año 1960.

El carbono 14 es un elemento químico radiactivo que se forma en la atmósfera a partir del nitrógeno 14 por la influencia de los rayos del sol. Estos átomos radiactivos, que se encuentran mezclados con

LA TÉCNICA DEL CARBONO 14

La técnica de datación que actualmente más se utiliza es la del **Carbono 14 (C14)**. Uno de los ejemplos más recientes de su aplicación en arqueología ha sido el caso del "Evangelio de Judas", un códice de papiro adquirido por la *National Geographic Society*, entidad que lo ha dado a conocer internacionalmente. Consta de 26 páginas y se cree que fue copiado al copto alrededor del año 300 a.C.

La aplicación del C14 a la arqueología fue posible gracias al descubrimiento de la **radioactividad** y a W. F. Libby, un químico nacido en Colorado. Libby participó en el proyecto Manhattan, que tenía como objetivo la creación de la bomba atómica. Una vez terminada la Segunda Guerra Mundial, fue profesor en la Universidad de Chicago y allí empezó a desarrollar las bases científicas de un nuevo método de datación, cuya eficiencia y resultados sólo a conocer en 1947. Su descubrimiento le hizo merecedor del **premio Nobel de Química** en el año 1960.

El carbono 14 es un elemento químico radiactivo que se forma en la atmósfera a partir del nitrógeno 14 por la influencia de los rayos del sol. Estos átomos radiactivos, que se encuentran mezclados con

que se va degradando y se consume nuevo en nitrógeno 14. Análisis porción de C14 y N14 en materiales orgánicos de origen orgánico, saber cuánto tiempo hace que es vivo murió. Pero para hacer es esencial saber la velocidad de la descomposición de la media del carbono radiactivo años, lo que significa que transcurre este período de tiempo se reduce a la mitad; queda un 50% de la muestra original. Pero al ca 5.730 años (la vida media) y así sucesivamente hasta que

el margen de datación de esta técnica, por tanto, va de los 40.000 años atrás, por los restos arqueológicos más antiguos recurrir a otros métodos.

ESTUDIAR EL TERRENO

De todas las técnicas relativas, la **estratigrafía** es el método más sencillo; se trata de una sucesión de estratos o de capas de tierra superpuestas que se van formando paulatinamente con el paso del tiempo debido a la acción de los ríos, la lluvia y el viento. Establecer una cronología relativa mediante este sistema es fácil ya que, al menos aparentemente, los materiales arqueológicos que se encuentran en los niveles inferiores son más antiguos que los depositados en los niveles superiores. Siempre y cuando los niveles tengan una sucesión temporal correcta, ya que en ocasiones la estratigrafía puede verse alterada por movimientos de tierra o geológicos. Otro método de datación relativa, las **secuencias tipológicas**, consiste en ordenar los objetos encontrados en una excavación según las características que les son comunes.

Finalmente, está la técnica del **contenido en fósil de los huesos**. Cuando el esqueleto de un ser vivo queda enterrado y entra en contacto con la tierra y el agua se produce una reacción química que hace que poco a poco el fósil que ésta contiene reemplace al calcio. Por lo tanto, cuanto más antiguo sea éste, mayor cantidad de fósil tendrá. Aunque ha sido superado con el tiempo, en su momento resultó crucial, ya que hizo posible desenmascarar uno de los fraudes más conocidos en el estudio de la evolución humana: el del llamado "**Hombre de Piltdown**", que pretendía erigirse como el antepasado común entre los primates y el género humano, y al final resultó ser un montaje.

CALIBRAR LAS DATACIONES

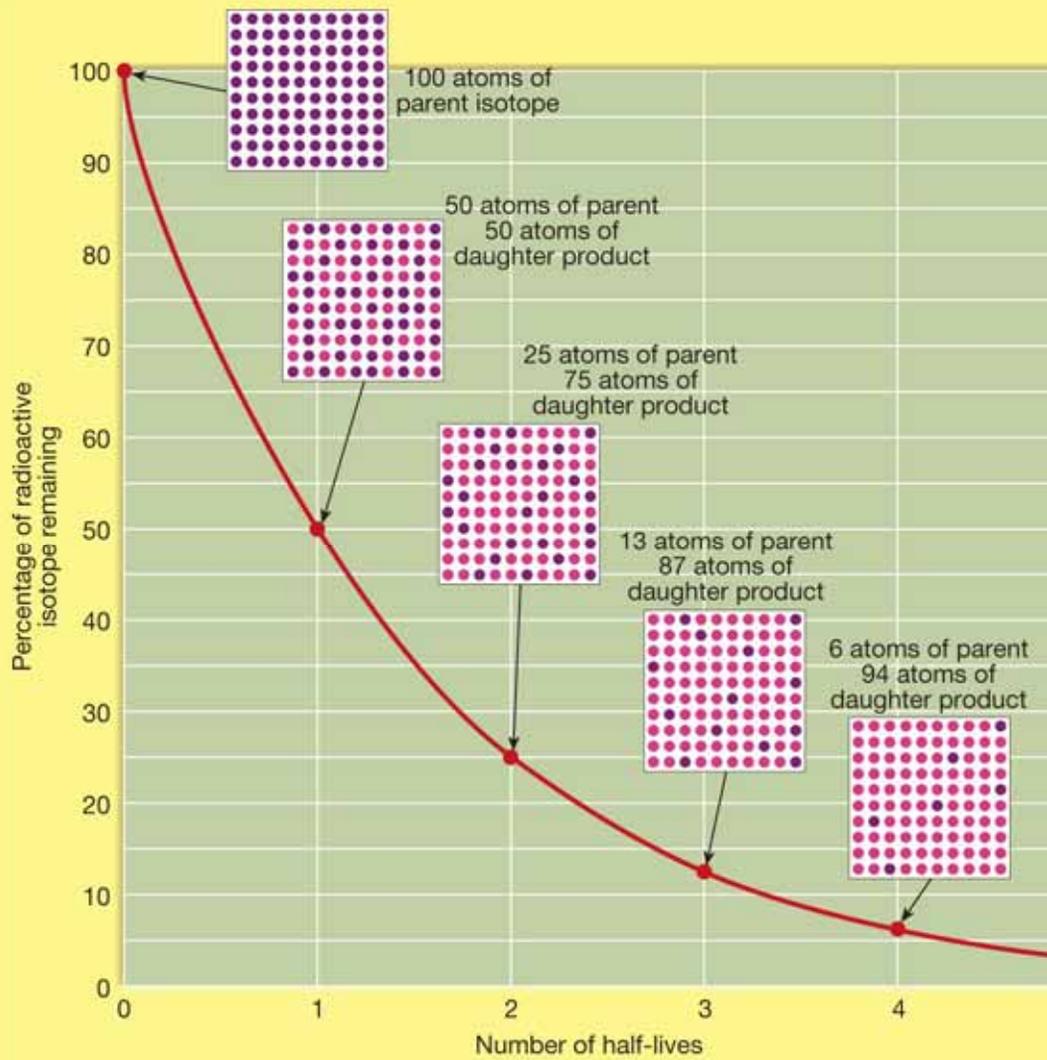
La dendrocronología tiene dos aplicaciones: establecer dataciones absolutas -si se sabe la edad de los árboles- o corregir las dataciones de radiocarbono. Esta última aplicación se denomina calibrar y es muy sencilla: al realizar la prueba del C14 sobre una muestra de una determinada capa o anillo del árbol de edad conocida, se puede averiguar el **margen de error o diferencia** entre la datación real y la que arroja la técnica del C14. A partir de esos datos, se han establecido unas curvas de calibración que alcanzan los últimos 11.390 años y permiten corregir las dataciones radiocarbónicas. Para las dataciones que se remontan más allá de esos 11.390 años, se utiliza una nueva curva de calibración que ya no se basa en la dendrocronología, sino que ha sido obtenida a partir de unos corales de las islas Barbados (Caribe), lo que ha permitido llegar hasta los 20.000 años.

- ✓ **Ejercicio que se plantea** : Discutir sobre la “investigación” que ha llevado a cabo cada miembro del equipo (cada parte del artículo que se ha repartido) y elaborar la siguiente información:
- 1) Esquema del trabajo de investigación.
 - 2) Resumen de los ítems más relevantes e impactantes.
 - 3) Establecer el correcto “hilo argumental”.
 - 4) Destacar tres palabras clave y su definición.
 - 5) Dar / incluir un título al artículo.
 - 6) Diseñar dos preguntas que se pudieran plantear a “otro” equipo de investigación.



Actividad B : Comprobar la Ley de la Radiactividad

- ✓ **Objetivo** : Generar un experimento que tiene lugar mediante un proceso exponencial.
- ✓ **Ejercicios que se plantean** :
 - 1) Representación gráfica de un proceso exponencial.
 - $N = N_0 \cdot e^{-\lambda T}$
 - 2) Cálculo de la “*constante de desintegración, λ* ” de unas partículas peculiares :
 - *caramelos lacasitos.*



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



Ejercicio 1 : Proceso exponencial

- ✓ **Objetivo** : Representar gráficamente un proceso exponencial.
- ✓ **Desarrollo del ejercicio** :
 - Tomar 100 caramelos “Lacasitos” como isótopos padre. Dejarlos caer aleatoriamente después de agitar ligeramente en un recipiente.
 - Anotamos como isótopos hijo los que han caído con las letras visibles (se supone que esos ya se han desintegrado). Repetir el proceso hasta que se hayan “*desintegrado*” todos.
 - Tomad como $T_{1/2} = 3$ minutos (tiempo entre tirada y tirada aprox.).
 - Construir una gráfica similar a la dada para el caso real de desintegración de un isótopo radiactivo.



Ejercicio 2 : Cálculo de “ λ ”

- ✓ **Objetivo** : Calcular la constante de desintegración “ λ ” del proceso medido anteriormente.
- ✓ **Hipótesis** :
 - Suponer que ningún “lacasito” se desintegra durante el experimento en la boca de ninguno de los científicos.
 - El tiempo T transcurrido entre “tirada” y “tirada” de los caramelos será de 3 minutos, aprox.
- ✓ **Desarrollo del ejercicio** :
 - Para cada “tirada” anotar el número de *lacasitos padre* y *lacasitos hijo* (N_0 y N).
 - Aplicar la Ley de la Radiactividad a cada uno de los ensayos anotados en la gráfica obtenida en el ejercicio 1.
 - Calcular el valor de la “ λ ” (en segundos⁻¹) para cada medida experimental y sacar un valor medio.



A modo de conclusión

Me daría por satisfecho si la pregunta con que comencé la primera diapositiva, la finalizasen con alguna como estas:

... o solo “pasamos el tiempo” con nuestros alumnos?

... o nos “desintegraremos” si dedicamos mucho “tiempo” a ello?

Y que ello, les hiciese realmente reflexionar

