

## REPORTE

# Decaimiento exponencial

Pablo Alvarado\*

Centro de investigación y estudios avanzados, Unidad Monterrey  
Email: pablo.alvarado@cinvestav.mx

## Introducción

Una variable decae exponencialmente si disminuye a una tasa proporcional a su propio valor. Si una cantidad  $N$  de esta variable disminuye a una velocidad proporcional a la cantidad presente en el tiempo  $t$ , ésta puede ser escrita como:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Donde  $N_0$  es el valor de  $N$  en el tiempo 0 y  $k$  es la tasa de decaimiento exponencial. Esta expresión nos dice que el valor de  $N$  disminuye a medida que  $t$  aumenta descenso muy rápido de una variable (1).

El decaimiento exponencial tiene muchas utilidades, como poder estimar las fechas de muerte de algún material orgánico debido a la degradación de carbono 14. El carbono es un elemento que en su forma estable es carbono 12 mientras que el carbono 14 es un isótopo radiactivo que decae con el tiempo para formar carbono 12 y otras partículas (2). Naturalmente el carbono se encuentra en todos los organismos vivos y se repone constantemente en los tejidos por medio de la alimentación o la respiración. Durante toda su vida, los organismos tienen aproximadamente la misma relación de carbono 12 a carbono 14 en sus tejidos. Cuando un organismo muere, deja de incorporar carbono en sus tejidos y la desintegración del carbono 14 y carbono 12 cambia. Esa relación se puede estimar en el material muerto y compararla con la relación que existía en el momento en el que el organismo estaba vivo y así

estimar la fecha de su muerte. La datación por carbono radioactivo se puede utilizar en muestras de fibras, hueso, tela, madera y plantas. La vida media de un isótopo radiactivo describe la cantidad de tiempo que tarda en decaer la mitad del isótopo en una muestra. En el caso del carbono 14, la vida media es 5,730 años, lo cual implica que no es útil para fechar eventos muy recientes ni tampoco aquellos de más de 50,000 años atrás. La tasa de decaimiento del carbono 14 es  $-0.693/\text{año}$ .

La utilización del carbono 14, es solo un ejemplo de datación radioactiva, ya que existen otros métodos que se puede utilizar, como el uranio-plomo, potasio-argón, rubidio-estroncio, entre otros (3). Las nuevas tecnologías nos permiten tener una mejor precisión en la datación radioactiva, cuantificando elementos que antes nos era imposible cuantificar o algunos que no se sabía de su existencia. En este reporte analizaremos una nueva molécula que tiene un probable uso en la datación radiactiva, el Starktato, un elemento radioactivo presente en las muestras de material orgánico antiguo que se degrada en estroncio, estudios previos demostraron que la vida media de este elemento es de 8013 años.

## **Metodología y Resultados**

El objetivo del reporte es probar si el elemento Starktato 15 puede ser utilizado para datación radioactiva. Para esto se conoce que la vida media es de 8013 años, con esto podemos conocer la tasa de decaimiento ( $\lambda$ ) con la fórmula:

$$\lambda = \frac{1}{t}$$

Despejando los valores tenemos que

$$\lambda = \frac{1}{8013}$$

Con esto determinamos que la tasa de decaimiento es de  $1.247 \cdot 10^{-4}$  por cada año

Teniendo la velocidad en la que el elemento decae, se analizó la relación del Starktato (N) con Estroncio ( $N_0$ ), ya que el Starktato decae en estroncio. Se obtuvieron 3 mediciones por duplicado, con las cuales se determinó un intervalo de confianza para medir la precisión con la que miden los años transcurridos, el tiempo transcurrido se determinó con la fórmula de decaimiento exponencial:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Sustituyendo t nos queda:

$$t = \frac{\ln \frac{N}{N_0}}{-\lambda}$$

Después de obtener el tiempo, se obtuvo la diferencia en las mediciones. Los resultados se observan en la tabla 1.

$N(t)/N_0$	Tiempo (Años)	Diferencia
0.286 – 0.287	10038- 10010	28 años
0.081- 0.082	20154- 20056	98 años
0.001-0.002	55395- 49836	5559 años

## Conclusión

Con los resultados obtenidos, se puede observar que el Starktato tiene una precisión buena en muestras de entre diez mil años, sin embargo, al igual que el carbono 14, se observa que la precisión disminuye cuando las muestras exceden los cincuenta mil años, por lo que no sería el método adecuado para muestras que excedan este tiempo.

A pesar de los resultados, son necesarios más estudios para ver si se puede mejorar la precisión de este elemento al analizar muestras de mayor antigüedad.

## **Bibliografía**

1. Weisstein, E. Decaimiento Exponencial. MathWorld –Disponible en <https://mathworld.wolfram.com/>. Consultado el 4 de octubre de 2022.
2. Plastino W, Kaihola L, Bartolomei P, Bella F. Cosmic Background Reduction in the Radiocarbon Measurements by Liquid Scintillation Spectrometry at the Underground Laboratory of Gran Sasso. Radiocarbon. 2016/07/18. 2001;43(2A):157–61. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/article/cosmic-background-reduction-in-the-radiocarbon-measurements-by-liquid-scintillation-spectrometry-at-the-underground-laboratory-of-gran-sasso/316EFC422B2BB8DF00BF86E253021B8C>
3. Kistler, Ronald W., Peterman, Zell E. (1973) Variations in Sr, Rb, K, Na, and Initial Sr87/Sr86 in Mesozoic Granitic Rocks and Intruded Wall Rocks in Central California. Geological Society of America Bulletin, 84 (11). 3489pp. doi:10.1130/0016-7606