



LA ENSEÑANZA DEL DECAIMIENTO RADIOACTIVO A PARTIR DE APROXIMACIONES ANALÓGICAS. THE TEACHING OF RADIOACTIVE DECAY BY ANALOG APPROACHES.

Diego pacheco sáenz¹
Aníbal avendaño cubillos.²

Resumen:

La motivación del presente trabajo es validar la importancia del estudio de la radiactividad en la enseñanza de la física. Los fenómenos físicos que se manifiestan a nivel atómico no son tangibles y de fácil demostración, pero esto de ninguna forma debe desvirtuar nuestra labor como docentes. Nuestro trabajo es encaminar el conocimiento en pro del aprendizaje del alumno y esto se consigue construyendo modelos que nos relacionen teorías y nos lleven a aproximaciones de modelos complejos. La expresión sobre decaimiento radiactivo tiene formas análogas que explican otros fenómenos, entre la que podemos mencionar: la caída de agua como fluido real de un tanque. Esta analogía nos permite contrastar un suceso de la dinámica de fluidos con el decaimiento, por esta razón nuestra propuesta didáctica se encamina en explicar el decaimiento radiactivo a partir de la construcción de un montaje donde se presente una serie radiactiva, la cual esta constituida por agua que desemboca de una serie de recipientes con orificios en sus bases. Cada nuevo recipiente donde se deposite el agua es un nuevo elemento radiactivo, distinguido con un color llamativo característico que toma cuando se vierte el agua.

Palabras clave: aproximación analógica, desintegración radiactiva, caída de agua en depósitos en serie, exponencial decreciente, prototipo.

Abstract

The motivation of this work is to validate the importance of the study of radioactivity in the teaching of physics. The physical phenomena that occur at the atomic level are not tangible and easy to show, but this in no way should detract from our work as teachers. Our job is to route the knowledge for student learning and this is achieved by building models that relate theories and lead us to approximations of complex models. The expression on radioactive decay have similar forms that explain other phenomena, which include: the fall of real water flowing from a tank. This analogy allows us to compare an event of fluid dynamics with decay, which is why our didactic proposal is aimed at explaining the radioactive decay from an assembly building where the filing of a radioactive series, which is made up of water which leads to a series of containers with holes in their bases. Each new vessel where water is deposited is a new radioactive element, distinguished by a striking color characteristic taken when water is poured.

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas, new.dio@hotmail.com

² Universidad Distrital Francisco José de Caldas



Keywords: analog approach, radioactive decay, decline of water in tanks in series, exponential decay, prototype.

Introducción: las analogías en la enseñanza de la física.

Una de las formas de construir un aprendizaje significativo en el alumno es a través del estudio de un proceso donde se dé validez a nuevas ideas a partir de concepciones conocidas. El razonamiento a través de la analogía es el medio para conseguir tal relación. Una analogía es el resultado de identificar similitudes entre dos conceptos. En este proceso hay una transferencia de ideas desde el concepto familiar llamado análogo, al concepto desconocido, llamado tópico (glynn, law y doster, 1998). Si usamos una comparación entre fenómenos o conceptos estamos haciendo uso de analogías físicas. (Fernández, González, Moreno, 2003).

Ya que no hay una analogía que se use en los libros de texto o como propuesta de aula para enseñar temas de física moderna como la radiactividad a nivel de secundaria, por esto comenzamos a validar por qué se debe enseñar temas no convencionales como la radiactividad. La radiactividad descubierta por marie curie es la propiedad que poseen elementos inestables de emitir radiaciones espontáneamente al desintegrarse. Respecto a que hace que ciertos elementos sean radiactivos y otros no, debemos tener presente que este decaimiento solo sucede cuando hay un exceso de masa-energía en el núcleo, cuya emisión le ayuda a lograr una mayor estabilidad. Fue rutherford junto con frederick soddy descubrieron que los materiales radioactivos al emitir radiación se transforman en otros materiales, que puede ser del mismo elemento u otro formando una serie radiactiva.

La ley de decaimiento radioactivo nos permite analizar que tan rápido se presenta la desintegración, proceso que puede ser rápido donde el núclido original dura poco o lento en el que toma millones de años. El decaimiento es de tipo exponencial y esta dado por:

$$N(T) = N(0)e^{-\lambda t}$$

Donde el número original de nucleído de una determinada serie, $n(0)$ se reduce a la mitad cada vez que transcurre un intervalo de tiempo t llamado tiempo de vida media y donde hace referencia a la probabilidad de desintegración. (Bulbulian, 2001.)

Aproximaciones analógicas

Cuando cocinamos podemos pensar en la dinámica al interior de átomo. Si colocamos palomitas de maíz a calentar, los granos individuales tienen la misma temperatura al calentarse en aceite, pero cada uno revienta a diferentes tiempos. Si hacemos una lista del número de palomitas presentes en diferentes lapsos de tiempo, al principio en nuestro experimento en un tiempo cero, tenemos por ejemplo 100 granos de maíz, luego de algunos minutos tendremos 10 palomitas y 90 granos, luego 30 palomitas y 70 granos y así sucesivamente. Si graficáramos el número de granos que hay en cada momento



obtendremos una cantidad que está decayendo a una tasa proporcional a lo que aún queda por caer, es decir graficamos una exponencial decreciente.

Entre el movimiento de un fluido en depósitos abiertos conectados en serie y las series radiactivas:

Nuestra propuesta está encaminada a explicar el decaimiento radiactivo a partir de una puesta en práctica de un prototipo donde el agua se derrama de una serie de recipientes puestos en serie a diferentes alturas con orificios en sus bases. Cada nuevo recipiente a donde se deposite el agua es un nuevo elemento radiactivo, distinguido con un color característico constante que toma cuando se deposita el agua, allí podemos decir que el elemento de la serie radiactiva se ha desintegrado. En este caso el análogo de la constante de decaimiento lo constituye el diámetro del orificio, puesto que entre más grande sea este más rápido se vacía el recipiente alcanzando el equilibrio si cada orificio va siéndose más pequeño en diámetro de arriba hacia abajo. Desde el punto de la mecánica de fluidos la altura de vaciado en función del tiempo es una exponencial decreciente que depende del diámetro del orificio de salida y cuya expresión está dada por:

$$H = h_0 e^{-ct}$$

donde (h) es la altura inicial del fluido sin ser vaciado y c es una constante. (white, 2008.)

Que podemos conseguir jugando con cien dados:

Una forma lúdica de explicar la función exponencial decreciente es usando dados, por ejemplo 100. Antes de empezar a divertirnos con los dados lo que hacemos es escoger un número del 1, 2, 3, 4, 5, 6. Por ejemplo se escogemos el 6. En tiempo (0) donde no hemos lanzado ningún dado tenemos 100 dados. El primer lanzamiento lo señalamos $t=1$, se lanzan todos los dados y todos los que muestren la cara 6 serán retirados. Por ejemplo 15 dados muestran esta cara procediendo a ser retirados quedando 85 para jugar. Nuestra toma de datos estará entonces determinada que para un tiempo $t=1$ nos quedaron 85 dados. Para un tiempo $t=2$ los dados que mostraron la cara resultaron ser 12 por lo tanto se retiran quedando ahora solo 73 dados. De esta manera obtenemos parejas de datos de tiempo en que se efectúa el lanzamiento y dados que irán quedando al ser sacados los dados que tiene cara 6. Aquí el número de dados que va quedando es análogo al número de átomos que no se han desintegrado en función del tiempo.

El uso de esta analogía en la enseñanza de la física.

Existe una analogía formal entre las leyes que rigen la desintegración radiactiva y la caída de agua en un recipiente. Tanto el agua que sale del recipiente por el orificio y los átomos en el núcleo están cambiando a medida que transcurre el tiempo. En la tabla (1) se han resumido la analogía formal y estructural de las ecuaciones, además de consideraciones que rigen estos dos fenómenos.



Caída de un flujo de agua en un depósito. (análogo)	Decaimiento radiactivo. (tópico).
altura para un t=0	radionúclidos para un t=0
Estructura matemática: ecuación para un flujo real en un depósito. $N(T) = N(0)e^{-\lambda t}$	Estructura matemática: ley de decaimiento radiactivo. $H(T) = h_0 e^{-ct}$
En la práctica: diámetro de los orificios.	Constante de desintegración radiactiva
<i>Constante c:</i> -proporcional a la densidad del fluido, gravedad, altura inicial y diámetro del tubo de salida. -inversamente proporcional al diámetro del depósito la viscosidad y la longitud del tubo de salida	<i>Constante :</i> - proporcional al número de desintegraciones por segundo - inversamente proporcional al número de átomos radiactivos.
Tiempo de vida media: = 1/c Tiempo promedio del agua al vaciarse por el depósito.	Tiempo de vida media: = 1/ Tiempo promedio de vida de un átomo radiactivo antes de desintegrarse.

Tabla 1. Correspondencias entre el análogo y el tópico.

Cabe destacar que esta analogía implementada por medio del prototipo es una aproximación ya que la ecuación que explica cómo se desintegran los átomos, se hace por medio de una ley mientras la caída del agua en el depósito es analizada de los resultados de una ecuación que se deduce luego de usar la ley poiseuille y que es aplicada a una configuración en particular donde el flujo se desplaza por un depósito y luego escapa por un tubo de salida. De esta manera llamamos análogo al movimiento del agua en el depósito no porque los alumnos entiendan su descripción física sino porque de la observación de la experiencia se pueden dar deducciones de cómo es el fenómeno.

nuestro objetivo es llegar al estudiante planteándole una situación problema basándonos en la muestra del prototipo y el diseño de la actividad con los 100 dados, de esta manera el alumno establecerá sus propias analogías y además podrá construir y analizar una función exponencial decreciente. Los alumnos plantean de sus observaciones sus consideraciones y las variables a tener en cuenta, incluso se pueden realizar mediciones experimentales entre cambio de altura de la posición del agua y el tiempo de vaciado. De acuerdo al estudio de la tasa de transferencia de fluido del primer depósito al segundo su trazado en la grafica es muy cercano a la representación matemática de desintegración radiactiva de elementos inestables, como una función exponencial decreciente. En los subsiguientes vaciados de depósitos la tasa de transferencia de fluido no es fiel en la descripción de una cadena de serie de desintegración, en realidad en estos casos lo que se representa es uno de los distintos tipos de equilibrio radiactivo resultante en procesos de desintegración.



Perspectivas del modelo.

Este modelo como se menciona no ha sido abordado con atención en la enseñanza de la física pero esto como maestros no conlleva a que no lo podamos implementar ya que el modelo tiene un marco de validación teórica desde la física y además representa un diseño de innovación en el aula. Hemos elegido desarrollar una física explicativa que proporcione a los alumnos un modelo con el que se puedan analizar las experiencias presentadas partiendo de una situación en la que los alumnos no conocen como se comportan los dos sistemas y con el cual a medida que desarrollemos la actividad aclaremos dudas del comportamiento atómico y el movimiento de un flujo real. La analogía constituye un recurso, una ayuda didáctica al que puede apelar el profesor para ayudar a los alumnos en una situación delicada, presenta la ventaja de no necesitar un intervalo de tiempo demasiado grande para permitir razonamientos cualitativos y predicciones transferibles de un dominio a otro. Luego del desarrollo de la actividad se propone realizar una discusión donde haya una retroalimentación de los conceptos aprendidos tanto de las predicciones físicas como el análisis de los datos obtenidos al graficar la exponencial, por ejemplo como los alumnos explican que la gráfica tienda a cero, que no lo intercepte y que interpretación física darán al respecto.

Conclusiones.

En este artículo se trata de mostrar los aspectos fundamentales del comportamiento interno del átomo explicado desde marcos analógicos implementando el uso de situaciones cotidianas, el diseño de un prototipo y el análisis de los datos de 100 datos. Este tema que pasa por alto de ser enseñado en la secundaria puede ser representado a partir de dinámicas análogas de otras ramas de la física.

Referencias bibliográficas.

Acevedo, j. (2004). El papel de las analogías en la creatividad de los científicos: la teoría del campo electromagnético de Maxwell como caso paradigmático de la historia de las ciencias. *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. 1 (3), 188-205.

Bulbulian, s. (2001). *La radiactividad*. México, d.f: fondo de cultura económica.

Dupin, j. J. Y Joshua, s. (1990). Una analogía térmica para la enseñanza de la corriente continua en electricidad: descripción y evaluación. *Investigación y experiencias didácticas*. 8 (2), 119-126.

Fernández, j; González, b. Y Moreno, t. (2003). Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias, *alambique*. 35 (1), 82-89.

White, f. (2008). Análisis diferencial del flujo de fluidos. En e. Suarez (ed.), *mecánica de fluidos* (pp. 360-377). España: mcgraw-hill / interamericana