



TÍTULO

ANALOGÍAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS PARA LA RESONANCIA

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES:

Nombres Fis. José Carlos Cano González. Dr. J. Slisko. FCFM
 M.C. José Luis Gómez y Osorio
 Afilación: Facultad de Ciencias de la Electrónica
 Dirección: Av. San Claudio y 18 Sur (CU)
 E-mail ccano@kim.ece BUAP.mx

RESUMEN

Con el empleo de modelos y analogías en la enseñanza de la física, los estudiantes estarán más capacitados para desarrollar habilidades de transferencia que les permita encontrar soluciones a diferentes problemas de manera directa, sin hacer un replanteamiento de un problema dado. Se toma como caso el concepto de resonancia mecánica y su dual eléctrico. Primero se define una actividad didáctica mediante el diseño de programas de computadora (software) interactivo para trabajar a partir de las ideas previas del estudiante y luego se propone un experimento dirigido a establecer las analogías entre el fenómeno mecánico y el eléctrico. Finalmente se presentan resultados comparando las respuestas iniciales del cuestionario de la actividad interactiva antes y después.

1. INTRODUCCION

De todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñesele en consecuencia.

D. Ausubel¹

El conocimiento científico y en particular en la física conlleva representaciones o *modelos*² de diversa índole: dibujos gráficas, iconos, *analogías*³, diagramas, ecuaciones símbolos, etc. Que permitan sintetizar y sistematizar la información y mejorar la explicación de cierto experimento o investigación teórica.

En la teoría de la cognición, una manera de evaluar el aprendizaje del alumno consiste en plantear como objetivo el desarrollo de ciertas habilidades en el alumno. La *transferencia*⁴, como habilidad cognitiva de alto rendimiento, se da como resultado de una serie de estrategias de aprendizaje utilizando los recursos de representación de las ciencias naturales es decir con una metodología específica para este fin.

¿Para que el alumno debe hacer transferencias?

¿Como ayuda el uso de modelos y analogías para el desarrollo de la transferencia en el alumno de electrónica?

¿Cómo es el diseño de esta metodología?

2. Metodología

El estudio de caso que se considera es el concepto *resonancia*, para una muestra de estudiantes que hayan cursado electromagnetismo.

¿Hasta donde pueden transferir el concepto de resonancia para otros dominios o campos? Por ejemplo: mecánico y electromagnético

2.1 Se parte de un cuestionario para toda la muestra sobre palabras clave, se da una pequeña lectura y se pide que establezcan relaciones de conceptos mediante un *mapa conceptual*. para saber hasta donde están familiarizados con el concepto de resonancia

2.2 Se prepara una actividad didáctica usando modelos y analogías para una parte de la muestra de los mismos estudiantes

2.3 Se pide a la muestra completa que nuevamente construyan su mapa conceptual.

2.4 Se comparan los resultados entre las dos submuestras y se hacen las conclusiones correspondientes.

Investigación

I.2. Para toda la muestra

Palabras clave

Instrumento para palabras clave.

| Energía | Oscilaciones | Potencia | Ondas | Corriente | Frecuencia | Otros |
|---------|--------------|----------|-------|-----------|------------|-------|
| | | | | | | |

Nivel de referencia:

0-2 conceptos 7 puntos; 3 conceptos 8 puntos; 4 conceptos 9 puntos; 5-6 conceptos 10 puntos.

Evaluación de palabras clave

| Conceptos | 0-2 | 3 | 4 | 5- 6 o mas |
|-------------|-----|---|---|------------|
| Frecuencias | | | | |
| Puntos | | | | |

Referencia para evaluación de mapa conceptual

| Organización | |
|--------------------------------|--------|
| Característica | Puntos |
| General a específica | 2 |
| Número de niveles de jerarquía | 1 c/u |



| | |
|--|-------|
| Número de ramificaciones | 1 c/u |
| Distinción clara entre conceptos y enlaces | 1 |
| Enlaces para todos los conceptos | 1 |
| Número de entrecruzamientos | 1 c/u |

| Contenido | |
|--|--------|
| Característica | Puntos |
| Relación lógica entre los conceptos | 2 |
| Palabras empleadas correctamente como conectores | 2 |

Evaluación para mapa conceptual

| | | | | | |
|------|---|---|---|---|----|
| 0 -5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | |

I.2.2 Para la mitad de la muestra

Actividad didáctica

Se definen tres momentos

- a). Cuestionario de opción múltiple sobre ideas previas sobre oscilaciones mecánicas usando modelos y gráficas

Evaluación de ideas previas

| | | | | | |
|------|---|---|---|---|----|
| 0 -5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | |

- b). Reproducción interactiva en multimedia de experimentos de oscilaciones mecánicas usando resortes, carros, motores y rieles.

Evaluación oscilaciones mecánicas

| | | | | | |
|------|---|---|---|---|----|
| 0 -5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | |

- c) Reproducción interactiva en multimedia de oscilaciones eléctricas usando circuitos RCL, fuente, osciloscopio.

Evaluación oscilaciones eléctricas

| | | | | | |
|------|---|---|---|---|----|
| 0 -5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | |

I.2.3 Para toda la muestra

I.2.3.1 Instrumento de conceptos para analogías. Ver anexo

| | Oscilaciones mecánicas | Oscilaciones eléctricas |
|---|----------------------------|---------------------------------|
| 1 | Masa, m | Corriente, I |
| 2 | Amortiguamiento, \square | Inverso de la capacitancia, 1/C |
| 3 | Constante elástica, k | Carga, q |
| 4 | Desplazamiento, x | FEM, V_{E0} |
| 5 | Velocidad, $v = dx/dt$ | Resistencia, R |
| 6 | Fuerza aplicada | Inductancia, L |

Evaluación de conceptos para analogías

| | | | | | |
|------|---|---|---|---|----|
| 0 -5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Evaluación del segundo mapa conceptual.

| | | | | | |
|------|---|---|---|---|----|
| 0 -5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | |

I.2.4 Comparación de resultados entre las dos muestras.

3 ANEXO DE INSTRUMENTOS

I.2.1.1 Instrumento para palabras clave.

Escribe las palabras que estén asociadas al concepto de resonancia

I.2.1.2

A partir de la siguiente lectura sobre resonancia, construye un mapa conceptual.

Todos hemos visto como un temblor es capaz de tirar un edificio, del mismo modo que el viento puede poner a oscilar a un puente y en algunos casos hasta derrumbarlo (Puente de Tacoma 1940). Podemos decir que en estos casos nuestros sistemas absorbieron cierta cantidad de energía que se va acumulando, suficiente para llevarlos a su límite de inestabilidad. A decir verdad, no todos los movimientos oscilatorios u ondulatorios producen el mismo efecto, solo aquellos con los cuales el sistema se acopla es cuando absorbe y acumula una gran cantidad de energía. Cuando los dos agentes se acoplan y oscilan a la misma frecuencia, decimos que el sistema entra en resonancia. La naturaleza de los fenómenos oscilatorios y ondulatorios va más allá de las interacciones mecánicas, cuando sintonizamos una estación de radio, cuando llamamos a un celular, son sistemas oscilantes que se acoplan para ganar el máximo de energía y entonces decimos que entran en resonancia

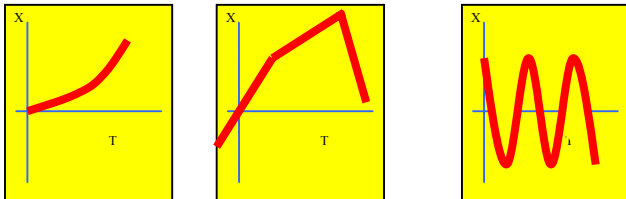
En este caso hablamos de oscilaciones en señales eléctricas, circuitos oscilantes y ondas (como una oscilación que viaja) para la radiación electromagnética. Sus características que los identifican son comunes: Frecuencia, amplitud, periodo, energía, potencia. Pero de todas estas características existe una jerarquía en orden importancia. De este modo, para el



fenómeno estudiado, la amplitud de oscilación depende de la frecuencia que es capaz de acoplar al sistema y a esta frecuencia le llamamos frecuencia de resonancia.

I.2.2.1 Instrumento para actividad didáctica

¿Cuál de las gráficas de abajo representan un movimiento oscilatorio?



I.2.2.2 Al profe se le olvidó colocar los letreros del sistema carrito – resorte. Busca el letrero que le corresponde

Con rozamiento y motor
 Sin rozamiento
 Con rozamiento

I.2.2.3 ¿Qué le sucede al carrito cuando estiramos el resorte para cada caso?

Sin rozamiento se queda oscilando Se detiene
 Con rozamiento se queda oscilando Se detiene
 Con rozamiento y motor se queda oscilando Se detiene

I.2.2.4 ¿Cuál es el papel del resorte?

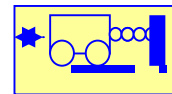
- A El mismo para los tres casos
- B Difiere en todos los casos
- C Difiere en al menos un caso

I.2.2.5 ¿Cuál es la gráfica que representa cada

Frecuencia

| | Baja | Media | Alta |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| No se mueve | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Se mueve | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

I.2.2.6 Para el caso c):
¿Como es la amplitud de movimiento del carrito cuando la frecuencia del motor es:



Baja frecuencia

Media frecuencia

Alta frecuencia



I.2.2.7 ¿Cómo le harías para que el carrito se mueva mas

I.2.3.1 Instrumento de conceptos para analogías.

| | | |
|---|----------------------------|---------------------------------|
| | Oscilaciones mecánicas | Oscilaciones eléctricas |
| 1 | Masa, m | Corriente, I |
| 2 | Amortiguamiento, \square | Inverso de la capacitancia, 1/C |

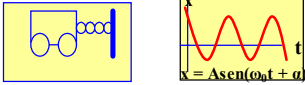


| | | |
|---|------------------------|----------------|
| | Constante elástica, k | Carga, q |
| | Desplazamiento, x | FEM, V_{E0} |
| 5 | Velocidad, $v = dx/dt$ | Resistencia, R |
| 6 | Fuerza aplicada | Inductancia, L |

Prueba 3 para ambos grupos

Dinámica de las oscilaciones mecánicas libres

Como viste, una oscilación libre es de la forma



Aquí $F = m(d^2x/dt^2)$ y $F = -kx$, entonces:

$$d^2x/dt^2 + (k/m)x = 0$$

$$\text{Si } x = A \text{sen}(\omega_0 t + \alpha)$$

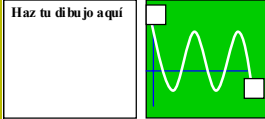
Resolviendo:

$$d^2x/dt^2 = -\omega_0^2 x \text{ entonces}$$

$$-\omega_0^2 x + (k/m)x = 0; \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{(m/k)}$$

Electrodinámica de las oscilaciones eléctricas.

Usando analogías, construye con los componentes correspondientes un circuito que oscile libremente



Haz tu dibujo aquí

¿Cómo queda la solución?

$$x = \square \text{sen}(\omega_0 t + \alpha)$$

$$d^2x/dt^2 = -\omega_0^2 x$$

$$\omega_0 = \sqrt{\square / \square}$$

Electrodinámica de las oscilaciones eléctricas amortiguadas

Usando analogías, construye con los componentes correspondientes un circuito que oscile libremente



Haz tu dibujo aquí

¿cómo queda la solución?

$$x = \square e^{-\gamma t} \text{sen}(\omega t + \alpha)$$

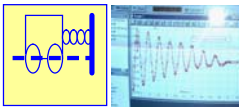
$$d^2x/dt^2 + 2\gamma dx/dt + \omega_0^2 x = 0$$

$$\omega = \sqrt{(\omega_0^2 - \gamma^2)}$$

$$\square / \square + \square / 4 \square^2$$

Prueba 3 para ambos grupos

Dinámica de las oscilaciones mecánicas amortiguadas:



$$d^2x/dt^2 + (\lambda/m)dx/dt + (k/m)x = 0$$

$$\text{Si } x = A e^{-\gamma t} \text{sen}(\omega t + \alpha)$$

haciendo un cambio de variable con $(\lambda/m) = 2\gamma$ y $\omega_0^2 = (k/m)$, se tiene:

$$d^2x/dt^2 + 2\gamma dx/dt + \omega_0^2 x = 0,$$

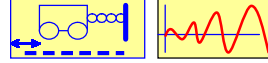
resolviendo para conocer $\omega(\omega_0)$ quedando:

$$\omega = \sqrt{(\omega_0^2 - \gamma^2)}$$

$$\square / (k/m + \lambda^2 / 4m^2)$$

Prueba 3 para ambos grupos

Dinámica de las oscilaciones mecánicas amortiguadas forzadas



$$d^2x/dt^2 + (\lambda/m)dx/dt + (m/k)x = f_0 \text{sen} \omega t$$

Podemos calcular $A(\omega)$

$$-\omega_0^2 A \text{sen}(\omega_0 t + \alpha) + 2\gamma \omega_0 A \text{cos}(\omega_0 t + \alpha) + \omega_0^2 A \text{sen}(\omega_0 t + \alpha) = f_0 \text{sen} \omega t$$

Quedando:

$$A(\omega) = (f_0/m) / \sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4\gamma^2 \omega^2}$$

$$\text{Si } dA(\omega)/d\omega = 0$$

$$\text{Entonces: } \omega_\lambda = \sqrt{(\omega_0^2 - 2\gamma^2)}$$

$$\square / (k/m + \lambda^2 / 4m^2)$$

$$\text{Si } \omega_\lambda = \omega,$$

se dice que hay resonancia en la amplitud

Y para la energía se tiene:

$$V_0 = f_0 / \sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4\gamma^2 \omega^2}$$

$$(m\omega - k/\omega)^2 = 0, \text{ entonces}$$

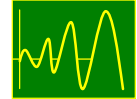
$$\omega = \omega_0$$

Se tiene resonancia en la energía y la fuerza aplicada está al máximo.

Electrodinámica de las oscilaciones amortiguadas forzadas

Usando analogías, construye con los componentes correspondientes un circuito que oscile libremente

Haz tu dibujo aquí



¿cómo queda la solución?

$$x = \square \text{sen}(\omega_0 t + \alpha)$$

¿Y para la amplitud?

$$A(\omega) = \square / \sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4\gamma^2 \omega^2}$$

¿Y para la energía?

$$V_0 = f_0 / \sqrt{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + 4\gamma^2 \omega^2}$$

Libros:

¹ **Ausubel.** Teorías del aprendizaje significativo. En teorías cognitivas del aprendizaje de Pozo Juan. Madrid. Morata pp 209 - 224

² **Novak J.D.** Aprendizaje de la Ciencia y Ciencia del Aprendizaje. Referenciado en Constructivismo y enseñanza de las ciencias. R. Porlán. Diada 1998. Sevilla

¹ **Anton E. Lawson** Ciclos de aprendizaje 1994. E.U.

³ **Pozo M.-G.** Crespo. Aprender y enseñar ciencia. Ed. Ediciones Morata 1988. Madrid

⁴ **Driver R.** Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias en ideas científicas. España. Ministerio de educación y ciencia. Morata.