



”Carbono 14”



Carbono 14

- ¿Conocías las momias Chinchorro?
- ¿En qué lugar se ubicaba esta cultura?
- ¿Cómo se puede estimar la antigüedad de una momia?
- ¿Qué es la datación de Carbono 14?



Carbono 14

- Las momias Chinchorro son las más antiguas que se han descubierto hasta hoy.
- La cultura Chinchorro y gran parte de sus asentamientos y vestigios están en el norte del país.
- La antigüedad de una momia o de cualquier ser vivo puede ser estimada a partir de la cantidad de átomos de Carbono 14.



Carbono 14

- El Carbono 14 se absorbe en los organismos durante su vida y, al morir, la cantidad de átomos de C-14 en una muestra orgánica empieza a disminuir.
- Supondremos que la concentración de C-14 en el ambiente ha sido constante en los últimos 50.000 años y que los seres vivos mantienen la misma proporción de C-14 en sus tejidos.

Carbono 14

- El C-14 tiene un **período de semidesintegración** de 5.730 años, lo que significa que después de este tiempo, en el organismo quedará la mitad de los átomos de C-14 que estaban presentes al momento de su muerte.
- La datación por C-14 es precisa para objetos que tienen menos de 50.000 años. Después de ese período, la cantidad residual de C-14 en los organismos es tan pequeña que se vuelve difícil de medir con precisión.

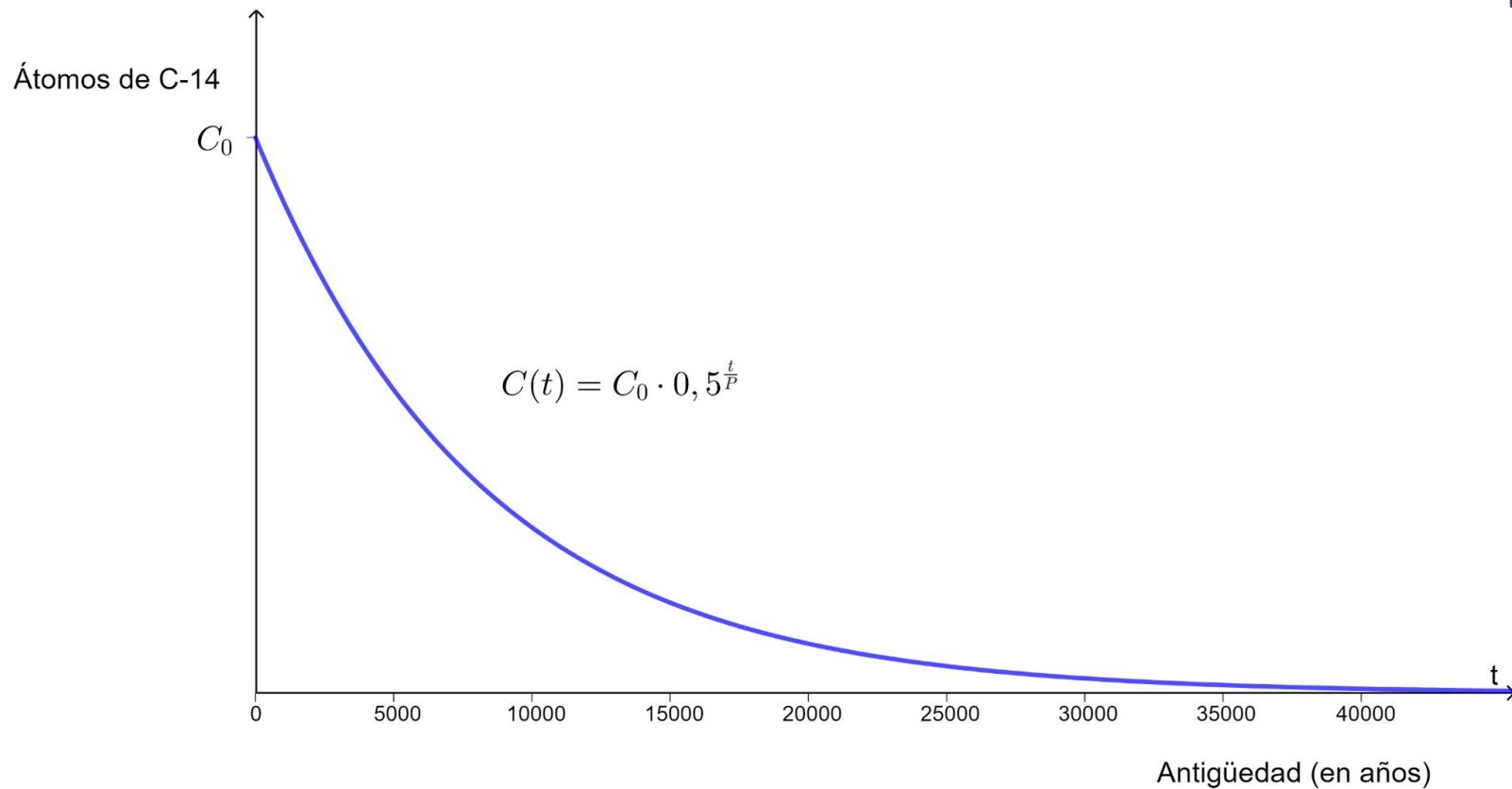
Carbono 14

La relación entre la cantidad de átomos de C-14 ($C(t)$) y los años de antigüedad (t) de un organismo se puede modelar mediante la expresión:

$$C(t) = C_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{P}}$$

- La constante C_0 corresponde a la cantidad de átomos de C-14 que tiene un organismo al momento de su muerte.
- La constante P corresponde al período de semidesintegración del C-14, que se estima en 5.730 años.

Carbono 14



Carbono 14

$$C(t) = C_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{P}}$$

- ¿Qué interpretación tiene el valor de $C(0)$?
- ¿Cuál de las siguientes expresiones corresponde a $C(P)$?

a) C_0

b) $\frac{C_0}{2}$

c) 5.730

d) $\frac{5.730}{2}$

Carbono 14

- ¿Qué interpretación tiene el valor de $C(0)$?

$$C(0) = C_0$$

Cantidad inicial de átomos de C-14 de una muestra de un organismo al momento de su muerte.

- ¿Cuál de las siguientes expresiones corresponde a $C(P)$?

b) $\frac{C_0}{2}$

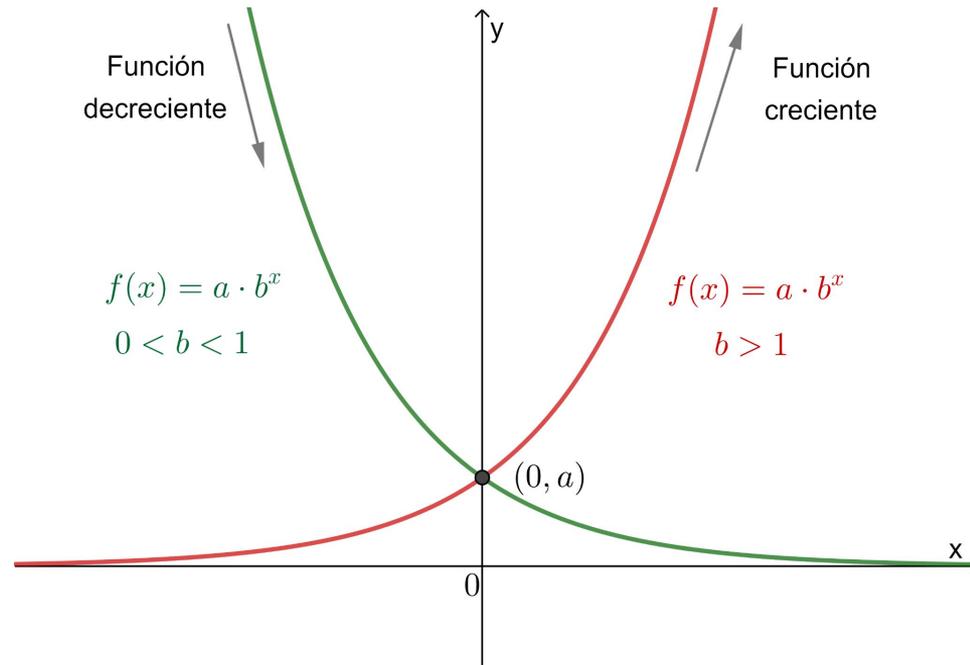
$$\begin{aligned} C(P) &= C_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{P}} \\ &= C_0 \cdot 0,5^1 \\ &= C_0 \cdot 0,5 \\ &= \frac{C_0}{2} \end{aligned}$$

Actividad 1

1. Considera la función $C(t) = C_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{P}}$ para responder las siguientes preguntas:
 - a) ¿A qué tipo de función corresponde este modelo? (cuadrática, exponencial, logarítmica).
 - b) ¿Es una función creciente o decreciente? Justifica.

Carbono 14

Las funciones exponenciales son aquellas que pueden ser representadas de la forma $f(x) = a \cdot b^x$, donde $b > 0$ y $b \neq 1$. El número b se conoce como base.



Carbono 14

Al reescribir la expresión $C(t) = C_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{P}}$ en la forma:

$$C(t) = C_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{P}} = C_0 \cdot 0,5^{\frac{1}{P} \cdot t} = C_0 \cdot [0,5^{\frac{1}{P}}]^t$$

vemos que $C(t)$ es una función exponencial con $b = 0,5^{\frac{1}{P}}$

Dado que $0 < b < 1$, la función exponencial $C(t)$ es decreciente.

Actividad 1

2. La siguiente tabla muestra la variación de la cantidad de C-14 en una muestra orgánica:

Cantidad de átomos de C-14	Tiempo desde la muerte (en años)
40.000	0
20.000	5.730
	11.460
5.000	

- a) ¿Cuál es el valor de la constante C_0 ?

Actividad 1

Cantidad de átomos de C-14	Tiempo desde la muerte (en años)
40.000	0
20.000	5.730
	11.460
5.000	

b) Completa los datos faltantes en la tabla, recordando que el **período de semidesintegración** indica que cada 5.730 años, la cantidad de átomos de C-14 se reduce a la mitad.

c) ¿Cuántos años demora el C-14 en reducirse de 8.000 a 4.000 átomos?

Actividad 1

a) La constante C_0 es igual a 40.000, ya que corresponde a la cantidad de átomos de C-14 que hay en los restos orgánicos al momento de la muerte.

b)

Cantidad de átomos de C-14	Tiempo desde la muerte (en años)
40.000	0
20.000	5.730
10.000	11.460
5.000	17.190

c) De 8.000 a 4.000 átomos, el C-14 se reduce a la mitad, lo que corresponde a un período de semidesintegración, que es de 5.730 años.

Carbono 14

Recordemos que nuestro objetivo es responder la pregunta:

¿Cómo podemos determinar la antigüedad de las momias Chinchorro?

Para ello, es necesario considerar lo siguiente:

- Hemos supuesto que la concentración de C-14 de un organismo vivo se ha mantenido constante en los últimos 50.000 años.
- Eso hace que la cantidad inicial de C-14 en una muestra de una momia Chinchorro sea conocida.
- Para la muestra de la momia que estamos estudiando la cantidad inicial de C-14 se estima en $C_0 = 40.000$ átomos.
- Es posible medir la cantidad actual C_a de átomos de C-14 en dicha muestra, que se estima que $C_a = 17.000$ átomos.

Carbono 14

¿Cómo podemos determinar la antigüedad t de la momia, a partir de la expresión $C(t)$?

$$C(t) = C_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{P}}$$

Al reemplazar por los valores de C_0 y $C(t) = C_a$ entregados anteriormente se tiene:

$$17.000 = 40.000 \cdot 0,5^{\frac{t}{5.730}}$$

Carbono 14

Dividimos a ambos lados de la expresión por 40.000:

$$\frac{17.000}{40.000} = 0,5^{\frac{t}{5.730}}$$

Considerando la definición de logaritmo $\log_b(x) = y \leftrightarrow b^y = x$ es posible escribir lo anterior como:

$$\log_{0,5} \left(\frac{17.000}{40.000} \right) = \frac{t}{5.730}$$

Multiplicando ambos lados de la igualdad por 5.730 se obtiene:

$$5.730 \cdot \log_{0,5} \left(\frac{17.000}{40.000} \right) = t$$

Carbono 14

$$5.730 \cdot \log_{0,5} \left(\frac{17.000}{40.000} \right) = t$$

Usando el siguiente recurso GeoGebra ([link](#)) para calcular el valor de la expresión se tiene que:

$$t = 7.073 \text{ años}$$

Actividad 2

Mediante estimaciones y mediciones en muestras orgánicas, se ha determinado la cantidad inicial de átomos de C-14 (C_0) y la cantidad actual de átomos de C-14 (C_a) para otros tres tipos de momias de la cultura Chinchorro: la momia Roja, la momia con vendaje y la momia con pátina de barro.

1. Usando el recurso de GeoGebra, completa los valores faltantes en la siguiente tabla:

Tipo de momia			Antigüedad estimada (en años)
Roja	30.000	22.000	
Con vendaje	40.000	25.000	
Con pátina de barro	35.000	24.000	

Actividad 2

Tipo de momia			Antigüedad estimada (en años)
Roja	30.000	22.000	2.564
Con vendaje	40.000	25.000	3.885
Con pátina de barro	35.000	24.000	3.119

Conclusiones

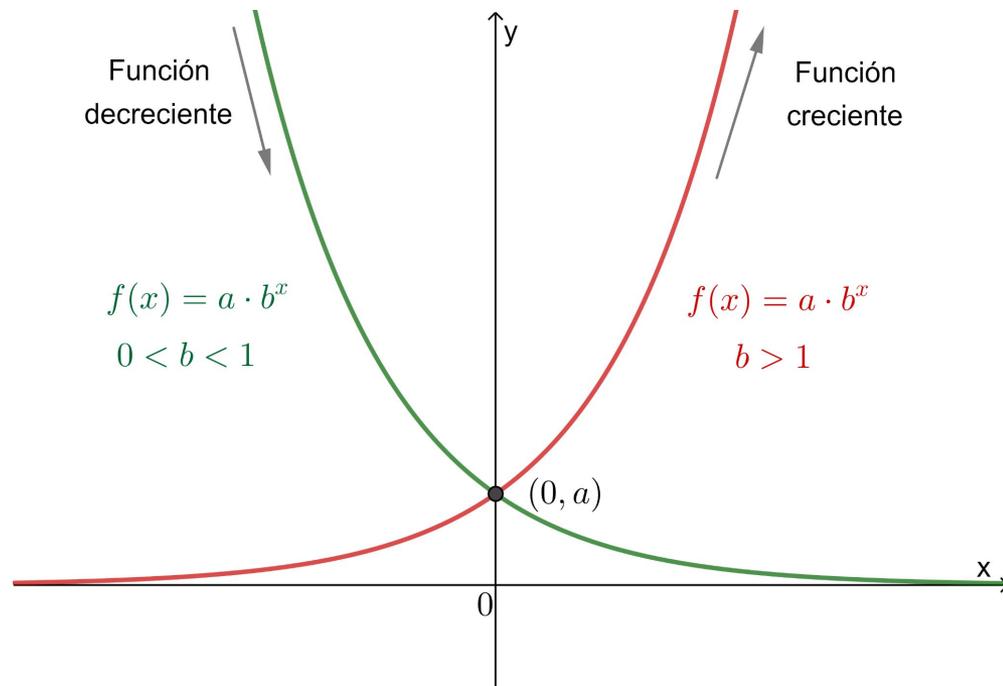
- Las funciones exponenciales permiten modelar fenómenos del mundo real que involucran crecimiento o decrecimiento, tales como crecimiento poblacional, desintegración radioactiva, concentración de medicamento, interés compuesto, entre otras muchas situaciones.
- Las funciones exponenciales son aquellas que pueden ser representadas de la forma:

$$f(x) = a \cdot b^x$$

donde $b > 0$ y $b \neq 1$. El número b se conoce como base.

Conclusiones

- La constante a corresponde al valor donde el gráfico de la función intercepta al eje y , mientras que el valor de la base b determina si la función es creciente o decreciente.
- Si $0 < b < 1$, la función exponencial decrece a medida que x se incrementa. Por otro lado, si $b > 1$, la función exponencial crece a medida que x se incrementa.



Conclusiones

- Es posible determinar la antigüedad de la momia, a partir de la expresión:

$$C(t) = C_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{P}}$$

cuando despejamos t y lo expresamos en función de la cantidad inicial C_0 y actual C_a de átomos de C-14.

- Dado que la expresión $C(t)$ es un modelo exponencial, para despejar el valor de t es necesario usar la definición de logaritmo.



“Carbono 14”

