

Estudio del desarrollo del conocimiento en inducción electromagnética, en estudiantes de nivel secundario

Study of the development of knowledge in Electromagnetic Induction, in secondary level students

Yesica Inorreta¹, Bettina Bravo^{1,2} y Silvia Bravo³

¹ Facultad de Ingeniería de Olavarría, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Av. Del Valle 5737, CP 7400, Olavarría, Buenos Aires, Argentina.

² CONICET.

³ Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800. / Facultad Regional Tucumán, Universidad Tecnológica Nacional, Rivadavia 11050. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

*E-mail: yesica.inorreta@fio.unicen.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación basada en diseño, en la que se estudió el conocimiento de los alumnos de nivel secundario sobre el fenómeno de inducción electromagnética antes y después de implementar una propuesta de enseñanza especialmente diseñada en la investigación. Se implementó un diseño pretest-postest en el que se analizaron las respuestas elaboradas por los estudiantes a diversas problemáticas que involucran el fenómeno en cuestión y se caracterizó el modo de conocer compartido por el grupo en función de los modelos explicativos y modos de razonar usados. Los resultados revelan que los estudiantes pasaron de concebir el fenómeno en términos intuitivos a explicarlo en términos coherentes con los de la ciencia, lo que daría indicios de la potencialidad de la enseñanza para favorecer los aprendizajes deseados. La PE se implementó en un curso de sexto año de Educación Secundaria, con edades comprendidas entre los 17 y 18 años, en una escuela de gestión privada ubicada en la ciudad de Olavarría, provincia de Buenos Aires, Argentina.

Palabras clave: Inducción electromagnética; Enseñanza; Propuesta didáctica; Nivel secundario.

Abstract

This paper presents the results of a design-based research, in which the knowledge of secondary school students about the phenomenon of electromagnetic induction (IE) was studied before and after implementing a specially designed teaching proposal (PE) in the research. A pretest-posttest design was implemented in which the answers elaborated by the students to various problems involving the phenomenon in question were analyzed and the way of knowing shared by the group was characterized according to the explanatory models and ways of reasoning used. The results reveal that students have gone from understanding the phenomenon in intuitive terms to explaining it in terms consistent with those of science, which would give indications of the potential of teaching to promote the desired learning. The PE was implemented in a sixth year of secondary education, with ages ranging from 17 to 18, at a private school located in the city of Olavarría, province of Buenos Aires, Argentina.

Keywords: Electromagnetic induction; teaching; Didactic proposal; Secondary level.

I. INTRODUCCIÓN

En investigaciones previas se realizó un estudio exploratorio con el objetivo de estudiar el aprendizaje de estudiantes de educación secundaria acerca del fenómeno de la inducción electromagnética (IE) cuando se implementa en el aula una propuesta de enseñanza (PE) innovadora, diseñada especialmente para propiciar la comprensión de la ley de Faraday y el desarrollo de habilidades que favorezcan su uso para resolver problemas potencialmente significativos para los estudiantes (Inorreta, Bravo y Bravo, 2021). Los resultados revelaron que una idea fuertemente arraigada en los estudiantes, luego de la enseñanza, consiste en interpretar que la IE se produce por la mera existencia de un flujo magnético en una espira. Asociada a esta percepción subyace un razonamiento basado en una secuencia de causales lineales simples: el imán genera un campo magnético; las líneas de campo confinadas en el interior de la espira producen un flujo magnético; el flujo magnético genera un voltaje. Se reconoce así la posibilidad de generar corriente eléctrica haciendo uso adecuado de imanes y espiras conductoras (cosa que no sucede antes la enseñanza formal del tema) pero la explicación de la causa de que esto suceda resulta reduccionista ya que se desconocen los procesos que deben ocurrir, referidos a la variación temporal del flujo magnético. Resultados análogos a estos han sido hallados por otros autores que estudiaron el tema y encontraron este modelo “híbrido” (que involucra conceptos científicos, como el de flujo magnético, pero que resulta incorrecto desde el punto de vista de la ciencia) en estudiantes de distintos niveles educativos, incluido el universitario (Almudí, Zuza y Guisasola, 2016; Naizaque Aponete, 2013).

A fin de favorecer la construcción de un modelo más sistémico que integre todas las variables y procesos que deben darse para generar una corriente eléctrica a partir de la IE, se rediseñó, siguiendo una metodología de investigación basada en diseño (Rinaudo y Donolo, 2010), la PE que condujo a los resultados antes mencionados. Este artículo, luego de describir y justificar la PE rediseñada, presenta los logros obtenidos en términos del aprendizaje facilitado gracias a su implementación¹.

II. FUNDAMENTOS

Para diseñar y organizar la enseñanza se opta por la propuesta metodológica llamadas IDAS, por las iniciales de las etapas didácticas que la componen: iniciación, desarrollo, aplicación y síntesis (Bravo, Pesa y Braunmüller, 2022). IDAS propone una enseñanza centrada en el estudiante y basada en el aprendizaje, que busca promover la comprensión de conceptos, leyes y teorías relacionadas con la ciencia, así como promover el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución de problemas. Cada instancia didáctica persigue objetivos propios e involucra actividades, dinámicas, roles de estudiantes y docentes características.

En la instancia de iniciación se buscó que los estudiantes recuperasen ideas previamente abordadas acerca de circuitos eléctricos simples, incluyendo los elementos que los componen y la función de cada uno, conceptos que resultan fundamentales para el abordaje del nuevo tema. También que explicitasen sus conocimientos sobre el fenómeno de IE y cómo se puede utilizar para encender una lámpara mediante el uso de imanes, que reconocieran las posibles imprecisiones, inconsistencias y falta de claridad que suelen estar presentes en sus ideas y que se motivaran por aprender las ideas científicas propuestas al respecto. Para ello se propuso la realización en forma individual de problemáticas sencillas que involucraban dispositivos conocidos para los estudiantes (de los cuales tendrían alguna idea, pero no necesariamente coincidente con la de la ciencia).

En la instancia de desarrollo se buscó que los estudiantes evidenciaran experimentalmente el fenómeno de IE; reconocieran las variables y procesos asociados a la generación del fenómeno de IE y, con ello, las condiciones que deben darse para que este suceda (variación de flujo magnético en el interior de la espira), y así construyeran y formularan la ley de Faraday a partir de una metodología coherente con la científica. Para ello se propuso la realización, en pequeños grupos de trabajo, de actividades experimentales, reales y virtuales.

En la instancia de aplicación se buscó que los estudiantes utilizaran los conocimientos abordados hasta el momento para resolver diversas situaciones problemáticas que involucran al fenómeno de IE. Las mismas se secuenciaron de forma tal que las primeras demandasen una explicación cualitativa del fenómeno, utilizando lenguaje coloquial. Luego se presentaron situaciones que demandaban el cálculo de flujo magnético, la identificación de la causa de su variación y, finalmente, el cálculo del voltaje inducido.

En la instancia de síntesis se propuso la resolución de situaciones problemáticas (de resolución cuali y cuantitativa) que involucraban la utilización de la ley de Faraday y conceptos asociados. A su vez, se propuso la evaluación de las ideas iniciales a la luz del conocimiento construido, a fin de que los estudiantes identificaran qué aprendieron y qué faltaba aún por profundizar.

¹ El diseño e impacto para favorecer los aprendizajes deseados son objeto de estudio del trabajo doctoral que está realizando la primera autora de este trabajo.

III. TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para caracterizar el conocimiento y el proceso de aprendizaje del grupo de estudiantes al que se dirigió la Propuesta de Enseñanza, se optó por utilizar un diseño de evaluación pretest-postest, junto con una metodología que combina enfoques cualitativos y cuantitativos. El estudio cualitativo implica un análisis exhaustivo de las respuestas proporcionadas por los estudiantes antes y después de la implementación de la PE. A partir de estas respuestas, se construyeron esquemas conceptuales que representan el modelo explicativo de los estudiantes, incluyendo los conceptos y relaciones que identificaron.

Este análisis cualitativo se complementa con un enfoque cuantitativo que permite evaluar la frecuencia con la que los alumnos emplearon los diversos modos de conocimiento identificados. Esto ayuda a caracterizar el conocimiento del grupo en cada etapa del análisis. Con el propósito de examinar el aprendizaje que tuvo lugar, se realizó un análisis global de las respuestas de los estudiantes, para determinar en qué medida su comprensión inicial evolucionó hacia un entendimiento más alineado con el enfoque científico propuesto.

La comparación cualitativa y cuantitativa de los datos obtenidos antes y después de la implementación de la enseñanza permitió llegar a conclusiones sobre qué aspectos aprendieron los estudiantes y cómo fue su proceso de aprendizaje en respuesta a la propuesta educativa implementada.

A. Sujetos

La PE se implementó en un curso conformado por 31 alumnos de 6.º año de educación secundaria (17-18 años) de una escuela de gestión privada de la ciudad de Olavarría, provincia de Buenos Aires (Argentina). Dicha implementación se llevó a cabo en 16 clases de una hora y media cada una. De los 32 estudiantes, 31 estuvieron presentes en las instancias de pre y postest. A los fines de la investigación realizada, se consideraron las producciones de los mismos.

B. Los instrumentos de recolección de datos

Para obtener datos que permitieran conocer cómo interpretan los alumnos el fenómeno de IE y cuáles son los conceptos y leyes asociadas, se diseñó un cuestionario con preguntas que involucran situaciones y fenómenos conocidos por ellos y para los cuales se espera tengan una respuesta (se presenta el cuestionario en anexo).

La potencialidad del cuestionario para hallar datos suficientes y pertinentes para cumplir con el objetivo de investigación planteado, fue evaluada en trabajos exploratorios previos (Inorreta, Bravo y Bravo, 2021).

IV. RESULTADOS

Con el propósito de investigar el proceso de aprendizaje experimentado por los estudiantes, se analizaron las respuestas proporcionadas en las etapas inicial y final, con el fin último de realizar un análisis comparativo entre ambas.

A. Instancia de iniciación

En la instancia inicial se halla que los alumnos no reconocen el fenómeno de IE y, con ello, la posibilidad de generar una corriente eléctrica haciendo un uso adecuado de imanes y bobinas. Así, elaboran respuestas como: *“No puede encenderse porque no hay una fuente de energía como una pila”*.

Cuando se les solicita que propongan una hipótesis sobre la viabilidad de este proceso, tienden a explicar que el imán actúa como una fuente de voltaje y realizan dibujos como los representados en la figura 1.

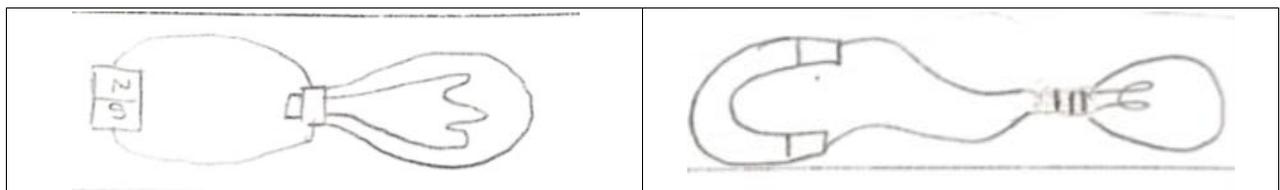


FIGURA 1. Representaciones de algunos estudiantes.

Para agrupar estas respuestas se definió la categoría I, que contempla ideas incompletas e incorrectas desde el punto de vista de las ciencias. Las mismas pueden representarse con el esquema conceptual de la figura 2.

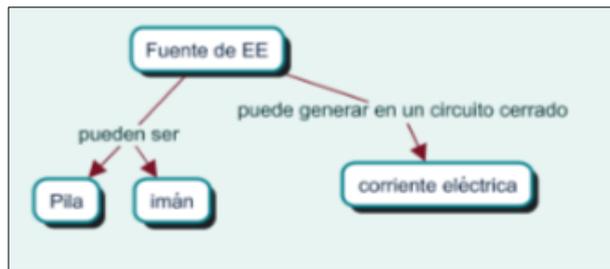


FIGURA 2. Representación categoría I.

También se observó que, ante una evidencia experimental, algunos estudiantes reconocen que es posible generar una corriente eléctrica a partir del movimiento relativo imán-espira. Estas ideas de tipo “fenomenológico”, en las que se reconocen los elementos necesarios para generar un voltaje y se describen posibles procedimientos para lograrlo (sin identificar las causas que lo producen) se agruparon en la categoría II. Esta explicación resulta correcta pero incompleta en términos de la ciencia. La figura 3 muestra el esquema conceptual que representa esta idea.

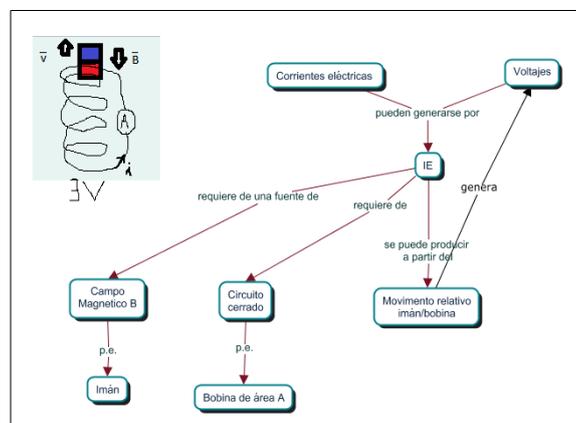


FIGURA 3. Representación categoría II.

Por ejemplo, haciendo uso de estas ideas, el alumno A₅, ante la pregunta de si sería posible generar un voltaje al variar constantemente el área de la espira en la cercanía un imán, responde: “no se va a poder generar un voltaje porque no existe algún tipo de movimiento por parte del imán.” El gráfico de la figura 4 muestra la frecuencia con que se usaron las categorías I y II, previo a la enseñanza.

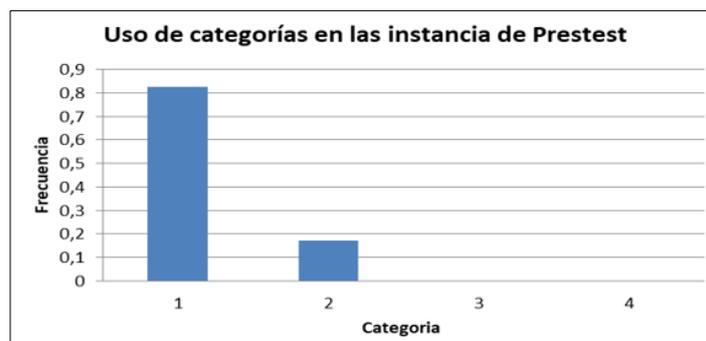


FIGURA 4. Frecuencias de las categorías observadas en la instancia de pretest.

El ANOVA realizado, advierte que los estudiantes utilizan con frecuencias estadísticamente diferentes las dos categorías mencionadas ($H_{91,69}$; $p < 0,0001$). En tanto el test *post hoc*, Kruskal Wally, revela que la categoría I es usada con una frecuencia estadísticamente mayor, por lo que resulta representativa del modo de conocer de los estudiantes.

En síntesis, antes de la enseñanza, los estudiantes no reconocen el fenómeno de IE y acuden a razonamientos reduccionistas basados en datos/hechos conocidos para intentar una explicación. Sus explicaciones son incompletas e incorrectas a la luz del conocimiento científico.

B. Instancia de síntesis

Luego de la enseñanza se observa que usan, además de las categorías I y II antes definidas, ideas más complejas, sistémicas y coherentes con las de la ciencia que obliga a definir nuevas categorías.

Así, en la llamada categoría III se agrupan aquellas respuestas en las que se asume que el voltaje se genera por la existencia de un flujo en la espira. Esta explicación involucra razonamientos más complejos que en el caso anterior, dado que incorpora conceptos abstractos (como el de flujo de campo magnético) pero sigue siendo incompleta e incorrecta desde el punto de vista del conocimiento científico. Por ejemplo, el alumno A₆ ante la pregunta sobre cómo se podría aumentar la fem responde: "a mayor cantidad de líneas de campo magnético que atraviesan la espira, mayor será el voltaje generado". El esquema conceptual que representa esta idea se identifica en la figura 5.

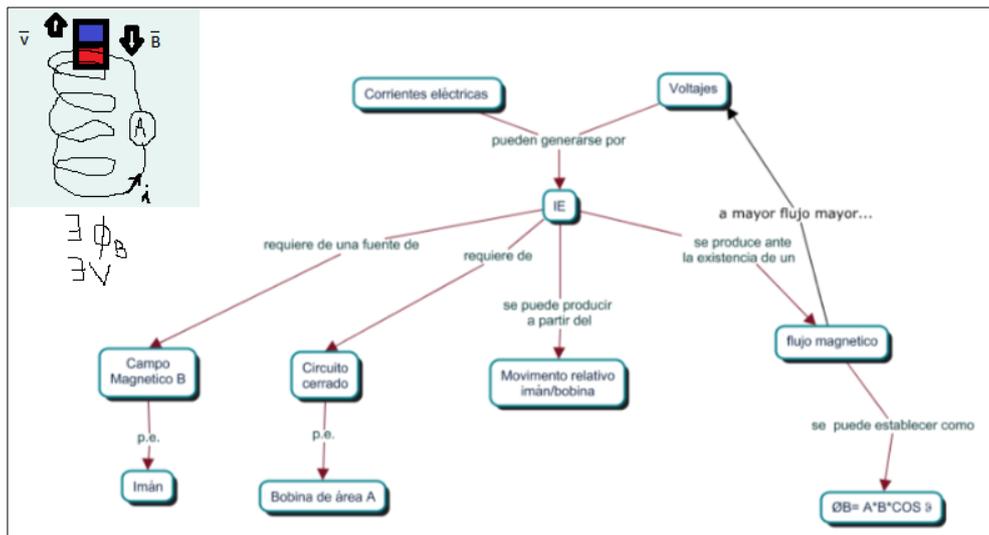


FIGURA 5. Representación categoría III.

En la categoría IV se agruparon las respuestas que implican explicar que el voltaje resultante de la IE se produce debido a cambios en el flujo magnético dentro de la espira conductora. Estos cambios pueden ser inducidos mediante la modificación del campo magnético, el área expuesta o la configuración espacial entre la espira y el imán. Además, reconocen que la magnitud de este voltaje es directamente proporcional a la velocidad con la que ocurren los cambios en el flujo magnético. Así, por ejemplo, cuando se enfrentan a una situación que implica identificar el fenómeno y los procesos que deben llevarse a cabo para que suceda, el alumno A₈ contesta lo siguiente:

1. Una forma de encender la lámpara sin conectarla a una pila, batería o red domiciliaria es haciendo uso de imanes y cables conductores.

a) ¿Cómo crees que se podría proceder para lograrlo?

Para encender una lámpara se necesitan un imán ya que este genera una perturbación en el campo (campo magnético) por lo tanto este tiene que estar en movimiento constante y además necesita la presencia de la variación del flujo ya que este es el que genera la corriente

b) Representa con un dibujo la respuesta

Imán en movimiento

Cuando deben identificar las causas, procesos o variables de las que depende la generación de IE, A₁ responde de la siguiente forma:

Cuanto mayor sea el flujo magnético dentro de una espira conductora, mayor será el voltaje que se genera en ella por inducción electromagnética
FALSO: LA AFIRMACIÓN CORRECTA ES QUE CUANTO MAYOR SEA LA VARIACIÓN DE FLUJO MAGNÉTICO DENTRO DE UNA ESPIRA CONDUCTORA, MAYOR SERÁ EL VOLTAJE QUE SE GENERA EN ELLA POR INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA YA QUE GENERAMOS CORRIENTE A CAUSA DE LA VARIACIÓN DEL FLUJO

Para generar un Voltaje en una espira conductora (circuito cerrado) puede colocar una imán en cercanía y variar continuamente el área de la espira (cambiando su tamaño o forma, por ejemplo)
VERDADERO: SI YO VARIO EL TAMAÑO DE LA ESPIRA, VA A IR CAMBIANDO LA CANTIDAD DE LINEAS DE CAMPO QUE LA ATRAVIEZAN, VARIANDO A SU VEZ EL FLUJO MAGNÉTICO. (EN CONCLUSIÓN VARIA EL ÁREA)

Cuando deben identificar y obtener la magnitud del voltaje, el alumno A18 lo desarrolla de la siguiente manera:

8. Un músico aficionado construyó un micrófono usando un imán y una bobina de 0,03 m² de área y 100 vueltas de alambre de cobre. Al hablar cerca de dicho micrófono se generó un Voltaje de 3V. ¿es verdad que el campo magnético en el interior tuvo que variar de 0 T a 1 T en 1 seg, para lograr esa diferencia del potencial? Justifica tu respuesta.

$$V = 100 (1T - 0T) \cdot 0,03 m^2 A = 3V$$

 Si es verdad porque existe la variación del campo magnético. Para que se genere cambio de flujo (voltaje)

Esta explicación, que involucra a la comprensión y uso de la ley de Faraday y cuyo uso demanda modos de razonar sistémicos y no reduccionistas, se corresponde con la idea de la ciencia escolar que se pretendía construyeran los estudiantes como consecuencia de la enseñanza. El esquema conceptual que representan las ideas de los estudiantes se identifica en la figura 6.

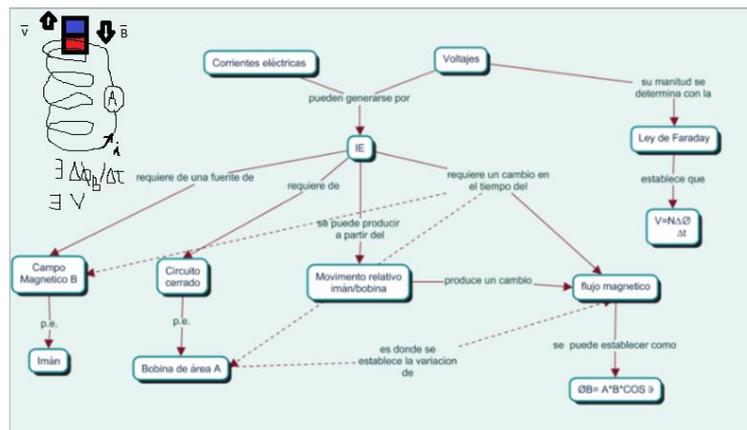


FIGURA 6. Representación de la categoría IV.

El gráfico de la figura 7 muestra la frecuencia con que usan las distintas categorías después de la enseñanza. El ANOVA realizado permite afirmar que las distintas categorías se usan con frecuencias estadísticamente diferentes ($H = 48.58$; $p < 0,0001$) y el test *post hoc* revela que la categoría IV es la que se usa con una frecuencia estadísticamente mayor que las demás, por lo que resultaría la idea representativa del grupo en esta instancia final.

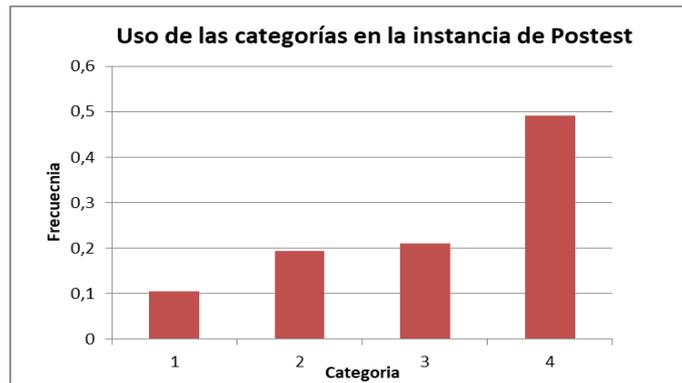


FIGURA 7. Frecuencia de uso de las categorías en la instancia de Postest.

C. Instancia iniciación vs. síntesis

Al llevar a cabo un análisis comparativo del uso de diversas categorías por parte de los alumnos en las instancias pre y postest, los resultados del ANOVA revelan que existen diferencias significativas en las frecuencias con que se usan ($H=184.84$, $p < 0.001$). El test *post hoc* indica que, tal como lo muestra el gráfico de la figura 8, disminuye significativamente el uso de la categoría I y aumenta significativamente el uso de las categorías IV. Es decir que los estudiantes pasan de no reconocer el fenómeno de IE y, con ello, la posibilidad de generar una corriente eléctrica haciendo un uso adecuado de imanes y bobinas, a explicar que esto es posible variando el flujo magnético en el interior del circuito. A su vez reconocen que, a mayor velocidad con que varía el flujo, mayor es el voltaje que se genera por IE.

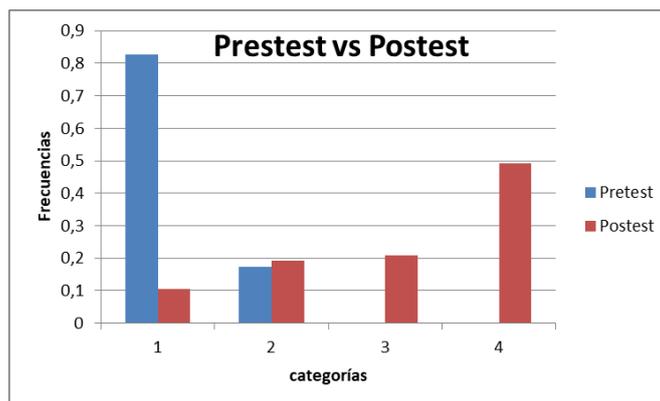


FIGURA 8. Instancia de pretest vs. postest.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados permiten concluir que los estudiantes no reconocían el fenómeno de IE antes de la enseñanza formal del tema y, ante la evidencia experimental, acudieron a razonamientos incompletos e incorrectos basados en datos o hechos conocidos, para intentar una explicación que resulta incorrecta desde el punto de vista de las ciencias. Después de la implementación de la PE, se observa que los estudiantes tienden a explicar el fenómeno en términos de ideas coherentes con las de la ciencia, haciendo uso de modos de razonar más complejos, sistémicos y plurivariados. Así, identifican que el voltaje resultante de la IE se produce debido a cambios en el flujo magnético dentro de la espira conductora. Además, reconocen que la magnitud de este voltaje es directamente proporcional a la velocidad con la que ocurren los cambios en el flujo magnético y logran aplicar la ley de Faraday para resolver problemas de índole cuantitativo. Estos cambios son interpretados como una evidencia de que los estudiantes han logrado construir un conocimiento acorde o cercano al que se pretendía aprender en este nivel educativo.

Comprender cómo se produjeron esos cambios, qué modelos intermedios se construyeron al aprender, qué obstáculos tuvieron que superar al hacerlo, es el principal objetivo que se persigue con el estudio que se está llevando a cabo actualmente, intentando siempre aportar datos concretos que permitan entender cada vez con mayor rigor y fundamento cómo aprenden Física estudiantes de nivel secundario.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación que financia el PICT "Desarrollo Iterativo de propuestas didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de la física" en cuyo marco se lleva a cabo la investigación presentada. También a la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA y a estudiantes, docentes y directivos del Colegio Nuevas Lenguas en cuyas aulas se implementa la PE diseñada.

REFERENCIAS

- Almudí, J., Zusa y K., Guisasaola, J. (2016). Aprendizaje de la teoría de inducción electromagnética en cursos universitarios de física general. Una enseñanza por resolución guiada de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 7-24.
- Bravo, B., Pesa, M. y Braunmüller, M. (2022). IDAS: una metodología de enseñanza centrada en el estudiante para favorecer el aprendizaje de la física. *Revista brasileira de Ensino de Física*, 44.
- Inorreta, Y., Bravo, B., y Bravo, S. (2021). La enseñanza y el aprendizaje del fenómeno de inducción electromagnética en el nivel secundario. *Revista de Enseñanza de la Física*, 33, 357-365. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35585>
- Naizaque Aponte, N. (2013). Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de la inducción electro- magnética. Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. <http://bdigital.unal.edu.co/39628/1/1186696.2013.pdf>
- Rinaudo, M. C., y Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (22).

ANEXO

A. PRETEST: INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

1. UN CIRCUITO UN TANTO "ESPECIAL"

Imagina que cuentas ahora con un circuito conformado SOLO por alambres de cobre y una lámpara: ¿Consideras que con estos materiales podrías lograr que la lámpara se encienda?

- 1) Si crees que NO, explica por qué
- 2) Si crees que SÍ, indica:



- 2.1 qué elementos necesitas
- 2.2 la función de cada elemento
- 2.3 ¿Qué harías o cómo procederías para lograr que se encienda?

2. UN GRAN DESAFÍO

Imagina que una amiga, que estudia Ingeniería, te cuenta que en una clase de Física lograron encender una lámpara sin conectarla a una pila, batería o red domiciliaria.



Te desafía a que propongas cómo hacerlo usando los siguientes materiales:

1. Representa con un dibujo cómo usarías los materiales para cumplir con el desafío.
2. Explica la función que cumple cada elemento: Imán, Cables y Lámpara

3. ¿MAGIA? No, ¡¡CIENCIA!!

A) En la experiencia "Inducción electromagnética experimentos" (disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=sgyUH0UmyK0>) se conecta una bobina (un enrollado de alambres de conductores) a un galvanómetro (instrumento cuya aguja se mueve cuando circula corriente por el circuito). Como puede observarse, se logra generar una corriente haciendo mover el imán en el interior de la bobina.

1. Si en lugar de un galvanómetro hubiese conectada una lámpara: ¿qué crees habría sucedido?
 2. En base a tus ideas ¿cuál crees que es la causa para que se genera una corriente eléctrica en el experimento analizado?
- B) El generador eléctrico es una de las aplicaciones más importantes del fenómeno de inducción electromagnética. En el video "Generador" (disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=6O7sgJpeSPE>) puedes apreciar un generador casero y en "El laboratorio electromagnetismo" (disponible en <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday>) puedes simular su funcionamiento. En base a tus ideas
1. ¿Por qué crees que se enciende la lámpara?
 2. Si se cambiara la lámpara del experimento por otra que requiere mayor energía eléctrica para brillar, ¿Qué modificaciones le harías al experimento a fin de lograr que esta lámpara se encienda? Justifica tu respuesta

B. POSTEST

1. Una forma de encender la lámpara sin conectarla a una pila, batería o red domiciliaria es haciendo uso de imanes y cables conductores. a) ¿Cómo crees que se podría proceder para lograrlo? b) Representa con un dibujo la respuesta c) Explica la función que cumple el imán, la lámpara y los cables conductores

2. Un dínamo es un dispositivo que suelen usar los ciclistas para encender la lámpara de sus bicicletas ya que transforma energía mecánica (asociada al movimiento de las ruedas) en energía eléctrica. Su funcionamiento básicamente consiste en el movimiento de una bobina en la cercanía de un imán.

- a) Explica lo que sucede en el dínamo para que se genere un Voltaje necesaria para encender la lámpara de la bici
- b) Representa con un dibujo la situación que hace posible que el dínamo genere un Voltaje
- c) Si se cambiara la lámpara de la bici por otra que requiere mayor energía eléctrica para brillar, ¿Qué modificaciones harías, a los elementos o procesos involucrados en el funcionamiento del dínamo, a fin de lograr que esta lámpara se encienda? Justifica tu respuesta.

3. Dadas las afirmaciones que te presente a continuación, debes decidir si son VERDADERAS o FALSA y JUSTIFICAR tu decisión.

A. Cuanto mayor sea el flujo magnético dentro de una espira conductora, mayor será el voltaje que se genera en ella por inducción electromagnética.

B. Para generar un Voltaje en una espira conductora (circuito cerrado) puede colocar un imán en cercanía y variar continuamente el área de la espira (cambiando su tamaño o forma, por ejemplo).

C. Si se coloca un imán en el interior de una espira conductora (circuito cerrado) circulará en ella una corriente eléctrica.

Experimento	
Tiempo [s]	Flujo [Wb]
0,2	0,4
0,4	0,8
0,6	1,2
0,8	1,6

4. Imagina que estás investigando el funcionamiento de los discos duros en una computadora. Sabes que la información se almacena en los discos duros utilizando campos magnéticos y que la Ley de Faraday es relevante en este proceso. Se sabe que el disco duro tiene una bobina que interactúa con los campos magnéticos para escribir la información ¿Cuál es la magnitud del Voltaje en el experimento?

5. Una bobina circular que se encuentra en un generador eléctrico portátil está formada por 1000 espiras conductoras de 0,1 m² de área ubicadas perpendicularmente a un campo magnético generado por electroimán:

- a) Realiza un dibujo de la situación. Indica todas las magnitudes involucradas
- b) Si el campo magnético varía en el tiempo y se obtienen los siguientes flujos $\phi_i = 0,1 \text{ Wb}$ y el $\phi_f = 0,2 \text{ Wb}$

¿cuál sería su variación? c) Si este cambio de flujo ocurrió en un intervalo de tiempo de 5 segundos ¿cuál es el valor del Voltaje que se generará? ¿Será suficiente para encender una lámpara de 12 V?

6. Un músico aficionado construyó un micrófono usando un imán y una bobina de 0,03 m² de área y 100 vueltas de alambre de cobre. Al hablar cerca de dicho micrófono se generó un Voltaje de 3 V. ¿Es verdad que el campo magnético en el interior tuvo que variar de 0 T a 1 T en 1 seg, para lograr ese Voltaje? Justifica tu respuesta.