

## LOS CRUCIGRAMAS EN EL APRENDIZAJE DEL ELECTROMAGNETISMO

Juan Carlos Olivares G.<sup>1</sup>, Montserrat Escalante A.<sup>2</sup>, Rafael Escarela P.<sup>1</sup>, Eduardo Campero L.<sup>1</sup>, José Luis Hernández A.<sup>1</sup>, Irvin López G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Energía. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

México, D.F. e-mail: [jolivares@correo.azc.uam.mx](mailto:jolivares@correo.azc.uam.mx)

<sup>2</sup>UNITEC, campus Zapopan. México e-mail: [monesca@gmail.com](mailto:monesca@gmail.com)

[Recibido en Marzo de 2008, aceptado en Junio de 2008]

### RESUMEN (Inglés)

*En este trabajo se analiza el impacto benéfico que los crucigramas generados en computadora pueden tener en los estudiantes de ingeniería. El artículo, profundiza en las ventajas pedagógicas que el crucigrama ofrece como herramienta educativa de apoyo, se detallan sus características y objetivos, así como los beneficios que puede aportar al alumno y al grupo. En este trabajo se presenta la aplicación de crucigramas en la mejora del aprendizaje del electromagnetismo, específicamente para el caso de la ley de Ampere. Con esta herramienta educativa, se pretende amenizar la enseñanza del electromagnetismo, que normalmente resulta compleja en el nivel universitario. Se hace una revisión bibliográfica de las ventajas que diversos autores han observado en el uso de herramientas como el crucigrama en el salón de clase y se dedica una sección al manejo del software utilizado.*

**Palabras claves:** herramientas de enseñanza; aprendizaje mediante juegos; crucigramas; educación; herramienta educativa; material didáctico; electromagnetismo.

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha intensificado la búsqueda de nuevas técnicas y procedimientos de enseñanza para que los estudiantes de ingeniería aprendan y comprendan de manera más sencilla el material impartido en el electromagnetismo (Rosenbaum, 1990; Veglis, Barbargires y Pombortsis, 1999). Almudí, Zuza y Bonet (2005) señalan como esencial “conocer las ideas y formas de razonamiento alternativas de los estudiantes”, y así detectar las deficiencias que se presentan en el aprendizaje del electromagnetismo. A través de la práctica docente se aprecia claramente la constante confusión de los términos empleados y la dificultad para asimilar conceptos básicos y la incapacidad para expresar las ideas contenidas en estos.

El alcance y la cantidad de ideas que contiene el electromagnetismo clásico hacen que su enseñanza sea de una elevada complejidad. Sus nociones fundamentales, como la idea de campo, requieren de un alto nivel de abstracción, aún más para los conceptos integradores como son el potencial o la energía. Según Alvarado et al. (2006): "La abstracción es un proceso muy complejo que envuelve una cantidad muy grande de factores, tales como la motivación por la asignatura, la didáctica del profesor, el estudio de los fenómenos y el ambiente". Precisamente por esta razón resulta conveniente proponer una herramienta didáctica que incremente el interés por el aprendizaje del electromagnetismo.

De acuerdo con Furió y Guisasola (1999): "La enseñanza de los conocimientos teóricos es un problema que preocupa cada vez más al profesorado debido al alto porcentaje de respuestas erróneas de los estudiantes a cuestiones teóricas que exigen no sólo la mera repetición de la teoría impartida en clase sino la aplicación creativa de dichos conocimientos." Además se afirma que "Los conceptos implicados son de alta demanda cognitiva y que además se apoyan en prerrequisitos fundamentales", por lo cual se concluye que si no se comprende la teoría, al momento de pasar a la fase de problemas se manifestarán dificultades conceptuales.

La investigación didáctica de Martín y Solbes (2001) concluye que "Las dificultades detectadas en el aprendizaje y comprensión del concepto se han interpretado como consecuencia de un tratamiento didáctico deficiente y confuso. En general, los alumnos que han recibido una enseñanza en la que el profesor se conforma con realizar definiciones operativas y manipulaciones cuantitativas (problemas de cálculo) de los conceptos, sin profundizar en su significado, sin relacionarlos ni diferenciarlos entre sí, presentan una serie de dificultades y confusiones". Cedeño (1995), dice: "el juego es una actividad amena de recreación que sirve de medio para desarrollar capacidades mediante una participación activa y afectiva de los alumnos, por lo que en este sentido el aprendizaje se transforma en una experiencia feliz".

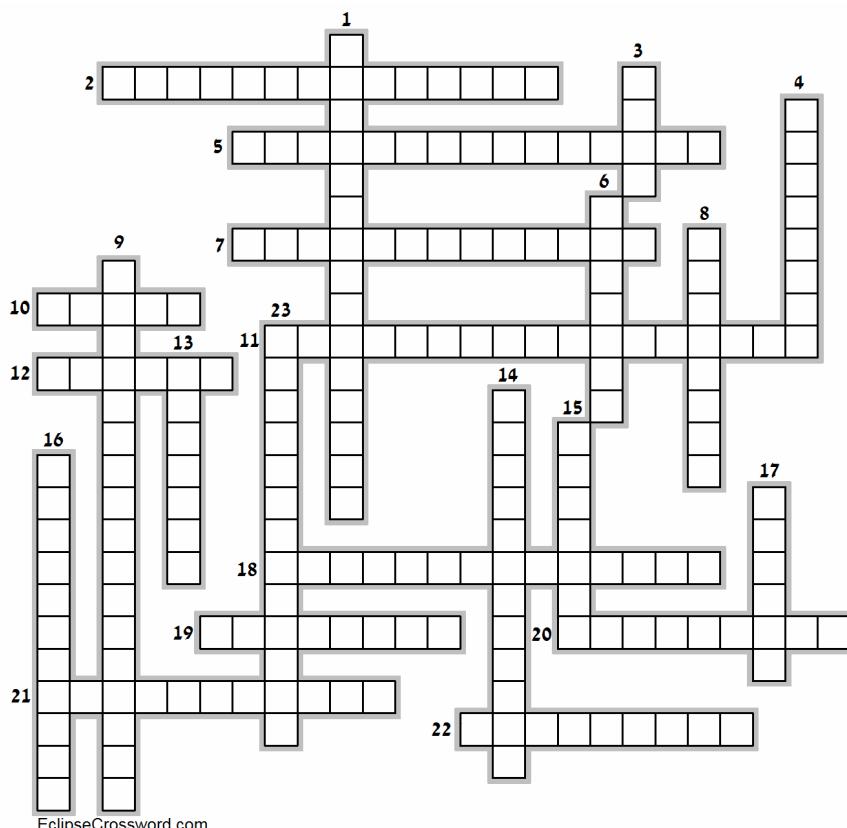
En este trabajo de innovación se presentan las características que hacen de los crucigramas una herramienta idónea para amenizar la enseñanza y así facilitar a los estudiantes el aprendizaje de los conceptos teóricos del electromagnetismo. La técnica propuesta no pretende sustituir la fase de resolución de problemas (ejemplos resueltos o para resolver fuera del aula), ni los experimentos en prácticas de laboratorio, tampoco las discusiones en el grupo sobre temas de clase y otras actividades. Lo que se propone es una herramienta educativa que puede facilitar la enseñanza del electromagnetismo y que puede ser de gran ayuda como complemento de la fase de resolución de problemas.

En particular aquí se muestra la aplicación de los crucigramas como herramienta auxiliar en la enseñanza de la Ley de Ampere. La intención es ayudar a los estudiantes en la superación de las dificultades que encuentran al querer entender y aplicar la ley de Ampere, entre ellas se puede mencionar las más frecuentes: a) Calcular el valor de la corriente circunscrita por la trayectoria de la intensidad magnética en cada problema, b) Obtener la forma diferencial de la ley de Ampere a partir de la forma integral y viceversa, c) Determinar la corriente dentro de un conductor lineal infinito, d) Elegir una trayectoria cerrada apropiada para resolver un problema, e) Utilizar adecuadamente la simetría geométrica en la solución de problemas, f) Entender los

términos utilizados en la teoría y mejorar la comunicación profesor-estudiante o estudiante-estudiante. Se recomienda la lectura de Guisasola, Salinas, Almud y Velazco (2003) y Manogue, Brownw, Dray. y Edward. (2006) a los lectores que deseen más información sobre dificultades en el aprendizaje de la ley de Ampere. En breves palabras, este trabajo pretende ofrecer una ayuda didáctica para que los estudiantes tengan una forma amena de aprender los conceptos teóricos y la aplicación de la ley de Ampere.

### HISTORIA DEL CRUCIGRAMA

El crucigrama empezó como un pasatiempo en diciembre de 1913 cuando apareció en el suplemento dominical del New York World (Estados Unidos de América). El primer libro de crucigramas fue recopilado por los editores del suplemento y publicado en 1924. Con el tiempo fue adquiriendo características que le permitieron ser clasificado no sólo como entretenimiento, sino como herramienta didáctica que desarrolla habilidades que mejoran la capacidad de comprensión de las personas que acostumbran resolverlos; por ende este elemento lúdico comenzó a ser usado con fines educativos y pasó a formar parte de una gama extensa de materiales didácticos y de apoyo en los procesos pedagógicos.



**Figura 1.- Ejemplo de crucigrama.**

En los primeros crucigramas se empleaban sólo palabras sencillas y definiciones primarias. El uso de claves y la introducción de frases, nombres completos, títulos y

otros recursos abrieron nuevas posibilidades y permitió elaborar crucigramas cada vez más sofisticados. En la Figura 1 aparece la estructura de un crucigrama.

## **BENEFICIOS EN EL AULA**

De acuerdo con Lomas (1999), el material didáctico, incluidos los crucigramas, no son sólo una ayuda orientada a facilitar la intervención pedagógica del profesorado en las aulas y el aprendizaje del alumnado, son también la expresión de una determinada concepción de la enseñanza y del aprendizaje. Señala también que los crucigramas influyen en el desarrollo cognitivo y social, así como en las habilidades académicas, pues mejoran la atención y concentración, y promueven la búsqueda intensa de estrategias para la solución de problemas, poniendo a trabajar la mente y produciendo un desarrollo de la inteligencia.

Los crucigramas mejoran la retención de información y la atención de los alumnos, desarrollan habilidades y destrezas; y como pasatiempo promueven la concentración, el entretenimiento, la creatividad y la necesidad de estar informado en ámbitos tanto académicos como culturales, lo que conlleva al desarrollo de la inteligencia.

De acuerdo con Cedeño (1995) y Bello (1995) los objetivos de la introducción de los crucigramas en los procesos pedagógicos en nivel superior son:

- Garantizar al estudiante hábitos de elaboración colectiva de decisiones profesionales.
- Aumentar el interés profesional de los estudiantes y su motivación por las asignaturas técnicas.
- Comprobar el nivel de conocimiento técnico alcanzado por los estudiantes, éstos rectifican las acciones erróneas y señalan las correctas.
- Permitir solucionar los problemas de correlación de las actividades de dirección y control de los profesores, así como el autocontrol colectivo de los estudiantes.
- Desarrollar habilidades generalizadas y capacidades profesionales en el orden práctico.
- Mejorar las relaciones interpersonales, la formación de hábitos de convivencia y hacen más amenas las clases.
- Aumentar el nivel de preparación independiente de los estudiantes y el profesor tiene la posibilidad de analizar, de una manera más minuciosa, la asimilación del contenido técnico impartido.
- Proporcionar una base concreta para el pensamiento conceptual y, por tanto, reducen las respuestas verbales sin significado de los alumnos.
- Tener un alto grado de interés para los estudiantes.
- Hacer que el aprendizaje sea más duradero.
- Ofrecer una experiencia real que estimula la actividad por parte de los alumnos.

- Desarrollar continuidad de pensamiento, lo que es especialmente verdadero en el caso de la televisión y las películas.
- Contribuir al aumento de los significados y, por tanto, al desarrollo del vocabulario.
- Proporcionar experiencias que se obtienen fácilmente a través de otros materiales y medios, y contribuyen a la eficiencia, profundidad y variedad del aprendizaje.

Crossman y Crossman (1983) describen la utilidad del uso de crucigramas como herramienta de enseñanza en un curso de Historia de la Psicología donde ciertos conceptos necesitan ser relacionados con nombres. En la evaluación del efecto de esta herramienta didáctica encuentran que el uso de crucigramas ha tenido un efecto positivo en el aprendizaje del material del curso. Los crucigramas brindan un resultado positivo como medio de repaso. Silberman (1996), afirma que “diseñar una prueba de repaso con un crucigrama invita al inmediato compromiso y la participación”. Franklin, S., Peat, M. y Lewis, A. (2003) reportan que los estudiantes del primer año de Biología clasificaron al crucigrama como una herramienta de aprendizaje muy favorable y solicitaron un mayor número de estos como medio de repaso. Weisskirch (2006) sostiene que el crucigrama puede servir a los estudiantes como herramienta para medir su comprensión o la carencia de la misma sobre algún tópico, pero sobre todo que promueve la participación activa de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Childers (1996), utiliza el crucigrama como medio complementario de ayuda para sus estudiantes en su preparación para el examen final. Lewis (2003) describe cómo el entender conceptos requiere de un compromiso activo con las ideas que los envuelven antes de que el proceso de comprensión ocurra. McKeachie (2002) sugiere que los juegos como el crucigrama, sean usados porque se requiere que los estudiantes sean participantes activos, tomen decisiones, solucionen problemas y reaccionen a los resultados de sus propias decisiones. Castañeda (2005) afirma que los crucigramas fortalecen la autoestima y logran desarrollar habilidades para la labor profesional.

En la propuesta de innovación que a continuación se desarrolla se aplican los crucigramas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo.

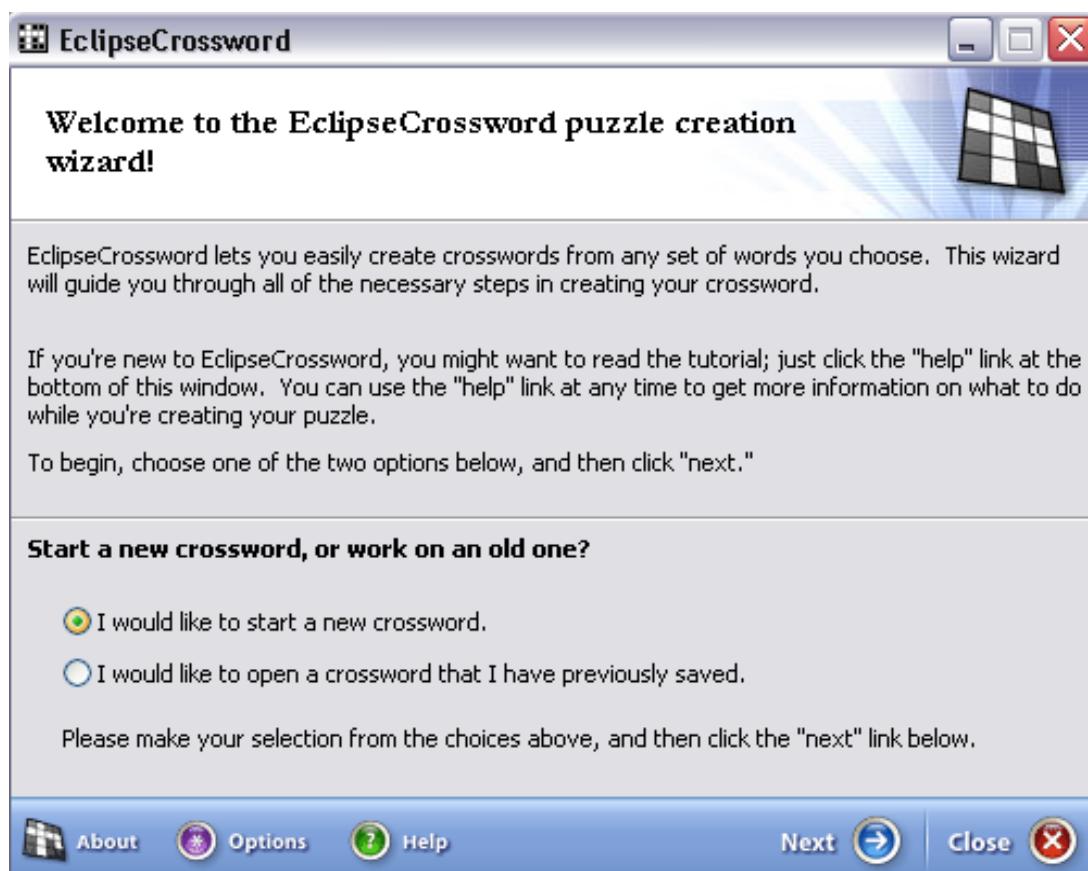
## **PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

La implementación del crucigrama en el proceso de enseñanza-aprendizaje retoma el concepto conocido como “tecnología educativa” descrito por Ogald y Barvadid (1992), definido como “el conjunto de procedimientos o métodos, técnicas, instrumentos y medios, derivados del conocimiento científico, organizados sistemáticamente en un proceso, para el logro de objetivos educativos”. “La tecnología educativa, concebida de esta forma, es un elemento valioso para el maestro en sus funciones específicas de planeación, conducción y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje”. Precisamente para “el caso particular de un docente universitario, quien, en el mejor de los casos, es un buen especialista en el campo disciplinario que enseña, pero que

generalmente no ha tenido una preparación didáctico-pedagógica igualmente sólida, la opción que ofrece la tecnología educativa parece atractiva" (Ogald y Barvadid, 1992).

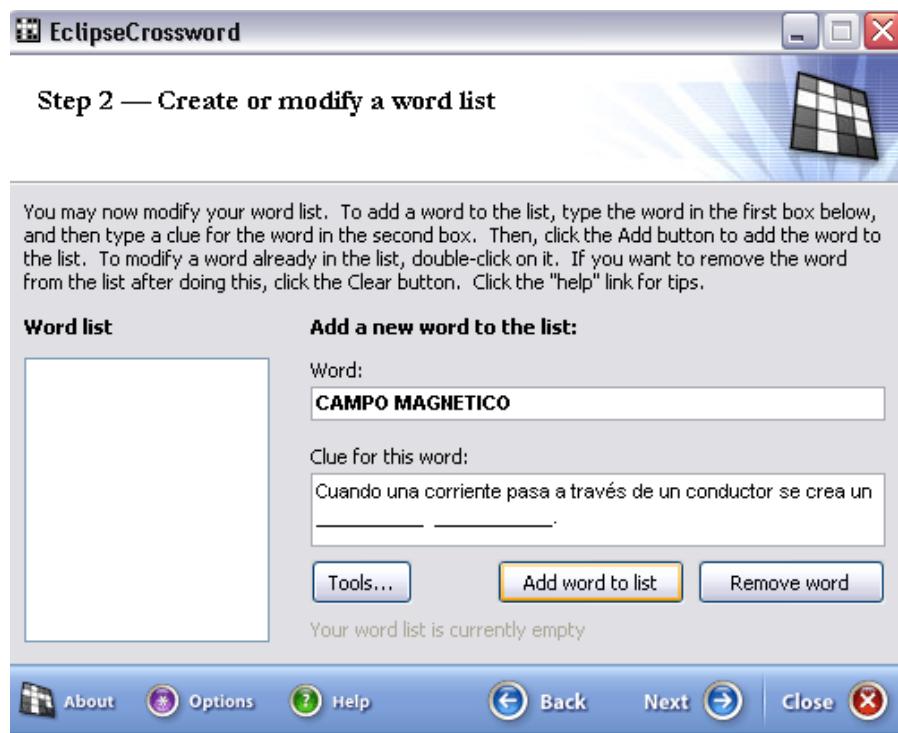
El software utilizado en la elaboración de los crucigramas fue Eclipse Crossword, que se descarga gratuitamente a través de <http://www.eclipsecrossword.com/>, (EclipseCrossword and Eclipse-Crossword.com © 1999-2007). Una vez descargado e instalado se prosigue a la elaboración de un crucigrama, el cual requiere de los siguientes pasos:

1. Abrir Eclipse Crossword e indicar que se realizará un nuevo crucigrama y oprimir *next* como se muestra en la Figura 2.
2. Indicar que se introducirá una nueva lista de palabras.
3. Se inicia rellenando los campos, iniciando por la palabra clave, posteriormente con la descripción y se agrega la palabra (Figura 3).
4. Una vez introducidas todas las palabras con sus claves, se oprime "Next".
5. En el primer campo se introduce el nombre del crucigrama y en el segundo el nombre de su creador. Después oprime next.
6. Se plantea un ancho y alto de número de cuadros del crucigrama, aunque el programa indica los óptimos para realizar el acomodo de las palabras

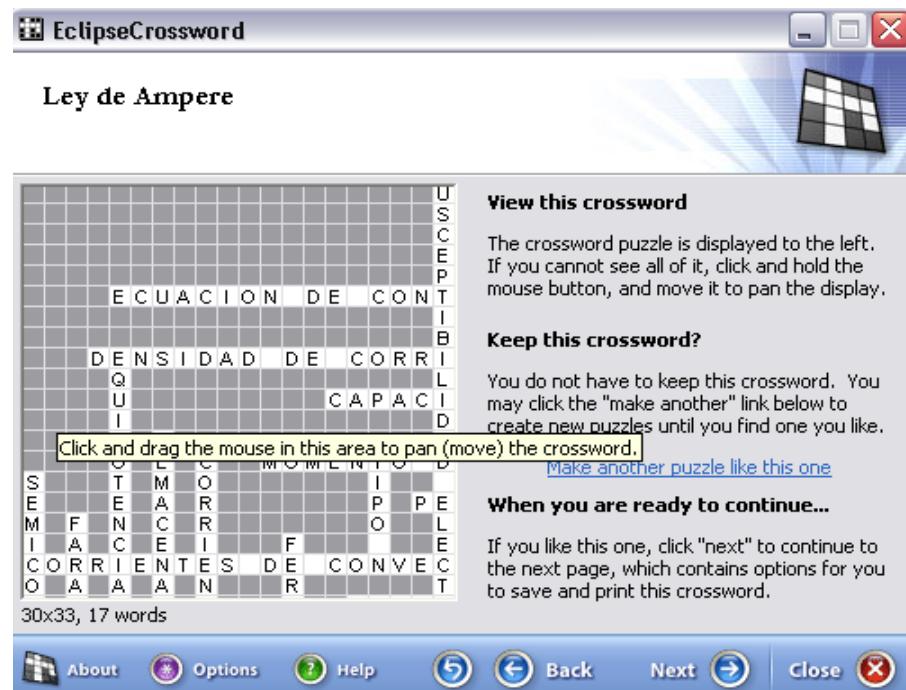


**Figura 2.-** Pantalla de inicio para la creación de un crucigrama del eclipse Crossword.

En la Figura 4 se muestra un ejemplo del crucigrama, si se requiere que sea de menor tamaño se puede oprimir back e introducir un nuevo tamaño y el propio programa realizará combinaciones para el nuevo tamaño y se mostrará un nuevo modelo.



**Figura 3.-** Pantalla de modificar o crear una nueva lista de palabra.



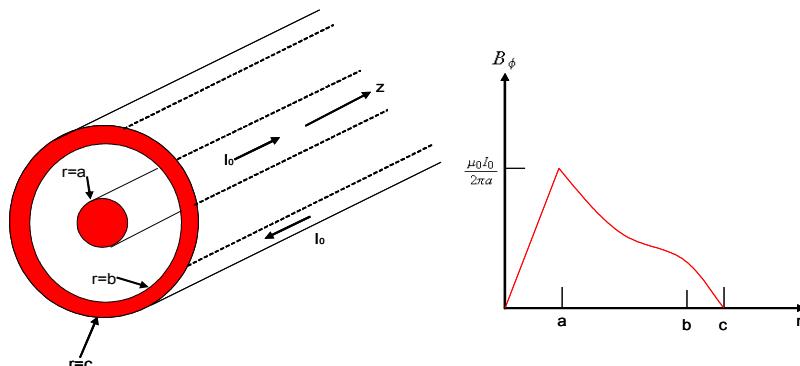
**Figura 4.-** Muestra de la vista previa del Crucigrama

## APLICACIÓN

A continuación aparecen las preguntas (incluida la respuesta) de un crucigrama para su aplicación a alumnos que están cursando electromagnetismo y que se encuentran en la etapa del tratamiento de la Ley de Ampere que se elaboró utilizando como referencia a Hayt (1991). En la Figura 7 aparece el crucigrama una vez que ha sido completado.

### Horizontales

2. La forma generalizada de la Ley de Ampere incluye un término adicional al que se tiene cuando se aplica a corrientes o cargas "quasi-estacionarias". A ese término se le conoce como: corriente de \_\_\_\_\_.
5.  $\vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$  cuando los vectores  $\vec{B}$  y  $d\vec{s}$  son \_\_\_\_\_ entre si.
7. La ecuación  $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I$  es válida sólo para corrientes estables y materiales \_\_\_\_\_ (dos palabras separadas por espacio).
10. La intensidad de campo magnético \_\_\_\_\_ de un cable coaxial es cero.
11. La expresión  $H = \frac{Ir}{2\pi a^2}$  se aplica para calcular la magnitud de la intensidad de campo magnético dentro del \_\_\_\_\_ de un cable coaxial como el de la Figura 5 (dos palabras separadas por un espacio).
12. La ley de Ampere se puede escribir como:  $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I$  Las unidades de la variable  $\vec{B}$  son \_\_\_\_\_.
18. Para aplicar la ley de Ampere a una trayectoria lineal infinita de corriente la trayectoria cerrada es una \_\_\_\_\_.
19. La Figura 5 muestra un cable coaxial de corriente. También muestra la densidad de flujo magnético en la sección transversal del cable. Esta distribución de la densidad de campo se cumple cuando las magnitudes de las corrientes en el cilindro interno y externo son iguales y de sentido opuesto. Esto es un ejemplo de \_\_\_\_\_ magnético, en el cual los campos generados por las dos corrientes se cancelan.



**Figura 5.-** Cable coaxial, donde  $a$  es el radio del conductor interior,  $b$  y  $c$  son respectivamente el radio interior y exterior de la pantalla exterior.

20. La ley de Ampere establece que la integral de línea de la intensidad de campo magnético a lo largo de una trayectoria cerrada es exactamente igual a la corriente \_\_\_\_\_ por dicha trayectoria.

21. La expresión:

$$\nabla \times \vec{H} = \left( \frac{1}{r} \frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_\phi}{\partial z} \right) \vec{a}_r + \left( \frac{\partial H_r}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial r} \right) \vec{a}_\phi + \left( \frac{1}{r} \frac{\partial r H_r}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \phi} \right) \vec{a}_z$$

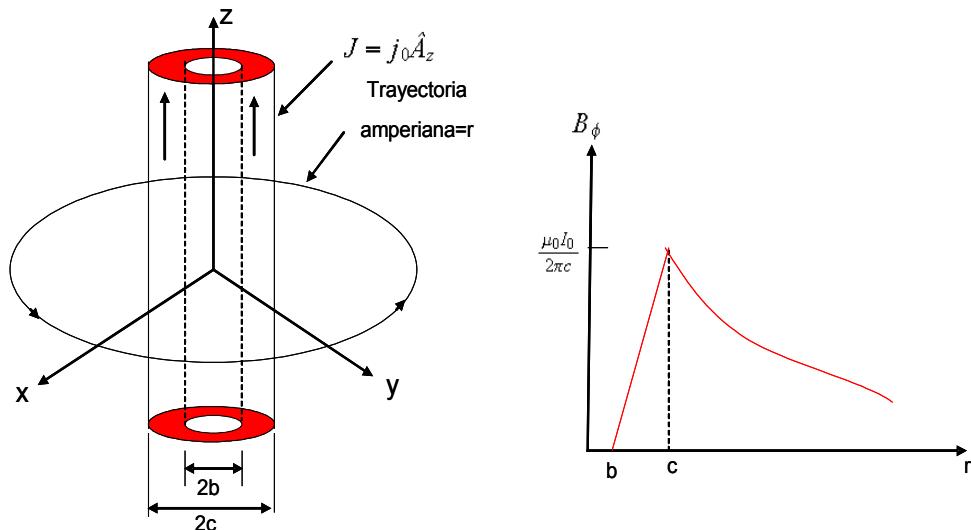
calcula el rotacional de  $\vec{H}$  en coordenadas \_\_\_\_\_.

22. La forma diferencial de la ley de Ampere está dada por  $\vec{H}$  y se aplica para campos magnéticos que tienen la característica de ser \_\_\_\_\_.

### Verticales

1. Dos alambres paralelos conducen corrientes en direcciones opuestas. \_\_\_\_\_ a la mitad entre los conductores es cero (dos palabras separadas por un espacio).

3. Un tubo metálico con una sección trasversal como la de la Figura 6 conduce corriente. ¿Qué valor tiene el campo magnético dentro de la cavidad del tubo? \_\_\_\_\_.



**Figura 6.-** Cilindro hueco y sus correspondientes valores de densidad de flujo magnético.

4. La densidad de flujo magnético alcanza su valor máximo en un cilindro sólido conductor de corriente a una distancia de \_\_\_\_\_ del cilindro, medida desde el eje del cilindro en una trayectoria perpendicular a éste (dos palabras separadas por espacio).

6. La expresión  $B = \mu_0 n I$  donde  $n$  es el número de vueltas por unidad de longitud, se utiliza para calcular la densidad de campo magnético a lo largo del eje de un \_\_\_\_\_.

8. La ley de Ampere permite resolver los problemas de campo magnético de una forma más fácil que la Ley de Biot-Savart cuando hay alta \_\_\_\_\_.

9. Hay autores como H. Erlichson que dicen que Ampere no pudo ser el autor de la ecuación:  $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I$  porque el concepto de \_\_\_\_\_ magnético no había aparecido en la escena electromagnética. (Tres palabras separadas por espacio).

13. Las unidades de la variable  $y$  en la expresión:  $d\vec{H} = \frac{Yd\vec{L} \times \vec{a}_R}{4\pi R^2}$  son \_\_\_\_\_.

14. La ley de Ampere juega el mismo papel en magnetostática que la \_\_\_\_\_ en electrostática. (Tres palabras con un espacio entre ellas).

15. La intensidad de campo magnético para un cable coaxial \_\_\_\_\_ a partir de que el radio sea mayor que el radio del conductor interno.

16. Aplicando el teorema de Stokes a  $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \int_S \vec{J} \cdot d\vec{s}$  se obtiene la forma \_\_\_\_\_ de la Ley de Ampere.

17. En la Figura 6 aparece un cilindro hueco por cuyas paredes fluye una corriente y muestra la gráfica de la densidad de flujo. Si  $b < r < c$  la densidad de flujo magnético es \_\_\_\_\_.

23. La trayectoria de integración utilizada en la ley de Ampere debe \_\_\_\_\_ una superficie.

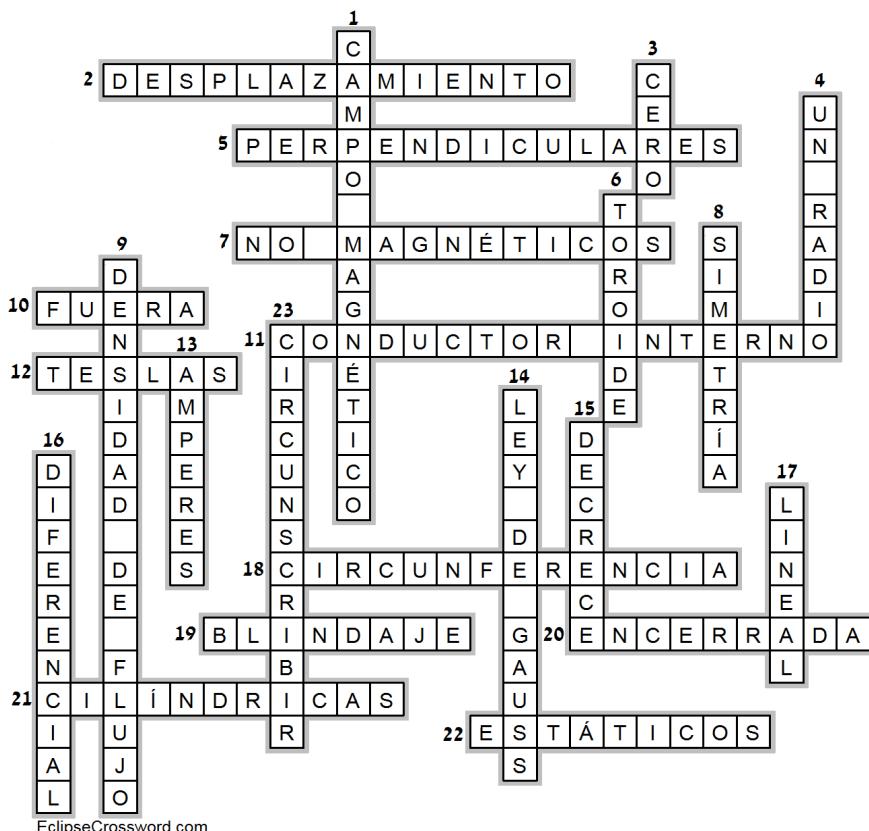
## CONCLUSIONES

Los crucigramas tienen características que los hacen una técnica idónea para amenizar y complementar la enseñanza del electromagnetismo. El uso y aplicación de los crucigramas en los estudiantes contribuye a mejorar el desempeño académico, ya que para su realización se necesita una intensa búsqueda de soluciones ante problemas o interrogantes a resolver, fomentando con ello, una mayor preparación y concentración, al mismo tiempo que se promueve el estímulo al cerebro, generando un beneficio a la salud mental a corto y largo plazo, ya que el aprendizaje viéndolo con sentido de diversión generará aun más la curiosidad del explorar y el saber más.

Sin duda, existen bases que demuestran el beneficio del uso del crucigrama como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que es un elemento que despierta en el alumno habilidades que le permitirán el perfeccionamiento de sus capacidades en la toma de decisiones. El desarrollo de la capacidad de análisis en períodos breves de tiempo y en condiciones cambiantes, ayuda a fomentar los hábitos y habilidades profesionales para la evaluación de la información técnica y la toma de decisiones colectivas.

En la aplicación de esta propuesta innovadora casi todos (90 %) los estudiantes expresaron que el crucigrama es una herramienta provechosa previa a la solución de problemas de electromagnetismo, 63% indican que les ayudó como repaso para su

examen final, y el 49 % comentó que les ayudó para identificar las áreas en las que requieren un esfuerzo adicional.



**Figura 7.-** Resuesta del Crucigrama “Ley de Ampere”

## REFERENCIAS

- Almudí M., Zuza, K. y Bonet, E., (2005). Explicando los fenómenos de inducción electromagnética: Relevancia de su enseñanza y dificultades de aprendizaje. *VII congreso Enseñanza de las ciencias*, España.
- Alvarado, J.C., Moreira, E.N., Barbosa, P.C., Burlan, J.B., Gelfuso, M.V., Thomazini, D., Vieira, A. S. B., Cavalcante, M. D. S. y Bello Cruz, J. G., (1995). Los juegos didácticos en la motivación de la clase de consolidación. *Pedagogía 95*, Cuba.
- Castañeda, J. (2005). Tus hobbies también sirven. *Periódico "El Norte"*, México, 14 de noviembre,
- Cedeño, M., (1995). Juegos y materiales didácticos para la educación integral en salud de niños y adolescentes. *Pedagogía 95*, Cuba.
- Childers, C. D. (1996). Using crossword puzzles as an aid to studying sociological concepts. *Teaching Sociology*, 24, 231-35.,
- Crossman, E.K., Crossman, S. M. (1983). The crossword puzzle as a teaching tool. *Teaching of Psychology*, 10, 98-99.

- Franklin, S., Peat, M. y Lewis, A., (2003). Non-traditional interventions to stimulate discussion: The use of games and puzzles. *Journal of Biological Education*, 37, 79-84
- Furió, C. y Guisasola, J. (1999). Concepciones Alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las ciencias*, 17(3), 441-452
- Guisasola J., Salinas J., Almudí J.M. y Velazco S. (2003). Análisis de los Procesos de Aplicación de las Leyes de Gauss y Ampere por Estudiantes Universitarios de España y Argentina. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25 (2), 195-206.
- Hayt, W. H. (1991). *Engineering Electromagnetics*. USA: McGraw-Hill.
- Lewis, P. (2003). *Is this going to be on the test? In Essays from excellence in teaching*. USA: editorial W. Buskist, V. Hevern, and G. W. Hill, IV.
- Lomas, C. (1999). *Cómo enseñar a hacer las cosas con las palabras: teoría y práctica de la evaluación lingüística*. Vol. I, Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica,
- Manogue, C. A., Brown K., Dray T. y Edwards B. (2006). Why is Ampére law so hard? A look at middle-division physics, *American Journal of Physics*, (4), 344-35.
- Martín, J. y Solbes, J., (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de Campo en Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 393-403.
- McKeachie, W. J. (2002). *Teaching tips: Strategies, research, and theory for college and university teachers*. Boston: Editorial, W. J. McKeachie.
- Ogald, I. y Barvadid, E., (1992). Los materiales didácticos: medios y recursos de apoyo a la docencia. México: Editorial Trillas.
- Rosenbaum, F. J. (1990). Teaching Electromagnetics Around the World: A Survey. *IEEE Transactions on Education*, 33 (1).
- Silberman, M. (1996). *Active learning: 101 strategies to teach any subject*. Boston: Editorial W. J. McKeachie.
- Veglis, A., Barbargires, C. A., y Pombortsis, A. (1999). An Interactive Laboratory Exercise For Teaching Computer Science Students Network Performance Evaluation Using Mathcad® And MathConnexTM", *29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*.
- Weisskirch, R. (2006). An analysis of instructor-created crossword puzzles for student review. *Collage Teaching*, 54 (1), 198-202.

## CROSSWORD PUZZLES FOR LEARNING ELECTROMAGNETISM

### SUMMARY

*This paper examines the beneficial impact that computer-generated crossword puzzles can have on engineering students. The paper delves into the pedagogical advantages that crossword puzzles offer as an educational tool, detailing its features and objectives as well as the benefits it brings to students and to the whole group. This paper shows the application of crosswords to the teaching of electromagnetism, specifically presents the case of Ampere law. This educational tool is intended to make the learning and teaching of electromagnetism more entertaining; as this course is normally complex to teach at the university. This paper presents a literature review of the advantages that some authors have observed with the use of the crossword puzzle in the classroom, and devotes a section to the management of software used.*

**Keywords:** learning tools; teaching with games; crossword puzzles; education; educational tool; didactic material and electromagnetism.