

Análisis de estrategias didácticas para favorecer el aprendizaje del fenómeno de inducción electromagnética en la Educación Secundaria

Yesica Inorreta ¹, Bettina Bravo ² y Silvia Bravo ^{3,4}

yesica.inorreta@fio.unicen.edu.ar , bbravo@fio.unicen.edu.ar, sbravo@herrera.unt.edu.ar

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

3 Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

4 Facultad Regional Tucumán, Universidad Tecnológica Nacional, Rivadavia 11050. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

Resumen

En el presente trabajo se analizan las estrategias de enseñanza empleadas por una docente al llevar a cabo una propuesta de enseñanza sobre Inducción Electromagnética con estudiantes de educación secundaria. Este análisis forma parte de una investigación más amplia que busca comprender como aprenden sobre esta temática y explorar estrategias de enseñanza potencialmente útiles para facilitar la construcción de un conocimiento coherente con el de la ciencia. Los objetivos del trabajo incluyen la caracterización del desempeño docente, evaluados mediante una metodología cualitativa en el marco de una investigación-acción. Los registros utilizados incluyen observaciones directas en audio, notas de campo y entrevistas a estudiantes. Se describen y analizan las estrategias didácticas empleadas en las distintas etapas de la propuesta: inicio, desarrollo, aplicación y síntesis. Los resultados revelan que la docente actuó principalmente como "guía", apoyando a los estudiantes en la expresión y clarificación de sus ideas, abordando el conocimiento escolar y propiciando su aplicación para resolver problemas. Abordados en la enseñanza de la Inducción Electromagnética. Si bien se identifican áreas de mejora, como el intercambio entre pares en la etapa inicial, el uso de preguntas más abiertas en el desarrollo y la autonomía de los estudiantes en la síntesis, su desempeño se percibe como facilitador del aprendizaje, al fomentar un entorno propicio para la comprensión y aplicación práctica de los conceptos y leyes asociados a la Inducción Electromagnética.

Palabras clave: Estrategias didácticas, aprendizaje, enseñanza, inducción electromagnética.

Analysis of teaching strategies to promote the learning of electromagnetic induction in secondary education

Abstract

En this work, the teaching strategies employed by a teacher in carrying out a teaching proposal on Electromagnetic Induction with secondary education students are analyzed. This analysis is part of a broader research that seeks to understand how students learn about this topic and explore teaching strategies that could potentially facilitate the construction of knowledge coherent with that of science. The objectives of the work include the characterization of teaching performance, evaluated through a qualitative methodology within the framework of action research. The records used include direct audio observations, field notes, and student interviews. The didactic strategies used in the different stages of the proposal are described and analyzed: initiation, development, application, and synthesis. The results reveal that the teacher primarily acted as a "guide," supporting students in expressing and clarifying their ideas, addressing school knowledge, and promoting its application to solve problems in the teaching of Electromagnetic Induction. While areas for improvement are identified, such as peer exchange in the initial stage, the use of more open-ended questions in development, and student autonomy in synthesis, their performance is perceived as facilitating learning by fostering an

environment conducive to understanding and practical application of concepts and laws associated with Electromagnetic Induction.

Keywords: Didactic strategies, learning, teaching, electromagnetic induction.

Analyse des stratégies pédagogiques pour favoriser l'apprentissage du phénomène de l'induction électromagnétique dans l'enseignement secondaire

Résumé

Dans le présent travail, les stratégies pédagogiques employées par une enseignante lors de la mise en œuvre d'une proposition d'enseignement sur l'induction électromagnétique avec des élèves du secondaire sont analysées. Cette analyse fait partie d'une recherche plus vaste visant à comprendre comment les élèves apprennent sur ce sujet et à explorer des stratégies d'enseignement potentiellement utiles pour faciliter la construction d'une connaissance cohérente avec celle de la science. Les objectifs du travail comprennent la caractérisation de la performance enseignante, évaluée au moyen d'une méthodologie qualitative dans le cadre d'une recherche-action. Les enregistrements utilisés comprennent des observations directes audio, des notes de terrain et des entretiens avec les étudiants. Les stratégies didactiques utilisées aux différentes étapes de la proposition sont décrites et analysées : initiation, développement, application et synthèse. Les résultats révèlent que l'enseignante a agi principalement comme "guide", soutenant les élèves dans l'expression et la clarification de leurs idées, abordant les connaissances scolaires et favorisant leur application pour résoudre des problèmes liés à l'enseignement de l'induction électromagnétique. Bien que des domaines d'amélioration soient identifiés, tels que l'échange entre pairs au stade initial, l'utilisation de questions plus ouvertes dans le développement et l'autonomie des étudiants dans la synthèse, leur performance est perçue comme facilitant l'apprentissage en favorisant un environnement propice à la compréhension et à l'application pratique des concepts et lois associés à l'induction électromagnétique.

Mots clés: Stratégies pédagogiques, apprentissage, enseignement, induction électromagnétique.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de los fenómenos asociados al electromagnetismo, entre ellos el fenómeno de la Inducción electromagnética (IE), ocupa un lugar central en los diseños curriculares oficiales tanto de educación secundaria (Diseño Curricular, 2011) como universitaria. La importancia a nivel académico de esta temática se debe a que, tal como lo afirman Almudí, Zuza y Guisasola (2016), en ella: [...] *se conjugan y sintetizan de forma creativa, diferentes leyes de la electricidad y del magnetismo y su comprensión permite a las y los ciudadanos tomar decisiones fundamentadas sobre diversas aplicaciones tecnológicas presentes en su vida cotidiana.*

La enseñanza y aprendizaje de la IE ha sido estudiada por diversos autores en nivel universitario (Almudí García, Ceberio Garate y Zubimendi Herranz, 2013; Almudí, Zuza y Guisasola, 2016; Braunmüller, Bravo y Juárez, 2019; Catalán, Caballero Sahelices y Moreira, 2010; Guisasola, Almudí y Zuza, 2008; Guisasola, Almudí y Zuza, 2010; Zuza, Almudí y Guisasola; 2012) y preuniversitario (Naizaque Aponte, 2013; Inorreta, Braunmüller, Bravo, 2019; Inorreta, Bravo y Bravo, 2021). Estos estudios han demostrado que los estudiantes enfrentan grandes dificultades en el aprendizaje de la IE, tales como la falta de comprensión de la ley de Faraday, dificultades en la identificación de los factores asociados a la inducción de una fuerza electromotriz (fem) y problemas para comprender los objetos matemáticos que aparecen en la formalización de las leyes asociadas. Así también dejan en evidencia que, aún luego de la enseñanza formal del tema, los estudiantes suelen concebir y explicar el fenómeno en términos no coherentes con los de la ciencia escolar¹.

Este estado de situación deja en evidencia la necesidad de intervenir diseñando propuestas de enseñanza (PE) que favorezcan el aprendizaje de conceptos y leyes asociados a esta temática.

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia que constituye la base de la tesis doctoral de la primera autora. En dicha investigación, se buscó estudiar qué, cómo y mediante qué estrategias didácticas y prácticas docentes los estudiantes de nivel secundario aprenden sobre la temática mencionada.

Con el propósito de abordar esta meta, se ha elaborado una PE que se describe de manera concisa a continuación y se detalla minuciosamente en Inorreta, Bravo, Bravo (2023a). La PE tiene como objetivo facilitar la comprensión de conceptos y leyes, promover la complejización del razonamiento de los estudiantes y propiciar el desarrollo de la habilidad para aplicar el conocimiento construido en la resolución de problemas.

Su implementación se llevó a cabo en un curso de educación secundaria con estudiantes de 17 a 18 años de edad, acompañada de una investigación exhaustiva para explorar y caracterizar el aprendizaje propiciado. Los resultados, presentados en Inorreta, Bravo y Bravo (2023b), dejan en evidencia que luego de la enseñanza la mayoría de los estudiantes fueron capaces de elaborar explicaciones coherentes con las que propone la ciencia. Reconociendo la importancia del rol del docente como un factor fundamental para comprender los resultados de aprendizaje, este trabajo se centra en la descripción y caracterización de las prácticas implementadas por el responsable de llevar al aula la PE diseñada. Se busca a su vez analizar la coherencia de estas prácticas con los principios teóricos que subyacen al diseño de la enseñanza, los cuales se detallan a continuación.

¹ Definimos como ciencia escolar en este trabajo y para el nivel secundario la siguiente idea: la variación temporal del flujo magnético que atraviesa a un circuito induce en él una corriente eléctrica. La ley de Faraday expresa

que existe una proporcionalidad directa entre la velocidad con que varía el flujo magnético que atraviesa la espira y la magnitud del voltaje que se establece en ella.

2. MARCO TEÓRICO

Para diseñar y organizar la enseñanza se opta por la propuesta IDAS, llamada así 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 el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución de problemas.

Trabajos previos realizados bajo este marco², han dejado en evidencia que ésta resulta una estrategia potencialmente efectiva para propiciar el aprendizaje en temáticas científicas, al buscar involucrar al estudiante en el proceso de identificación y explicitación de sus conocimientos previos, en la construcción de nuevos conocimientos, en la gestión de ideas para resolver problemas que demanden saberes científicos - tecnológicos y en el desarrollo de habilidades metacognitivas que le permitan aprender con autonomía.

Cada etapa didáctica involucrada en IDAS persigue objetivos propios y presenta metodologías características que se describen a continuación.

2.1. Instancia de iniciación

En la instancia de iniciación se busca que los estudiantes: se motiven por aprender acerca de la temática que se abordará, expliciten sus ideas al respecto, evalúen el poder explicativo de las mismas y se interesen en conocer los conceptos, modelos, leyes que la ciencia propone en relación a la temática que comienza a estudiarse. La explicitación de las ideas de los estudiantes resulta de gran importancia para ellos, porque es a partir de ese conocimiento consciente que podrán aprender otros nuevos. También son importantes para el docente, ya que le permite contar con indicadores concretos para pensar y formular acciones que favorezcan el desarrollo de los modos de pensar inicial de sus estudiantes.

En el caso de la PE sobre IE diseñada, en esta instancia se buscó que los estudiantes: recuperen 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) y expliciten sus conocimientos sobre el fenómeno de IE. Para ello se los invitó a pensar la posibilidad de encender una lámpara mediante el uso de imanes. Asimismo, se buscó que reconozcan las posibles imprecisiones y falta de claridad que suelen presentar sus ideas, al enfrentarse a evidencia empírica que involucra el fenómeno. Se propuso aquí, la realización de problemáticas que incluyen fenómenos y dispositivos conocidos para los estudiantes. En la figura 1 se presentan ejemplos de las actividades de iniciación que conforman la PE.

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

¿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 ¿por qué crees que se encienda la lámpara?

Figura 1: Ejemplo de actividades de iniciación.

2.2. Instancia de desarrollo

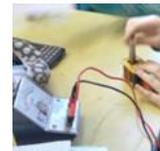
La instancia de desarrollo implica abordar el conocimiento de las ciencias. Aquí, se propone que los estudiantes implementen metodologías alineadas con las prácticas científicas que los lleve a identificar el fenómeno a analizar, reconocer las variables involucradas y modelar las relaciones que se establecen entre ellas. A diferencia de una enseñanza tradicional, donde el docente "explica" la teoría mientras los estudiantes asumen un papel pasivo de meros espectadores y replicadores del conocimiento transmitido, en esta propuesta los estudiantes trabajan de manera cooperativa y activa, orientados por el docente, para (re)construir el significado de los conceptos y leyes que se abordan.

En el caso de la PE diseñada, a partir de la realización de actividades experimentales reales y virtuales, se buscó que los estudiantes:

- evidencien experimentalmente el fenómeno de IE;
- reconozcan las variables y procesos asociados a su generación y, con ello, las condiciones que deben darse para que éste suceda (variación de flujo magnético en el interior de una espira conductora);
- construyan y formulen la ley de Faraday.

En la Figura 2 se presentan ejemplos de las actividades de desarrollo que conforman la PE.

Un grupo de estudiantes de Física realizaron una serie de experimentos que consisten en mover un imán en la cercanía de un circuito compuesto por cables y una lámpara, tal como se muestra en la figura:



En estos experimentos midieron, con la ayuda de sensores, el flujo magnético generado en la espira y el voltaje que se establece en ella (y que provoca la generación de una corriente). En estos experimentos se

² Véase por ejemplo: Bravo (2008), Bravo, Pesa y Pozo (2009); Bravo, Pesa y Rocha, (2013); Braunmüller, Bravo y Pesa, (2016); Bravo y Juárez (2019).

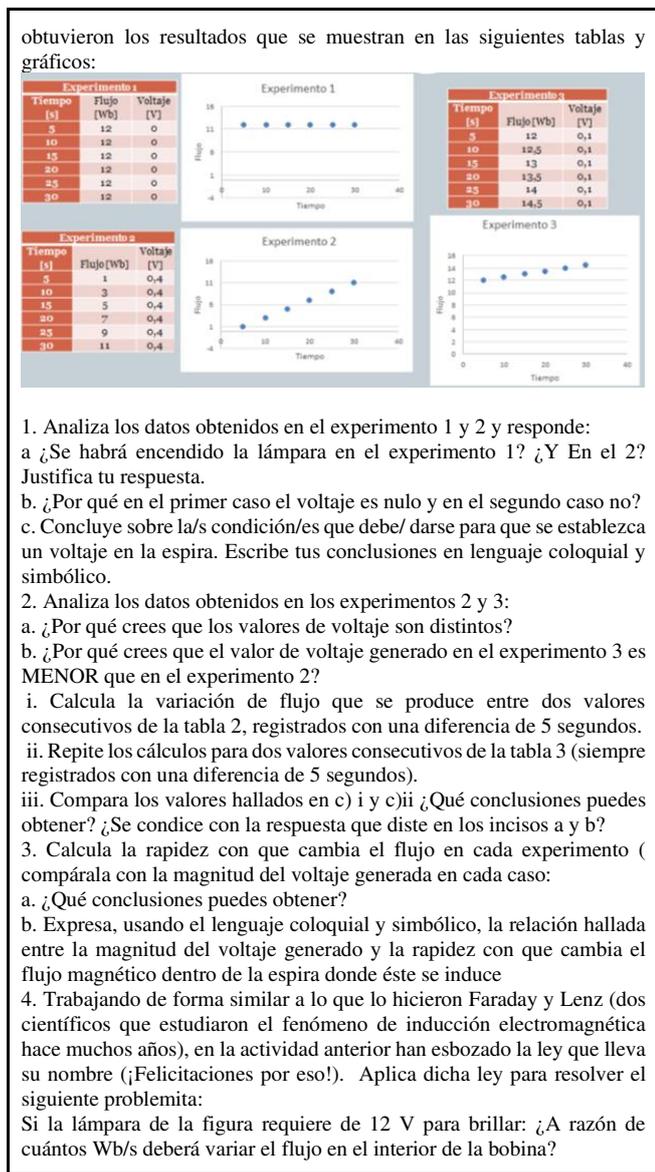


Figura 2: Ejemplo de actividades de desarrollo.

2.3. Instancia de aplicación

En la instancia de aplicación, se busca dar lugar a los estudiantes para que apliquen los conocimientos construidos con el fin de resolver problemáticas que implican la toma de decisiones justificadas sobre situaciones potencialmente significativas para ellos y para el medio físico y social que los rodea. Esta instancia es de gran importancia no solo para consolidar la comprensión de los conceptos, leyes, modelos involucrados, sino también para desarrollar habilidades relacionadas con el uso consistente de estos conocimientos, en distintos contextos y situaciones.

Para el caso de la PE diseñada, en esta instancia se buscó que los estudiantes utilicen los conocimientos construidos para interpretar y explicar el funcionamiento de diversos dispositivos tecnológicos a los que subyace el fenómeno de IE. Para ello se diseñaron problemáticas organizadas de forma tal, que las primeras demandan una explicación cualitativa del fenómeno. Luego se presentan situaciones que demandan el cálculo de flujo magnético, la identificación de la causa de su variación y, finalmente, el cálculo del voltaje inducido. Además, las problemáticas presentadas varían en su grado de especificidad, desde aquellas más cerradas que

admiten la aplicación directa de la ley de Faraday, hasta aquellas más abiertas y contextualizadas. Ante estas últimas, los estudiantes deben buscar datos, decidir qué procedimientos utilizar, aplicar de manera criteriosa el marco teórico abordado, y encontrar y evaluar los resultados obtenidos.

En la figura 3 se presentan ejemplos de las actividades que conforman la instancia de aplicación en la PE diseñada.

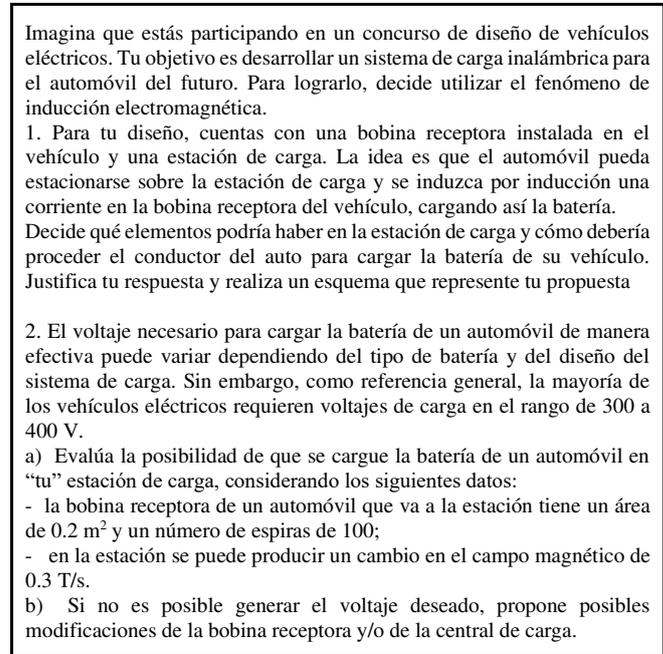


Figura 3: Ejemplo de actividades de aplicación.

2.4. Instancia de síntesis

Finalmente, en la instancia de síntesis se retoman las producciones iniciales, a fin de que los estudiantes autoevalúen qué aprendieron (y qué falta por aprender) e intenten identificar estrategias que favorecieron el aprendizaje. Estas actividades se plantean para ser realizadas primero individualmente y luego compartidas las respuestas y reflexiones con los pares y el docente.

En la figura 4 se presentan ejemplos de las incluidas en la PE diseñada.

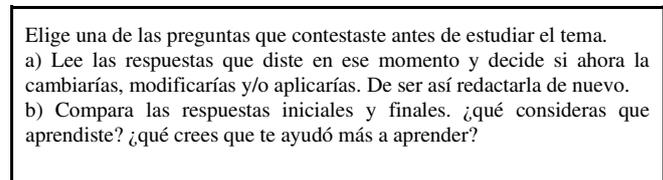


Figura 4: Ejemplo de actividades de síntesis.

2.2. Sobre el rol del docente

En el marco de IDAS, el docente adopta el rol de "guía" del proceso de aprendizaje, asumiendo la responsabilidad de facilitarlo y mediarlo. A diferencia de un docente tradicional, cuya función principal es la transmisión directa de conocimientos, se entiende aquí que el docente "guía" busca estimular la participación activa de los estudiantes, fomentar la expresión de sus ideas, alentándolos a ponerlas a prueba, desarrollarlas y aplicarlas para explicar experiencias

cotidianas y a reflexionar qué y cómo aprendieron (Bravo, 2008). Así, el docente “guía” propicia el diálogo, la confrontación de ideas, la argumentación de opiniones y la reflexión. Aunque mantiene la responsabilidad de presentar las ideas de la ciencia escolar y enseñar procedimientos característicos, lo hace a partir de las ideas que los estudiantes desarrollan durante su interacción con él, con sus compañeros y con el material didáctico especialmente diseñado para fomentar la reflexión y la participación activa en el proceso de aprendizaje.

En concordancia con lo expuesto y con resultados obtenidos en indagaciones previas sobre las estrategias puestas en juego por docentes que implementaron propuestas basadas en IDAS (Bravo, Eguren y Rocha, 2010; Juárez y Bravo, 2015), en las tablas I, II, III y IV se identifican y sintetizan algunas estrategias de enseñanza que favorecerían el alcance de los objetivos centrales de las distintas instancias didácticas. Dichas estrategias se consideran como un conjunto de enfoques que se espera que el docente aplique al llevar al aula la PE sobre IE, con el fin de promover el aprendizaje.

ETAPA	OBJETIVO	ESTRATEGIAS DOCENTES
INICIACIÓN	Indagar ideas de los alumnos	<ul style="list-style-type: none"> - Preguntar sobre las respuestas dadas a las actividades individuales sobre el fenómeno en estudio. - Incentivar la expresión oral de las respuestas dadas. - Solicitar explicaciones-justificaciones de ideas surgidas.
	Clarificar y describir ideas de los alumnos	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar ante el gran grupo ideas - justificaciones de los alumnos. - Favorecer la evaluación de pares de las ideas propuestas por los alumnos. - Propiciar que los alumnos expresen sus ideas (a través de distintos formatos comunicacionales) y se esfuercen en argumentarlas ante sus pares. - Comparar ideas propuestas por alumnos para destacar características comunes y relevantes.
	Sintetizar ideas de los alumnos	<ul style="list-style-type: none"> - Registrar las ideas manifestadas a fin de que sean reconocidas y visualizadas por todos. - Identificar y aclarar ideas-conceptos surgidos relacionados con fenómeno en estudio. - Destacar las limitaciones de explicaciones-justificaciones.

Tabla I: Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de iniciación

ETAPA	OBJETIVO	ESTRATEGIAS DOCENTES
DESARROLLO	Presentar fenómeno a estudiar	<ul style="list-style-type: none"> - Presentar objetivos claros de la actividad: problema o experiencia.
	Promover participación de los alumnos, explicitando sus ideas y explicaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Guiar en el desarrollo de las actividades propuestas. - Plantear la discusión, el intercambio, el enfrentamiento de distintas justificaciones-explicaciones. - Representar-registrar las ideas surgidas en la socialización de las justificaciones - explicaciones. - Comparar ideas propuestas por los alumnos para destacar características comunes y relevantes. - Promover y orientar en la búsqueda bibliográfica o material teórico. - Elaborar explicaciones alternativas.
	Clarificar nuevas ideas	<ul style="list-style-type: none"> - Sintetizar-informar funciones y características de los nuevos elementos. - Sintetizar-informar las interacciones que se producen entre los distintos elementos. - Presentar de forma integrada el modelo propuesto por la ciencia ante el gran grupo. Formalizar conceptos.

Tabla II: Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de desarrollo

ETAPA	OBJETIVO	ESTRATEGIAS DOCENTES
APLICACIÓN	Presentar la clase y la situación - problema	<ul style="list-style-type: none"> - Presentar objetivos claros de la nueva actividad. - Indagar las respuestas elaboradas por los alumnos en actividades previas.

Promover participación de los alumnos, explicitando sus ideas y explicaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperar y socializar respuestas-explicaciones de alumnos a actividad previa. - Preguntar para que reconozcan variables que intervienen en situación.- problema, sus funciones y sus interacciones. - Guiar en el uso de modelos de la ciencia para explicar. - Propiciar la elaboración de argumentaciones. - Orientar en la elaboración de argumentos para explicar.
Clarificar las ideas de los alumnos	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar situaciones planteadas en las actividades previas. - Destacar e informar sobre las variables que intervienen en situación - problema, sus funciones y sus interacciones.
Sintetizar el modelo de ciencia usado y el tipo de explicaciones elaboradas	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar una síntesis del modelo usado. - Explicitar las características de una explicación usando nuevas ideas (de la ciencia). - Establecer diferencias entre explicaciones cotidianas y las coherentes con las de la ciencia. - Evaluar la aplicación de las ideas de la ciencia. - Sintetizar el saber de la ciencia implicado.

Tabla III: Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de aplicación

ETAPA	OBJETIVO	ESTRATEGIAS DOCENTES
SINTESIS Y CONCLUSION	Guiar a los alumnos en la identificación, clarificación y evaluación de sus ideas usadas	<ul style="list-style-type: none"> - Socializar las explicaciones de los alumnos y los modelos usados. - Explicar lo que se representa en cada modelo. - Analizar la validez de esos modelos para elaborar explicaciones, comparar distintos modelos usados (variables, interacciones). - Ayudar a los alumnos a clarificar sus ideas usadas a lo largo del proceso de enseñanza.
	Analizar, con los alumnos, el aprendizaje experimentado	<ul style="list-style-type: none"> - Compartir el cambio producido en la manera en que se fue explicando durante el proceso de enseñanza. - Reflexionar sobre las características del proceso de aprendizaje experimentado. - Solicitar que verbalicen qué creen que aprendieron. - Solicitar que verbalicen qué les ayudó más a aprender. - Realizar una síntesis sobre qué aprendieron y cómo.
	Plantear situaciones cotidianas para sintetizar y aplicar el modelo de la ciencia escolar y “evaluar” su potencialidad para elaborar explicaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Representar gráficamente el modelo de ciencia escolar que se intentó construir con la instrucción. - Explicitar situaciones que dicho modelo permite explicar. - Proponer el análisis de situaciones cotidianas donde se puede aplicar el modelo de la ciencia para explicarlas. - Solicitar explicaciones de situaciones cotidianas. - Imitar experimentalmente las situaciones a analizar a fin de ayudar a los alumnos a elaborar sus explicaciones. - Realizar preguntas para analizar interacciones entre las variables involucradas en las situaciones analizadas.

Tabla IV: Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de síntesis y conclusión

3. METODOLOGÍA

3.1. Marco metodológico

Se plantea aquí una indagación reflexiva del docente sobre su propia práctica, a través de un enfoque de investigación participante, enmarcado en una propuesta de investigación-acción. Este tipo de investigación fomenta la participación activa de diversos actores, como el docente-investigador, docentes y estudiantes (Pérez Serrano et al., 1993), lo que permite indagar sobre el aprendizaje de los mismos y también sobre el papel del docente. Se trata de una forma de investigación educativa que propone al docente el modo de llevar a cabo la indagación crítica de su propio trabajo. Se

realiza en un contexto específico y tiene capacidad para generar conocimiento práctico y directamente aplicable (Elliott, J. 1990).

3.2. El estudio

Es un estudio de caso donde se analizaron las 24 clases (distribuidas en 2 clases de 3hs semanales) que ocupó el desarrollo de la PE, convirtiendo en unidades de análisis aquellos momentos donde se identificó una intervención del docente ante el grupo de estudiantes.

3.3. Participantes

La PE diseñada fue implementada con un grupo de 30 estudiantes (17 -18 años) pertenecientes a una escuela de educación secundaria, de gestión privada de Olavarría (Buenos Aires, Argentina). La docente³ que implementa la propuesta es, a la vez, una de las investigadoras que llevan adelante este trabajo, por lo que cumple un rol de docente-investigador, participando de cada una de las tareas involucradas en la investigación (diseño e implementación de la PE, recolección y análisis de datos, elaboración de conclusiones).

A fin de acordar criterios didácticos, analizar el accionar docente conforme se lleva adelante la implementación, realizar posibles rediseños de la propuesta originalmente diseñada, acordar metodología de recolección de datos y analizar los datos obtenidos, se concretaron instancias de todo el equipo (docente-investigadora e investigadores colaboradores co-autoras de este trabajo) antes y durante la implementación.

3.4. Fuentes de datos y criterios de análisis

Estudiar el accionar docente implicó recurrir a la observación directa con registro en audio y fotografía, notas de campo de cada una de las clases. Para analizar los registros se hizo, en primer lugar, una revisión global de todo el material para destacar cuestiones relevantes para este trabajo: identificar cada sesión completa de clase señalando las actividades, instancias o momentos donde se identifica una intervención docente, una participación de los alumnos, una discusión,... de tal forma que luego permita describir el comportamiento del docente objeto de estudio de este trabajo. Luego de esa primera “mirada”, se procedió a: desgravar los registros de las clases; “trocear” cada una de las sesiones, identificando etapas de la secuencia didáctica, actividades y tipos; analizar cada actividad de enseñanza en una dimensión didáctica para ver al docente en acción (dinámica de acción del docente, docente-estudiantes, docente exponiendo solo, etc.).

Dado el objetivo de este trabajo, se analizaron aquí las sesiones en las que el docente interactúa con el grupo completo de estudiantes y se identificaron las estrategias empleadas en cada instancia didáctica.

Dichas estrategias fueron comparadas con las propuestas en las tablas I, II, III y IV (que actuaron a modo de “referencial”), con el objetivo de identificar la correlación entre su accionar y el “sugerido” desde IDAS (manteniendo la posibilidad de que se implementen nuevas o diferentes estrategias). A partir de esta descripción y análisis comparativo se caracterizó el accionar del docente que se describe en el siguiente apartado.

4. RESULTADOS

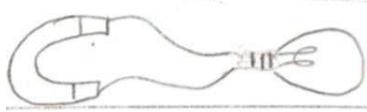
4.1. Etapa de Iniciación

La docente comienza la instancia realizando preguntas al colectivo de los estudiantes acerca del fenómeno a abordar.

Luego, presenta la actividad a resolver, que consiste en un cuestionario de múltiples preguntas a ser resuelto de forma individual. Realiza una lectura conjunta con los estudiantes de las consignas propuestas, aclarando los objetivos de las mismas. Mientras los estudiantes trabajan individualmente resolviendo esta actividad, la docente sugiere usar distintos formatos comunicacionales (respuestas escritas, esquemas, lenguaje cotidiano) para expresar las ideas, intentando que valoren la importancia de reconocerlas.

Culminada la resolución escrita, solicita a los alumnos que expresen oralmente las respuestas dadas a las actividades planteadas y registra en la pizarra, a través de esquemas conceptuales y dibujos, las ideas principales. A partir de ellas plantea interrogantes que las ponen en “tela de juicio”, tal como se muestra en el fragmento de la Figura 5.

“D: la mayoría de ustedes propuso que el imán actúa como si fuera una batería/pila.

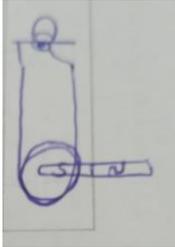


Entonces, les pregunto ¿si actúan iguales, porque en una linterna no usamos imanes?

A1: porque el imán debería estar en movimiento

D: bien ¿y esto qué quiere decir? ¿ que bajo ciertas condiciones puede comportarse como una fuente eléctrica?

A2: Sí, poniéndolo así



D: Les propongo trabajar experimentalmente, replicando estas situaciones, así entre todos analizamos si están bien los esquemas planteados, ¿les parece?...”]

Figura 5: Ejemplo diálogo docente - estudiantes clase Iniciación.

En la tabla V se sintetizan las principales acciones implementadas por la docente durante la instancia de Iniciación.

OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE IMPLEMENTADO
Presentar la actividad	Presenta objetivos de la nueva actividad Realiza lectura conjunta con el fin de salvar dudas de interpretación
Indagar las ideas de los alumnos	Realiza preguntas para indagar las ideas y motivar el estudio del tema Incentiva la expresión oral de los estudiantes solicitando ampliación y justificación de respuestas

³ La docente, de 37 años de edad, es Profesora en Química, egresada en el año 2016 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Actualmente cursa el Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, mención física, de la Fac. de Ciencias Exactas de la UNCPBA, encontrándose en la instancia de redacción de tesis. Posee una trayectoria de 15 años en el ámbito educativo,

habiéndose desempeñado en distintos niveles (primario, secundario y universitario). Actualmente, es Auxiliar Docente con dedicación exclusiva en el área de Física del Departamento de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA en el marco de cuyo cargo realiza tareas de docencia, extensión universitaria y de investigación como las que se comunican en este trabajo.

Clarificar y describir ideas de los alumnos	Busca que los alumnos verbalicen sus ideas y/o esquematicen Utiliza recursos para ayudar a los estudiantes a imaginar/conocer el fenómeno a estudiar
Sintetizar ideas de los alumnos	Registra las ideas manifestadas por los estudiantes a fin de que sean reconocidas y visualizadas por todos Destaca las limitaciones de las explicaciones – esquemas - justificaciones

Tabla V: Estrategias didácticas implementadas en la instancia de iniciación.

Los resultados obtenidos revelan signos de una coherencia entre el desempeño docente y las estrategias propuestas desde IDAS resumidas en la tabla I. En tal sentido se destaca la presentación de problemáticas familiares para los estudiantes, lo cual es coherente con la necesidad de fomentar el interés en el aprendizaje y la exploración de nuevos conceptos y modelos. La dinámica que emplea, con un formato de "preguntas y repreguntas", facilita la indagación y explicitación de ideas por parte de los estudiantes. No se observan otras estrategias que podrían resultar importantes en esta instancia como las relacionadas con la estimulación del intercambio entre pares que llevaría a la confrontación de ideas y argumentación de posturas diversas. No obstante el docente opta por identificar las ideas que son explicitadas en el grupo, y registrarlas y sintetizarlas de manera colectiva, promoviendo su reconocimiento como así también la evaluación de su capacidad explicativa; estrategia, que contribuiría al logro de los objetivos principales de esta etapa didáctica inicial.

4.2 Etapa de Desarrollo

Esta etapa comienza con la docente proponiendo la realización de una actividad experimental, que implica montar un circuito simple (bobina - amperímetro) y hallar las condiciones que deben darse para generar una corriente eléctrica utilizando un imán. Trabajando en pequeños grupos, los estudiantes manipularon los elementos y observaron las consecuencias que trae aparejado mover el imán en las inmediaciones de la bobina.

La docente guía la realización del experimento, orienta las observaciones y elaboración de conclusiones. En la Figura 6 se muestra, a modo de ejemplo, un diálogo entre la docente y estudiantes.

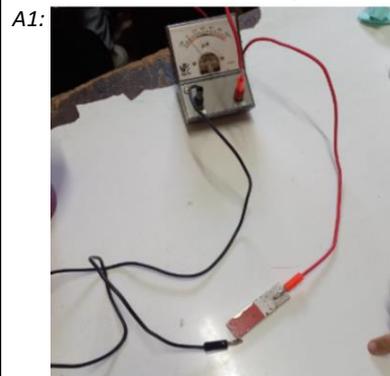
D: ¿Qué observaron al alejar y acercar el imán a la bobina?
A1: Hay actividad dentro del amperímetro
D: si giraba el imán, ¿que observaron?
A12: se movía la aguja
A3: generaba más actividad dentro del amperímetro
D: ¿sí lo dejábamos quieto? ¿Qué ocurría?
A4: se quedaba en cero
D: ¿sí lo dejamos afuera quieto?
A4: cero
D: bien, entonces ¿qué podemos concluir hasta acá? para que se establezca una corriente en la bobina ¿qué tiene que pasar?
A4: movimiento
D: muy bien! lo que pudimos observar es que para que se establezca una corriente, que se pone en evidencia cuando se

mueve la aguja del amperímetro, se tiene que mover el imán y ...]"

Figura 6: Ejemplo diálogo docente - estudiantes, clase Desarrollo.

A una de las estudiantes, la docente le propone llevar a cabo un experimento manipulando los materiales, para comprobar su idea inicial sobre cómo encender una lámpara utilizando un imán. Después de llegar a sus conclusiones, y tal como se observa en el diálogo transcrito en la Figura 7, se le señala que el imán no forma parte del circuito (como habían considerado previamente), pero sí es uno de los elementos indispensables para generar corriente eléctrica mediante inducción electromagnética.

D: arma un circuito como el que te imaginabas inicialmente



D: ¿Se detecta corriente en el amperímetro?

A1: no

D: ¿por qué crees que pasa eso?

A1: porque el imán tenía que estar en movimiento

D: claro, ¿cómo propondría ahora la conexión?

A1: (esquema realizado por la alumna)

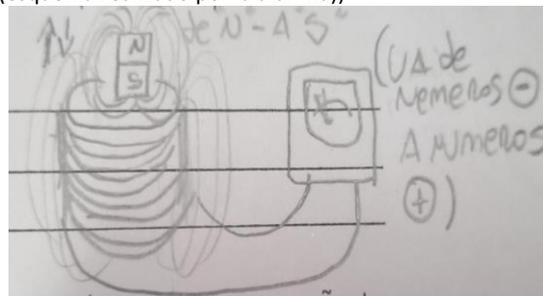


Figura 7: Ejemplo diálogo docente - estudiantes clase Desarrollo.

Reconocido el fenómeno de IE y con ello la posibilidad de generar corriente haciendo uso de una bobina (circuito cerrado) y un imán, lo que inicialmente era inconcebible para los estudiantes, se avanza con el reconocimiento del flujo magnético y cambio de flujo magnético para que se pueda generar corriente.

Para ello, la docente realiza primero el cierre de la actividad, plasmado en el pizarrón las ideas principales surgidas hasta el momento, interactuando continuamente con los estudiantes para acordar las condiciones que deben darse para detectar corriente en el amperímetro. Luego, y con el fin de hallar la "causa" de la generación del fenómeno, les propone acceder al recurso "Leyes de Faraday" (disponible en: <https://phet.colorado.edu/es/simulations/faradays-law>).

Allí, y tal como se muestra en la Figura 8, se representan líneas de campo magnético generadas por un imán, atravesando una bobina.

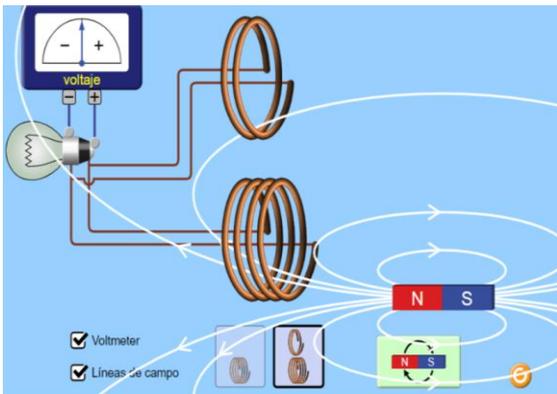


Figura 8: Simulación utilizada.

La actividad básicamente consiste en que los estudiantes muevan el imán en la cercanía de la bobina (lo que en la simulación da como resultado que la lámpara se encienda) y observen cómo se modifica el número de líneas de campo magnético que la atraviesan.

La docente recorre el salón, interviniendo, preguntando, observando, escuchando las ideas de los estudiantes. Ante respuestas o ideas incorrectas, no las corrige sino que pregunta para orientar las observaciones y razonamientos a fin de que puedan ser los alumnos quienes, de forma colaborativa (docente-estudiante, estudiante-estudiante) construyan ideas cada vez más cercanas a la ciencia.

Al terminar el desarrollo de la tarea, la docente retoma las conclusiones elaboradas en los distintos grupos y a partir de ellas, orienta hacia el reconocimiento de conceptos científicos, tal como puede verse en el diálogo transcrito en la Figura 9.

D: [...] ¿Cuáles suponen que es la causa para que se genere una corriente en el circuito, por inducción electromagnética?

A1: el movimiento

A2: el movimiento del imán

D: perfecto.

[En relación a la situación representada en la, figura la cual se proyectó en la pizarra:

D: ¿Cuántas líneas de campo pasan por la bobina en la primera situación?

A2: 6

D: y en la segunda situación ¿cuántas líneas de campo la atraviesan?

A3: 4

[...]

D: ¿Qué tiene que ocurrir entonces para que la lámpara se encienda?

A: un cambio

D: Bien, que haya un cambio. La causa para que se genere una corriente en un circuito es que cambie la cantidad de líneas de campo que atraviesa la espira. ¿Cómo se llamaba a la cantidad de líneas de campo que atravesaba un área?

A2: espira

A4: flujo magnético

D: flujo magnético (espira es el cable de cobre enrollado!).

D: entonces tiene que ocurrir un cambio, de FLUJO MAGNÉTICO. Podemos decir que se genera un corriente en el circuito si el flujo magnético en su interior varía

Figura 9: Ejemplo diálogo docente - estudiantes clase Desarrollo.

Reconocido el fenómeno y la causa que lo provoca, la docente presenta a los estudiantes un nuevo interrogante: ¿qué podemos hacer para variar el flujo magnético sin necesidad de mover el imán?

Para resolver ese interrogante, se propone a los estudiantes realizar una nueva actividad experimental en el ambiente virtual “Laboratorio de Faraday” disponible en <https://phet.colorado.edu/es/simulations/faradays-law>.

Como puede verse en la Figura 10, este recurso permite, además del movimiento relativo bobina - imán, modificar la intensidad y polaridad del campo magnético, variar el área de la bobina y la cantidad de vueltas que la conforman.

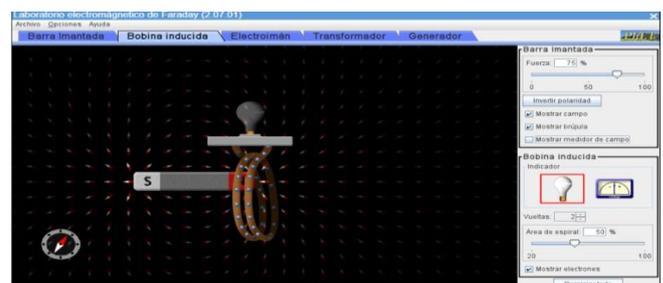


Figura 10: Simulación con la que trabaja el docente.

El objetivo de la actividad es que el estudiante reconozca que al modificar una de las variables mencionadas se

produce un cambio en el flujo magnético, que produce el encendido de una lámpara.

A fin de orientar el uso de este recurso, la docente proyecta la simulación y guía la interpretación de cada aspecto y variable representado. Trabajando siempre ante el colectivo de estudiantes y estimulando la participación activa, manipula las variables a fin de orientar hacia la comprensión del fenómeno, hacia el reconocimiento de que para generar una corriente se puede mover el imán en la cercanía de la espira (o viceversa), se puede cambiar constantemente el área de la misma y/o la magnitud - polaridad del campo magnético generado por el imán.

Reconocidas las variables y procesos que deben darse para que se genere una corriente por IE, se plantea realizar una tarea que implica cuantificar las relaciones involucradas.

Para ello se propone analizar una serie de hipotéticos resultados experimentales (presentados en tablas y gráficos) que un supuesto grupo de estudiantes recolectó al estudiar el voltaje que se establecía en una espira al variar el flujo magnético en su interior (Figura 2). La dinámica nuevamente implica el trabajo en pequeños grupos con la docente guiando la interpretación de consignas, motivando la discusión entre pares, orientando la tarea que deben realizar, ayudándolos a interpretar la información aportada en distintos formatos y, finalmente, proponer el modelo que vincula las variables analizadas.

Aquí la docente tuvo que realizar un “alto” para recuperar y relacionar conceptos analizados con antelación como voltaje y corriente eléctrica. Esto, porque hasta el momento y debido a las experiencias realizadas e instrumentos usados (tanto reales como virtuales) se había centrado la atención en la generación de una corriente eléctrica como evidencia del fenómeno de IE. Formular la ley de Faraday demandó redefinir la noción de voltaje (como energía por unidad de carga) y corriente (como movimiento de cargas que se genera cuando se establece un voltaje el conductor).

Concluida la actividad por parte de los estudiantes, la docente propone compartir las respuestas elaboradas como punto de partida para formalizar la ley de Faraday. En la Figura 12 se muestra un segmento del diálogo llevado a cabo.

D: [recuperando lo analizado con antelación] para generar una corriente (y un voltaje) tiene que ocurrir un cambio, un cambio de flujo en un determinado tiempo. Pero ¿por qué el valor de los voltajes hallados son el valor de los voltajes hallados es distintos entre el experimento 2 y experimento 3?
 A₉: porque en el experimento 2 cambia con mayor velocidad que en el experimento 3
 A₅: es verdad
 A₉: es decir, el flujo magnético pasa en 5 s de 1 a 3, y en el otro, pasa de 12 a 12, 5, y es exactamente proporcional
 D: ¡bien! entonces, se debe a la rapidez con la que cambia el flujo,
 A₄: ¡también había notado esto!...]

Figura 12: Ejemplo diálogo docente - estudiantes, clase Desarrollo.

Otro concepto retomado por la docente fue el de velocidad media (definida como la tasa de cambio de la posición en el tiempo), para ayudar a los estudiantes a calcular en base a los resultados aportados por las tablas, la tasa de cambio del flujo magnético. Finalmente, guió la comparación de estos cocientes incrementales con los valores de voltajes aportados en los hipotéticos experimentos y formuló la ley de Faraday como $V = \Delta\Phi/\Delta t$ (donde V representa el voltaje inducido, Φ el flujo magnético y t tiempo).

Formalizada la ley, la docente les propone a los estudiantes realizar un ejercicio simple que demanda el uso directo del modelo matemático elaborado, dando cierre a la instancia de desarrollo.

En la tabla VI se sintetizan las principales acciones implementadas en esta instancia.

OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE IMPLEMENTADO
Presentar actividad	Presenta objetivos de la nueva actividad. Realiza lectura conjunta con el fin de salvar dudas de interpretación. Guía la interpretación de los recursos a usar (materiales de laboratorio/simulaciones/laboratorios virtuales).
Promover participación de los alumnos, escuchando sus ideas y explicaciones	Estimula a los estudiantes para evaluar las hipótesis/predicciones a través de experimentos. Fomenta y guía el trabajo en equipo. Realiza preguntas y repreguntas para motivar la participación de los estudiantes, para que reflexionen sobre sus ideas, y las evalúen para que sean quienes concluyan. Sintetiza las ideas principales que surgen de los alumnos.
Clarificar nuevas ideas	Estimula la interacción alumno-alumno y alumno-docente, para construir colaborativamente las ideas de la ciencia. Presenta de forma integrada el modelo propuesto por la ciencia, a partir de las ideas abordadas con antelación y las propias manifestadas por los estudiantes. Utiliza diversos recursos para sintetizar los conceptos/leyes abordados (PowerPoint, pizarra, videos, simulaciones, laboratorio virtual, analogía).

Tabla VI. Estrategias didácticas implementadas en la instancia de desarrollo.

Los resultados obtenidos vuelven a confirmar que la actuación del docente está alineada con las estrategias sugeridas desde IDAS para esta etapa didáctica. En este sentido, se destaca su intención por impulsar la participación activa de los estudiantes en la ejecución de la tarea, despejando dudas de interpretación y orientando la comprensión de los recursos utilizados, tales como materiales de laboratorio, simulaciones y laboratorios virtuales. También se evidencia su búsqueda por estimular la evaluación de hipótesis y predicciones mediante experimentos, fomentando el trabajo en equipo y la interacción entre los estudiantes y el docente.

A diferencia de un enfoque tradicional, el docente no se limita a presentar la ley y/o conceptos asociados, sino que procura orientar a través de preguntas para que los

estudiantes construyan su significado a partir de las actividades propuestas.

Aunque en algunas instancias podría ser considerado demasiado directivo al asignar un peso significativo a respuestas "correctas", es importante destacar que no desestima los errores. En cambio, plantea preguntas brindando a los estudiantes la oportunidad de evaluar, completar o modificar sus respuestas para construir conocimiento.

4.3 Etapa de Aplicación

La docente comienza esta instancia realizando preguntas ante el colectivo de estudiantes sobre el fenómeno que se abordó, propiciando la explicitación de las ideas construidas hasta el momento. Registra en la pizarra las respuestas dadas, lo que favorece su visualización, y permite ponerlas a discusión para acordar el significado de los conceptos y leyes estudiados durante la instancia de desarrollo.

Luego, presenta las actividades diseñadas para este momento la cual busca que los estudiantes apliquen las nuevas ideas para resolver distintas problemáticas de complejidad creciente.

Antes de comenzar la resolución de cada problema, el docente realiza una lectura conjunta de los enunciados, ayuda a los estudiantes a reconocer datos e incógnitas como así también las variables involucradas en la situación particular analizada. A su vez guía la interpretación de la situación a analizar sobre todo en aquellas más abiertas.

En la figura 13 se presenta un extracto del diálogo que se lleva a cabo durante la etapa inicial del problema asociado al diseño de un dínamo. En este contexto, se observa al docente guiando a los estudiantes en el análisis de la situación que deben abordar, así como en la identificación de parámetros, variables, datos e incógnitas. Además, el docente aclara conceptos nuevos, recupera conocimientos y situaciones previamente analizadas, e incorpora diversas estrategias y recursos con el objetivo de enriquecer la situación y facilitar la identificación de las variables en juego.

A pesar de que su intervención tiene un enfoque que puede resultar en exceso orientador, se reconoce la intención de fomentar que sean los estudiantes quienes deduzcan, la causa de la generación de fem en el contexto de la situación analizada.

En la Figura 13 se muestra un segmento del diálogo llevado a cabo.

D: [...] el enunciado del problema propone la siguiente expresión para calcular la fem máxima que se puede generar por IE al girar la espira en un campo (o un imán cerca de una espira): $\varepsilon = N * B * A * \omega$
 D: ¿Qué variables o parámetros representan las letras que aparecen?
 Varios alumnos a la vez : N cantidad de vueltas
 Varios alumnos a la vez: B campo magnético
 Varios alumnos a la vez: A el área
 D: y w? es algo que por ahí no conocen...Para eso les traje este dispositivo, un dinamo casero (lo hace funcionar frente a los estudiantes)

D: ¿cuál de todas las variables de las cuales estuvimos trabajando?, es la que variando en este momento para que se pueda prender este foco
 (Ante la imposibilidad de los estudiantes de responder se detiene a repasar algunos problemas previos, y analizar las variables asociadas al flujo magnético que se podían variar para generar IE)
 D: Haciendo funcionar el dispositivo ¿Cuál de todas las variables, de las cuales podría variar para variar el flujo estoy variando aquí?
 D: el área? ... (orienta la observación hacia el la espira mientras gira)
 A(todos) : no
 D: el campo magnético? (señala el imán que está girando cerca de la espira)
 Varios alumnos a la vez: no
 D: ¿Cuál es la otra variable involucrada en la definición de flujo?
 A3: la orientación
 D: ahhhh, la orientación. Se acuerdan que en el laboratorio virtual podíamos también cambiar la orientación de la espira. Si! Entonces en este aparatito que tengo acá, lo que está variando es la orientación del imán y eso produce el cambio de flujo...

Figura 13: Ejemplo diálogo docente - estudiantes, clase Aplicación.

Durante el tiempo en que los alumnos trabajan de forma grupal en cada actividad, la docente circula por el aula para fomentar el trabajo cooperativo de los estudiantes y, en caso de dudas o preguntas, les hace repreguntas para que puedan acercarse cada vez más a las ideas de la ciencia. Así también sugiere que utilicen diferentes formatos comunicacionales (como respuestas escritas, esquemas, o lenguaje coloquial, expresiones matemáticas) para expresar sus ideas de manera clara y coherente con los conceptos científicos.

Una vez resueltas las tareas, la docente propone una puesta en común de los procedimientos empleados y los resultados alcanzados. Para incentivar la participación de los estudiantes, invita a que sea alguno de ellos quien lo resuelva en la pizarra ante sus compañeros, favoreciendo una construcción colectiva de las respuestas buscadas. La docente guía la discusión y sintetiza la resolución.

Concluye esta etapa realizando una síntesis del modelo utilizado, explicando sus características y su aplicación en cada uno de los problemas planteados, destacando la importancia de lo aprendido para resolver problemas cotidianos y que involucran dispositivos tecnológicos conocidos para los estudiantes.

En la tabla VII se sintetizan las principales acciones implementadas en esta instancia de aplicación.

OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE IMPLEMENTADO
Presentar los objetivos de la clase y tareas resolver	Presenta objetivos de la nueva actividad Realiza lectura conjunta con el fin de salvar dudas de interpretación
Promover participación de los alumnos, escuchando sus ideas y explicaciones	Recupera y sintetiza la idea de la ciencia trabajada previamente Guía el uso de modelos de la ciencia para explicar

	Orienta la actividad
Clarificar nuevas ideas	Explica y retoma ejemplos de situaciones planteadas en actividades previas Destaca las variables y sus relaciones que involucran la problemática a resolver.
Sintetizar el modelo de la ciencia usado y el tipo de explicaciones elaboradas	Realiza una síntesis de la resolución de un problema. Realiza una síntesis del modelo usado Sintetiza el modelo de la ciencia.

Tabla VII. Estrategias didácticas implementadas en la instancia de aplicación.

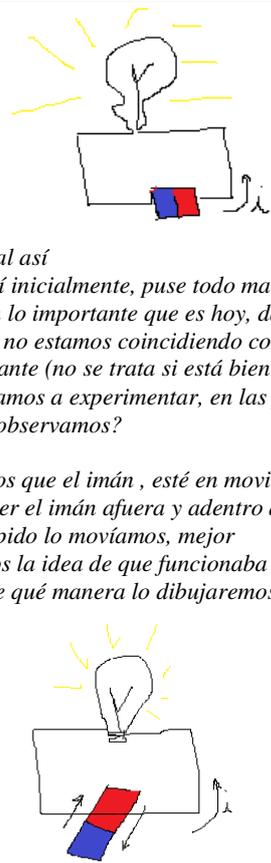
Los resultados obtenidos indican que las estrategias implementadas por la docentes son concordantes con las propuestas desde IDAS en tanto se observa la implementación de estrategias como lecturas conjuntas, recuperación de conceptos/resoluciones de problemas previos y la orientación en el uso de los conceptos y leyes pertinentes, lo que contribuiría a fortalecer el desarrollo de habilidades para aplicar conocimientos en diversos contextos, objetivo central de esta instancia didáctica.

4.4. Etapa de Síntesis

En esta etapa, la docente propone a los estudiantes revisar lo que han aprendido sobre el fenómeno de IE. Para ello, les entrega las respuestas que dieron en las actividades planteadas en la etapa de iniciación, invitándolos a leerlas y, si lo consideran necesario, a modificarlas o ampliarlas. También les solicita que comparen sus respuestas iniciales y finales y realicen una breve descripción de lo que han aprendido, así como de las estrategias y/o actividades que consideran que les ayudaron más a aprender. Finalmente, les pide que expliciten lo que creen que aún queda por comprender o mejorar en sus conocimientos.

Después de completar la tarea, la docente, en diálogo con el colectivo de estudiantes, resume las ideas que habían explicitado antes de la enseñanza (que implicaba desconocimiento del fenómeno y/o la concepción de que el imán actúan como una fuente de CC, una pila o batería) y las representa mediante un esquema. Guía entonces la atención de los estudiantes para que identifiquen ideas erróneas o incompletas y evalúen su capacidad explicativa. Luego, les propone generar en conjunto una red de conceptos que represente la idea que han construido hasta el momento. Sobre el mismo y en comparación con el inicial, la docente muestra el aumento de conceptos considerados y relaciones identificadas, lo cual demuestra la complejidad creciente del conocimiento de los estudiantes. Además, se destacan las aplicaciones tecnológicas que han podido explicar gracias a este conocimiento. En la Figura 14 se muestra parte del diálogo que se llevó adelante.

D: inicialmente, cuando nos cuestionamos sobre la posibilidad de generar una corriente con un imán, la mayoría propuso lo siguiente:



A1: si, pero está mal así
A2: yo lo dibuje así inicialmente, puse todo mal
D: claro, observen lo importante que es hoy, darse cuenta que como pensábamos no estamos coincidiendo con la ciencia, pero sí, era muy importante (no se trata si está bien o no).
D: Cuando empezamos a experimentar, en las primeras actividades, ¿que observamos?
A3: que no era así
A4: que necesitamos que el imán , esté en movimiento
A5: había que mover el imán afuera y adentro de la bobina.
A6: cuanto más rápido lo movíamos, mejor
D: claro, refutamos la idea de que funcionaba el imán como una pila. Entonces, ¿de qué manera lo dibujaremos?

D: Entonces, podemos decir que el fenómeno de inducción electromagnética, como condición necesitamos que el imán esté en continuo movimiento. Además, una cosa son las condiciones y otra cosa...
A7: es la causa
D: claro, muy bien! a ver A8 ¿cuál es la condición?
A8: el movimiento del imán
D: Y a ver A9, ¿la causa?
A10: variación de flujo
A9: el flujo que se genera
A11: tiene que variar el flujo
A12: es la variación
D: Bien, y ¿cuál es la definición de flujo magnético?
A8: yo, la cantidad de línea que atraviesan un área determinada

Figura 14: Ejemplo de diálogo docente- estudiantes en la instancia de síntesis.

En la tabla VIII se sintetizan las principales acciones implementadas por la docente en esta instancia de síntesis.

OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE IMPLEMENTADO
Guiar a los alumnos en la identificación, clasificación y evaluación de sus ideas usadas	Socializa las explicaciones de los alumnos y los modelos usados. Explica lo que se representa en cada modelo. Analiza la validez de esos modelos para elaborar explicaciones, comparar distintos modelos usados (variables, interacciones). Ayuda a los alumnos a clarificar sus ideas usadas a lo largo del proceso de enseñanza.

<p>Analizar, con los alumnos, el aprendizaje experimentado</p>	<p>Comparte el cambio producido en la manera en que se fue explicando durante el proceso de enseñanza. Estimula la reflexión sobre las características del proceso de aprendizaje experimentado. Realiza una síntesis sobre qué aprendieron y cómo</p>
<p>Plantear situaciones cotidianas y aplicar el modelo de la ciencia escolar y "evaluar" su potencialidad para elaborar explicaciones</p>	<p>Representa gráficamente el modelo de ciencia escolar que se intentó construir con la instrucción. Explicita situaciones que dicho modelo permite explicar. Propone el análisis de situaciones cotidianas donde se puede aplicar el modelo de la ciencia para explicarlas. Solicita explicaciones de situaciones cotidianas. Imita experimentalmente las situaciones a analizar a fin de ayudar a los alumnos a elaborar sus explicaciones. Realiza preguntas para analizar interacciones entre las variables involucradas en las situaciones analizadas.</p>

Tabla VIII. Estrategias didácticas implementadas en la instancia de síntesis.

En esta etapa, se destaca la importancia de que los estudiantes evalúen de manera autónoma lo que han aprendido y enfrenten desafíos aplicando las ideas construidas. En consonancia con este enfoque, el docente alentó a los alumnos a revisar y ajustar sus respuestas, comparándolas con las respuestas iniciales para fomentar el análisis crítico y la autorreflexión, estrategias centrales según el referencial propuesto en la tabla IV.

Aunque no condujo a que los estudiantes identificaran por sí mismos los cambios en sus formas de explicar el fenómeno y las estrategias más efectivas para construir nuevos conocimientos, sí compartió, ante el gran grupo, las ideas que tenían antes y después de la enseñanza. Este proceso implicó la explicación y análisis de sus características, acción que podría favorecer el desarrollo de habilidades relacionadas con la autorregulación del aprendizaje, uno de los objetivos fundamentales que IDAS persigue en esta etapa.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al comparar los resultados hallados al analizar el accionar docente (sintetizados en las tablas V, VI, VII y VIII) con el accionar esperado (sintetizados en las tablas I, II, III y IV) se puede observar que varias de las estrategias implementadas coinciden con las esperadas según el marco teórico adoptado tal como lo muestra la lista de cotejo que se presenta en el Anexo I.

Así, en la etapa de iniciación, la docente, con el fin de despertar el interés de los estudiantes, propuso analizar situaciones problemáticas familiares y potencialmente significativas para ellos, generando un ambiente propicio para la explicitación e identificación de ideas. Aunque la dinámica de "preguntas y repreguntas" fue efectiva para la indagación y explicitación de ideas, se observa una oportunidad de mejora en la estimulación del intercambio

entre pares. En tal sentido, incorporar estrategias que fomenten la discusión y argumentación entre estudiantes podría enriquecer la construcción colectiva del conocimiento.

En la etapa de desarrollo se enfocó en impulsar la participación activa, estimulando a los estudiantes a que, implementando metodologías coherentes con las científicas, analicen datos empíricos para arribar a la ley de Faraday. Al hacerlo se ocupó de despejar dudas y orientar la comprensión de recursos como materiales de laboratorio, simulaciones, etc. El enfoque no tradicional, que emplea para orientar la construcción de significado por parte de los estudiantes, refleja la intención de desempeñarse como "guía". No obstante, como se mencionó anteriormente, la utilización de preguntas más abiertas podría haber propiciado intercambios más enriquecedores y potentes, permitiendo a los estudiantes explorar diversas perspectivas e ideas.

En la etapa de aplicación realizó lecturas conjuntas y orientó en el uso de conceptos y leyes en la resolución de problemas. Finalmente, en la etapa de síntesis si bien no condujo a que los estudiantes identificaran por sí mismos los cambios en sus explicaciones, sí identificó y describió junto a ellos las ideas compartidas antes y después de la enseñanza, en un intento de favorecer el desarrollo de habilidades relacionadas con la autorregulación del aprendizaje.

6. CONCLUSIÓN

Como se expresó al comienzo de esta comunicación, este trabajo forma parte de uno más amplio en que se estudió cómo un grupo de estudiantes de educación secundaria, logró construir y aplicar conceptos y leyes asociados a la IE cuando se implementó en el aula una PE diseñada siguiendo el marco teórico aportado por IDAS.

Aunque se identifica la complejidad y la variabilidad del proceso de aprendizaje, se reconoce la influencia significativa que tiene el docente en dicho proceso. Por ello este estudio se centró en caracterizar y sistematizar las acciones del docente que implementó la PE diseñada. En líneas generales, dicho docente desempeñó el papel de "guía" en el proceso de aprendizaje, asistiendo a los estudiantes en la expresión y clarificación de sus ideas, abordando el conocimiento escolar y su aplicación para resolver problemas concretos. Se apartó del centro de la clase para permitir que sean los estudiantes los protagonistas. El rol del docente identificado y descrito en este trabajo resultaría facilitador del aprendizaje en tanto promueve la participación activa de los estudiantes en la comprensión de los conceptos y leyes abordados.

7. REFERENCIAS

Almudí, J.; Ceberio, M.; Zubimendi, J. "Análisis de los argumentos elaborados por estudiantes de cursos introductorios de Física universitaria ante situaciones problemáticas pertenecientes al ámbito de la inducción electromagnética". *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2013, n. ° Extra, pp.101-106, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/305974> .

- Almudí, J., Zuza, K., Guisasola, 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. Recuperado a partir de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/309277>
- Bravo, B. (2008). La enseñanza y el aprendizaje de la visión y el color en la educación secundaria.
- Braunmüller, M. C., Bravo, B. M., & Juárez, A. M. (2019). La enseñanza y el aprendizaje del fenómeno de Inducción Electromagnética (IE) en el ciclo básico de carreras de Ingeniería.
- Bravo, B. M., Eguren, L. A., & Rocha, A. L. (2010). El rol del docente en la enseñanza de la visión en educación secundaria. Un estudio de caso. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 283-375.
- 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.
- Catalán, L., Caballero Sahelices, C., y Moreira, M. A. (2010). Niveles de conceptualización en el campo conceptual de la Inducción electromagnética. Un estudio de caso. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 4(1), 126-142.
- Diseños Curriculares de Ciencias Naturales, Fisicoquímica, Física y Química para la Escuela Secundaria de la provincia de Buenos Aires.* (2017). Recuperado de <http://www.abc.gov.ar/>
- Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación.* Ediciones Morata.
- Inorreta, Y., Bravo, B., & Bravo, S. (2023a). Una propuesta didáctica para enseñar el fenómeno de inducción electromagnética en el nivel secundario. *Revista De Enseñanza De La Física*, 35, 183-190. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/43306>
- Inorreta, Y., Bravo, B., & Bravo, S. (2023b). Estudio del desarrollo del conocimiento en inducción electromagnética, en estudiantes de nivel secundario. *Revista De Enseñanza De La Física*, 35, 191-199. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/43307>
- Inorreta, Y., Bravo, B., & 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>
- Inorreta, Y., Braunmüller, M. y Bravo, B (2019). La enseñanza y el aprendizaje del fenómeno de inducción electromagnética en educación secundaria. Cuarto Simposio Virtual de Enseñanza de las Ciencias, realizado en el marco de las actividades del Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. Diciembre de 2019
- Inorreta, Y., Braunmüller, M. y Bravo, B (2019). La enseñanza y el aprendizaje del fenómeno de inducción electromagnética en educación secundaria. Cuarto Simposio Virtual de Enseñanza de las Ciencias. Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Univ. de Buenos Aires.
- Guisasola, J., Almudí, J. M., y Zuza, K. (2010). Dificultades de los estudiantes universitarios en el aprendizaje de la inducción electromagnética. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 32(1).
- Guisasola, J., Almudí, J. M., y Zuza, K. (2008). Explicaciones de los estudiantes de primer curso de ingeniería sobre los fenómenos de inducción electromagnética. *Revista de Enseñanza de la Física*, 21(2), 33-47.
- Juárez, A. M., & Bravo, B. M. (2015). Análisis de estrategias didácticas implementadas a fin de favorecer el aprendizaje de fenómenos ópticos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 9, 283 (2014).
- Naizaque Aponte, N. C. (2013). *Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de la inducción electromagnética* (Doctoral dissertation).
- Pérez Serrano, G., & Nieto Martín, S. (1993). La investigación-acción en la educación formal y no formal.
- Pozo, J.I (2001). *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne.* Madrid: Ed. Morata. pp 105 – 240.
- Zuza, K., Almudí, J. M., y Guisasola, J. (2012). *Revisión de la investigación acerca de las ideas de los estudiantes sobre la interpretación de los fenómenos de Inducción electromagnética.* *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 30(2), 175-19.

ANEXO I

INICIACIÓN	Preguntar sobre las respuestas dadas a las actividades individuales sobre el fenómeno en estudio.	X
	Incentivar la expresión oral de las respuestas dadas.	X
	Solicitar explicaciones-justificaciones de ideas surgidas.	X
	Comunicar ante el gran grupo ideas - justificaciones de los alumnos.	
	Favorecer la evaluación de pares de las ideas propuestas por los alumnos.	
	Propiciar que los alumnos verbalicen sus ideas y se esfuercen en argumentarlas ante sus pares.	X
	Comparar ideas propuestas por alumnos para destacar características comunes y relevantes.	
	Registrar las ideas manifestadas a fin de que sean reconocidas y visualizadas por todos.	X
	Identificar y aclarar ideas-conceptos surgidos relacionados con fenómeno en estudio.	
	Destacar las limitaciones de explicaciones-justificaciones.	X
DESARROLLO	Presentar objetivos claros de la actividad: problema o experiencia.	X
	Guiar en el desarrollo de las actividades propuestas	X. y fomenta y guía el trabajo en equipo
	Plantear la discusión, el intercambio, el enfrentamiento de distintas justificaciones-explicaciones.	X
	Representar-registrar las ideas surgidas en la socialización de las justificaciones - explicaciones.	X
	Comparar ideas propuestas por los alumnos para destacar características comunes y relevantes.	
	Promover y orientar en la búsqueda bibliográfica o material teórico.	Guía la interpretación de los recursos a usar (materiales de laboratorio/simulaciones/laboratorios virtuales)
	Elaborar explicaciones alternativas.	Realiza preguntas y repreguntas para motivar la participación de los estudiantes, para que reflexionen sobre sus ideas, y las evalúen para que sean quienes concluyan.
	Sintetizar-informar funciones y características de los nuevos elementos.	Estimula la interacción alumno-alumno y alumno-docente, para construir colaborativamente las ideas de la ciencia
	Sintetizar-informar las interacciones que se producen entre los distintos elementos.	
	Presentar de forma integrada el modelo propuesto por la ciencia ante el gran grupo. Formalizar conceptos.	X Presentar de forma integrada el modelo propuesto por la ciencia ante el gran grupo, a partir de las ideas abordadas con antelación y las propias manifestadas por los estudiantes.

APLICACIÓN	Presentar objetivos claros de la nueva actividad.	X
	Indagar las respuestas elaboradas por los alumnos en actividades previas.	
	Recuperar y socializar respuestas-explicaciones de alumnos a actividad previa.	X
	Preguntar para que reconozcan variables que intervienen en situación - problema, sus funciones y sus interacciones.	Realizar una síntesis de estrategias de resolución de un problema
	Guiar en el uso de modelos de la ciencia para explicar.	X
	Propiciar la elaboración de argumentaciones.	
	Orientar en la elaboración de argumentos para explicar.	
	Explicar situaciones planteadas en las actividades previas.	X
	Destacar e informar sobre las variables que intervienen en situación - problema, sus funciones y sus interacciones.	X
	Realizar una síntesis del modelo usado.	X
	Explicitar las características de una explicación usando nuevas ideas (de la ciencia).	
	Establecer diferencias entre explicaciones cotidianas y las coherentes con las de la ciencia.	
	Evaluar la aplicación de las ideas de la ciencia.	
	Sintetizar el saber de la ciencia implicado.	X
SINTESES Y CONCLUSION	Socializar las explicaciones de los alumnos y los modelos usados	X
	Explicar lo que se representa en cada modelo	X
	Analizar la validez de esos modelos para elaborar explicaciones, comparar distintos modelos usados (variables, interacciones).	X
	Ayudar a los alumnos a clarificar sus ideas usadas a lo largo del proceso de enseñanza.	X
	Compartir el cambio producido en la manera en que se fue explicando durante el proceso de enseñanza.	X
	Reflexionar sobre las características del proceso de aprendizaje experimentado.	X
	Solicitar que verbalicen qué creen que aprendieron.	
	Solicitar que verbalicen qué les ayudó más a aprender.	
	Realizar una síntesis sobre qué aprendieron y cómo.	X
	Representar gráficamente el modelo de ciencia escolar que se intentó construir con la instrucción.	X
	Explicitar situaciones que dicho modelo permite explicar	X

	Proponer el análisis de situaciones cotidianas donde se puede aplicar el modelo de la ciencia para explicarlas.	X
	Solicitar explicaciones de situaciones cotidianas.	X
	Imitar experimentalmente las situaciones a analizar a fin de ayudar a los alumnos a elaborar sus explicaciones.	X
	Realizar preguntas para analizar interacciones entre las variables involucradas en las situaciones analizadas.	X

Análisis de estrategias didácticas para favorecer el aprendizaje del fenómeno de inducción electromagnética en la Educación Secundaria

Yesica Inorreta ¹, Bettina Bravo ² y Silvia Bravo ^{3,4}

yesica.inorreta@fio.unicen.edu.ar , bbravo@fio.unicen.edu.ar, sbravo@herrera.unt.edu.ar

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

3 Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

4 Facultad Regional Tucumán, Universidad Tecnológica Nacional, Rivadavia 11050. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

Resumen

En el presente trabajo se analizan las estrategias de enseñanza empleadas por una docente al llevar a cabo una propuesta de enseñanza sobre Inducción Electromagnética con estudiantes de educación secundaria. Este análisis forma parte de una investigación más amplia que busca comprender como aprenden sobre esta temática y explorar estrategias de enseñanza potencialmente útiles para facilitar la construcción de un conocimiento coherente con el de la ciencia. Los objetivos del trabajo incluyen la caracterización del desempeño docente, evaluados mediante una metodología cualitativa en el marco de una investigación-acción. Los registros utilizados incluyen observaciones directas en audio, notas de campo y entrevistas a estudiantes. Se describen y analizan las estrategias didácticas empleadas en las distintas etapas de la propuesta: inicio, desarrollo, aplicación y síntesis. Los resultados revelan que la docente actuó principalmente como "guía", apoyando a los estudiantes en la expresión y clarificación de sus ideas, abordando el conocimiento escolar y propiciando su aplicación para resolver problemas. Abordados en la enseñanza de la Inducción Electromagnética. Si bien se identifican áreas de mejora, como el intercambio entre pares en la etapa inicial, el uso de preguntas más abiertas en el desarrollo y la autonomía de los estudiantes en la síntesis, su desempeño se percibe como facilitador del aprendizaje, al fomentar un entorno propicio para la comprensión y aplicación práctica de los conceptos y leyes asociados a la Inducción Electromagnética.

Palabras clave: Estrategias didácticas, aprendizaje, enseñanza, inducción electromagnética.

Analysis of teaching strategies to promote the learning of electromagnetic induction in secondary education

Abstract

En this work, the teaching strategies employed by a teacher in carrying out a teaching proposal on Electromagnetic Induction with secondary education students are analyzed. This analysis is part of a broader research that seeks to understand how students learn about this topic and explore teaching strategies that could potentially facilitate the construction of knowledge coherent with that of science. The objectives of the work include the characterization of teaching performance, evaluated through a qualitative methodology within the framework of action research. The records used include direct audio observations, field notes, and student interviews. The didactic strategies used in the different stages of the proposal are described and analyzed: initiation, development, application, and synthesis. The results reveal that the teacher primarily acted as a "guide," supporting students in expressing and clarifying their ideas, addressing school knowledge, and promoting its application to solve problems in the teaching of Electromagnetic Induction. While areas for improvement are identified, such as peer exchange in the initial stage, the use of more open-ended questions in development, and student autonomy in synthesis, their performance is perceived as facilitating learning by fostering an

environment conducive to understanding and practical application of concepts and laws associated with Electromagnetic Induction.

Keywords: Didactic strategies, learning, teaching, electromagnetic induction.

Analyse des stratégies pédagogiques pour favoriser l'apprentissage du phénomène de l'induction électromagnétique dans l'enseignement secondaire

Résumé

Dans le présent travail, les stratégies pédagogiques employées par une enseignante lors de la mise en œuvre d'une proposition d'enseignement sur l'induction électromagnétique avec des élèves du secondaire sont analysées. Cette analyse fait partie d'une recherche plus vaste visant à comprendre comment les élèves apprennent sur ce sujet et à explorer des stratégies d'enseignement potentiellement utiles pour faciliter la construction d'une connaissance cohérente avec celle de la science. Les objectifs du travail comprennent la caractérisation de la performance enseignante, évaluée au moyen d'une méthodologie qualitative dans le cadre d'une recherche-action. Les enregistrements utilisés comprennent des observations directes audio, des notes de terrain et des entretiens avec les étudiants. Les stratégies didactiques utilisées aux différentes étapes de la proposition sont décrites et analysées : initiation, développement, application et synthèse. Les résultats révèlent que l'enseignante a agi principalement comme "guide", soutenant les élèves dans l'expression et la clarification de leurs idées, abordant les connaissances scolaires et favorisant leur application pour résoudre des problèmes liés à l'enseignement de l'induction électromagnétique. Bien que des domaines d'amélioration soient identifiés, tels que l'échange entre pairs au stade initial, l'utilisation de questions plus ouvertes dans le développement et l'autonomie des étudiants dans la synthèse, leur performance est perçue comme facilitant l'apprentissage en favorisant un environnement propice à la compréhension et à l'application pratique des concepts et lois associés à l'induction électromagnétique.

Mots clés: Stratégies pédagogiques, apprentissage, enseignement, induction électromagnétique.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de los fenómenos asociados al electromagnetismo, entre ellos el fenómeno de la Inducción electromagnética (IE), ocupa un lugar central en los diseños curriculares oficiales tanto de educación secundaria (Diseño Curricular, 2011) como universitaria. La importancia a nivel académico de esta temática se debe a que, tal como lo afirman Almudí, Zuza y Guisasola (2016), en ella: *[...] se conjugan y sintetizan de forma creativa, diferentes leyes de la electricidad y del magnetismo y su comprensión permite a las y los ciudadanos tomar decisiones fundamentadas sobre diversas aplicaciones tecnológicas presentes en su vida cotidiana.*

La enseñanza y aprendizaje de la IE ha sido estudiada por diversos autores en nivel universitario (Almudí García, Ceberio Garate y Zubimendi Herranz, 2013; Almudí, Zuza y Guisasola, 2016; Braunmüller, Bravo y Juárez, 2019; Catalán, Caballero Sahelices y Moreira, 2010; Guisasola, Almudí y Zuza, 2008; Guisasola, Almudí y Zuza, 2010; Zuza, Almudí y Guisasola; 2012) y preuniversitario (Naizaque Aponte, 2013; Inorreta, Braunmüller, Bravo, 2019; Inorreta, Bravo y Bravo, 2021). Estos estudios han demostrado que los estudiantes enfrentan grandes dificultades en el aprendizaje de la IE, tales como la falta de comprensión de la ley de Faraday, dificultades en la identificación de los factores asociados a la inducción de una fuerza electromotriz (fem) y problemas para comprender los objetos matemáticos que aparecen en la formalización de las leyes asociadas. Así también dejan en evidencia que, aún luego de la enseñanza formal del tema, los estudiantes suelen concebir y explicar el fenómeno en términos no coherentes con los de la ciencia escolar¹.

Este estado de situación deja en evidencia la necesidad de intervenir diseñando propuestas de enseñanza (PE) que favorezcan el aprendizaje de conceptos y leyes asociados a esta temática.

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia que constituye la base de la tesis doctoral de la primera autora. En dicha investigación, se buscó estudiar qué, cómo y mediante qué estrategias didácticas y prácticas docentes los estudiantes de nivel secundario aprenden sobre la temática mencionada.

Con el propósito de abordar esta meta, se ha elaborado una PE que se describe de manera concisa a continuación y se detalla minuciosamente en Inorreta, Bravo, Bravo (2023a). La PE tiene como objetivo facilitar la comprensión de conceptos y leyes, promover la complejización del razonamiento de los estudiantes y propiciar el desarrollo de la habilidad para aplicar el conocimiento construido en la resolución de problemas.

Su implementación se llevó a cabo en un curso de educación secundaria con estudiantes de 17 a 18 años de edad, acompañada de una investigación exhaustiva para explorar y caracterizar el aprendizaje propiciado. Los resultados, presentados en Inorreta, Bravo y Bravo (2023b), dejan en evidencia que luego de la enseñanza la mayoría de los estudiantes fueron capaces de elaborar explicaciones coherentes con las que propone la ciencia. Reconociendo la importancia del rol del docente como un factor fundamental para comprender los resultados de aprendizaje, este trabajo se centra en la descripción y caracterización de las prácticas implementadas por el responsable de llevar al aula la PE diseñada. Se busca a su vez analizar la coherencia de estas prácticas con los principios teóricos que subyacen al diseño de la enseñanza, los cuales se detallan a continuación.

¹ Definimos como ciencia escolar en este trabajo y para el nivel secundario la siguiente idea: la variación temporal del flujo magnético que atraviesa a un circuito induce en él una corriente eléctrica. La ley de Faraday expresa

que existe una proporcionalidad directa entre la velocidad con que varía el flujo magnético que atraviesa la espira y la magnitud del voltaje que se establece en ella.

2. MARCO TEÓRICO

Para diseñar y organizar la enseñanza se opta por la propuesta IDAS, llamada así 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 el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución de problemas.

Trabajos previos realizados bajo este marco², han dejado en evidencia que ésta resulta una estrategia potencialmente efectiva para propiciar el aprendizaje en temáticas científicas, al buscar involucrar al estudiante en el proceso de identificación y explicitación de sus conocimientos previos, en la construcción de nuevos conocimientos, en la gestión de ideas para resolver problemas que demanden saberes científicos - tecnológicos y en el desarrollo de habilidades metacognitivas que le permitan aprender con autonomía.

Cada etapa didáctica involucrada en IDAS persigue objetivos propios y presenta metodologías características que se describen a continuación.

2.1. Instancia de iniciación

En la instancia de iniciación se busca que los estudiantes: se motiven por aprender acerca de la temática que se abordará, expliciten sus ideas al respecto, evalúen el poder explicativo de las mismas y se interesen en conocer los conceptos, modelos, leyes que la ciencia propone en relación a la temática que comienza a estudiarse. La explicitación de las ideas de los estudiantes resulta de gran importancia para ellos, porque es a partir de ese conocimiento consciente que podrán aprender otros nuevos. También son importantes para el docente, ya que le permite contar con indicadores concretos para pensar y formular acciones que favorezcan el desarrollo de los modos de pensar inicial de sus estudiantes.

En el caso de la PE sobre IE diseñada, en esta instancia se buscó que los estudiantes: recuperen 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) y expliciten sus conocimientos sobre el fenómeno de IE. Para ello se los invitó a pensar la posibilidad de encender una lámpara mediante el uso de imanes. Asimismo, se buscó que reconozcan las posibles imprecisiones y falta de claridad que suelen presentar sus ideas, al enfrentarse a evidencia empírica que involucra el fenómeno. Se propuso aquí, la realización de problemáticas que incluyen fenómenos y dispositivos conocidos para los estudiantes. En la figura 1 se presentan ejemplos de las actividades de iniciación que conforman la PE.

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

¿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 ¿por qué crees que se encienda la lámpara?

Figura 1: Ejemplo de actividades de iniciación.

2.2. Instancia de desarrollo

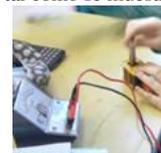
La instancia de desarrollo implica abordar el conocimiento de las ciencias. Aquí, se propone que los estudiantes implementen metodologías alineadas con las prácticas científicas que los lleve a identificar el fenómeno a analizar, reconocer las variables involucradas y modelar las relaciones que se establecen entre ellas. A diferencia de una enseñanza tradicional, donde el docente "explica" la teoría mientras los estudiantes asumen un papel pasivo de meros espectadores y replicadores del conocimiento transmitido, en esta propuesta los estudiantes trabajan de manera cooperativa y activa, orientados por el docente, para (re)construir el significado de los conceptos y leyes que se abordan.

En el caso de la PE diseñada, a partir de la realización de actividades experimentales reales y virtuales, se buscó que los estudiantes:

- evidencien experimentalmente el fenómeno de IE;
- reconozcan las variables y procesos asociados a su generación y, con ello, las condiciones que deben darse para que éste suceda (variación de flujo magnético en el interior de una espira conductora);
- construyan y formulen la ley de Faraday.

En la Figura 2 se presentan ejemplos de las actividades de desarrollo que conforman la PE.

Un grupo de estudiantes de Física realizaron una serie de experimentos que consisten en mover un imán en la cercanía de un circuito compuesto por cables y una lámpara, tal como se muestra en la figura:



En estos experimentos midieron, con la ayuda de sensores, el flujo magnético generado en la espira y el voltaje que se establece en ella (y que provoca la generación de una corriente). En estos experimentos se

² Véase por ejemplo: Bravo (2008), Bravo, Pesa y Pozo (2009); Bravo, Pesa y Rocha, (2013); Braunmüller, Bravo y Pesa, (2016); Bravo y Juárez (2019).

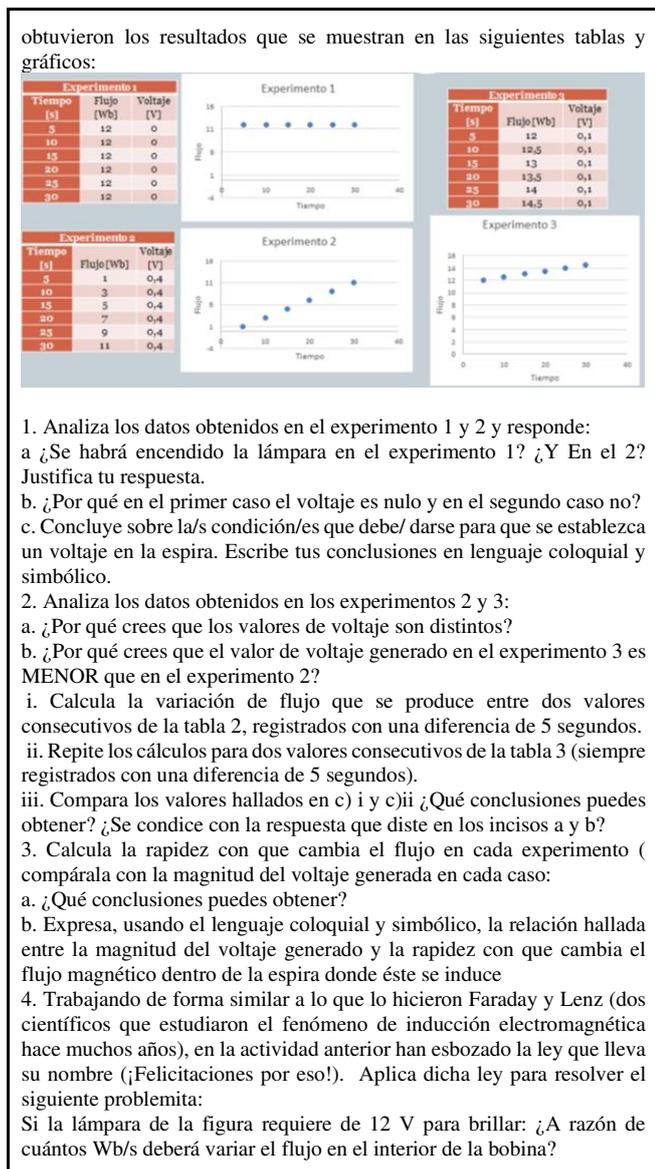


Figura 2: Ejemplo de actividades de desarrollo.

2.3. Instancia de aplicación

En la instancia de aplicación, se busca dar lugar a los estudiantes para que apliquen los conocimientos construidos con el fin de resolver problemáticas que implican la toma de decisiones justificadas sobre situaciones potencialmente significativas para ellos y para el medio físico y social que los rodea. Esta instancia es de gran importancia no solo para consolidar la comprensión de los conceptos, leyes, modelos involucrados, sino también para desarrollar habilidades relacionadas con el uso consistente de estos conocimientos, en distintos contextos y situaciones.

Para el caso de la PE diseñada, en esta instancia se buscó que los estudiantes utilicen los conocimientos construidos para interpretar y explicar el funcionamiento de diversos dispositivos tecnológicos a los que subyace el fenómeno de IE. Para ello se diseñaron problemáticas organizadas de forma tal, que las primeras demandan una explicación cualitativa del fenómeno. Luego se presentan situaciones que demandan el cálculo de flujo magnético, la identificación de la causa de su variación y, finalmente, el cálculo del voltaje inducido. Además, las problemáticas presentadas varían en su grado de especificidad, desde aquellas más cerradas que

admiten la aplicación directa de la ley de Faraday, hasta aquellas más abiertas y contextualizadas. Ante estas últimas, los estudiantes deben buscar datos, decidir qué procedimientos utilizar, aplicar de manera criteriosa el marco teórico abordado, y encontrar y evaluar los resultados obtenidos.

En la figura 3 se presentan ejemplos de las actividades que conforman la instancia de aplicación en la PE diseñada.

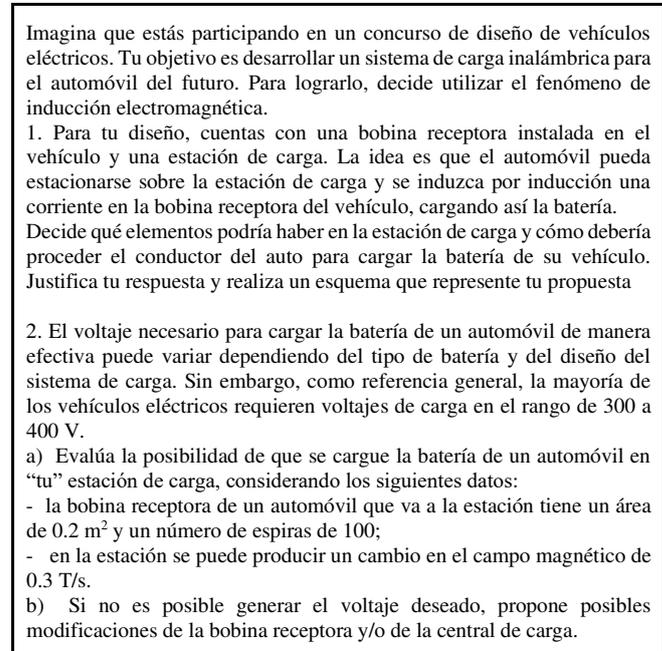


Figura 3: Ejemplo de actividades de aplicación.

2.4. Instancia de síntesis

Finalmente, en la instancia de síntesis se retoman las producciones iniciales, a fin de que los estudiantes autoevalúen qué aprendieron (y qué falta por aprender) e intenten identificar estrategias que favorecieron el aprendizaje. Estas actividades se plantean para ser realizadas primero individualmente y luego compartidas las respuestas y reflexiones con los pares y el docente.

En la figura 4 se presentan ejemplos de las incluidas en la PE diseñada.

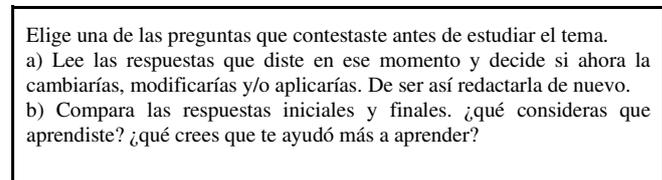


Figura 4: Ejemplo de actividades de síntesis.

2.2. Sobre el rol del docente

En el marco de IDAS, el docente adopta el rol de "guía" del proceso de aprendizaje, asumiendo la responsabilidad de facilitarlo y mediarlo. A diferencia de un docente tradicional, cuya función principal es la transmisión directa de conocimientos, se entiende aquí que el docente "guía" busca estimular la participación activa de los estudiantes, fomentar la expresión de sus ideas, alentándolos a ponerlas a prueba, desarrollarlas y aplicarlas para explicar experiencias

cotidianas y a reflexionar qué y cómo aprendieron (Bravo, 2008). Así, el docente “guía” propicia el diálogo, la confrontación de ideas, la argumentación de opiniones y la reflexión. Aunque mantiene la responsabilidad de presentar las ideas de la ciencia escolar y enseñar procedimientos característicos, lo hace a partir de las ideas que los estudiantes desarrollan durante su interacción con él, con sus compañeros y con el material didáctico especialmente diseñado para fomentar la reflexión y la participación activa en el proceso de aprendizaje.

En concordancia con lo expuesto y con resultados obtenidos en indagaciones previas sobre las estrategias puestas en juego por docentes que implementaron propuestas basadas en IDAS (Bravo, Eguren y Rocha, 2010; Juárez y Bravo, 2015), en las tablas I, II, III y IV se identifican y sintetizan algunas estrategias de enseñanza que favorecerían el alcance de los objetivos centrales de las distintas instancias didácticas. Dichas estrategias se consideran como un conjunto de enfoques que se espera que el docente aplique al llevar al aula la PE sobre IE, con el fin de promover el aprendizaje.

ETAPA	OBJETIVO	ESTRATEGIAS DOCENTES
INICIACIÓN	Indagar ideas de los alumnos	<ul style="list-style-type: none"> - Preguntar sobre las respuestas dadas a las actividades individuales sobre el fenómeno en estudio. - Incentivar la expresión oral de las respuestas dadas. - Solicitar explicaciones-justificaciones de ideas surgidas.
	Clarificar y describir ideas de los alumnos	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar ante el gran grupo ideas - justificaciones de los alumnos. - Favorecer la evaluación de pares de las ideas propuestas por los alumnos. - Propiciar que los alumnos expresen sus ideas (a través de distintos formatos comunicacionales) y se esfuercen en argumentarlas ante sus pares. - Comparar ideas propuestas por alumnos para destacar características comunes y relevantes.
	Sintetizar ideas de los alumnos	<ul style="list-style-type: none"> - Registrar las ideas manifestadas a fin de que sean reconocidas y visualizadas por todos. - Identificar y aclarar ideas-conceptos surgidos relacionados con fenómeno en estudio. - Destacar las limitaciones de explicaciones-justificaciones.

Tabla I: Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de iniciación

ETAPA	OBJETIVO	ESTRATEGIAS DOCENTES
DESARROLLO	Presentar fenómeno a estudiar	<ul style="list-style-type: none"> - Presentar objetivos claros de la actividad: problema o experiencia.
	Promover participación de los alumnos, explicitando sus ideas y explicaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Guiar en el desarrollo de las actividades propuestas. - Plantear la discusión, el intercambio, el enfrentamiento de distintas justificaciones-explicaciones. - Representar-registrar las ideas surgidas en la socialización de las justificaciones - explicaciones. - Comparar ideas propuestas por los alumnos para destacar características comunes y relevantes. - Promover y orientar en la búsqueda bibliográfica o material teórico. - Elaborar explicaciones alternativas.
	Clarificar nuevas ideas	<ul style="list-style-type: none"> - Sintetizar-informar funciones y características de los nuevos elementos. - Sintetizar-informar las interacciones que se producen entre los distintos elementos. - Presentar de forma integrada el modelo propuesto por la ciencia ante el gran grupo. Formalizar conceptos.

Tabla II: Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de desarrollo

ETAPA	OBJETIVO	ESTRATEGIAS DOCENTES
APLICACIÓN	Presentar la clase y la situación - problema	<ul style="list-style-type: none"> - Presentar objetivos claros de la nueva actividad. - Indagar las respuestas elaboradas por los alumnos en actividades previas.

Promover participación de los alumnos, explicitando sus ideas y explicaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperar y socializar respuestas-explicaciones de alumnos a actividad previa. - Preguntar para que reconozcan variables que intervienen en situación.- problema, sus funciones y sus interacciones. - Guiar en el uso de modelos de la ciencia para explicar. - Propiciar la elaboración de argumentaciones. - Orientar en la elaboración de argumentos para explicar.
Clarificar las ideas de los alumnos	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar situaciones planteadas en las actividades previas. - Destacar e informar sobre las variables que intervienen en situación - problema, sus funciones y sus interacciones.
Sintetizar el modelo de ciencia usado y el tipo de explicaciones elaboradas	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar una síntesis del modelo usado. - Explicitar las características de una explicación usando nuevas ideas (de la ciencia). - Establecer diferencias entre explicaciones cotidianas y las coherentes con las de la ciencia. - Evaluar la aplicación de las ideas de la ciencia. - Sintetizar el saber de la ciencia implicado.

Tabla III: Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de aplicación

ETAPA	OBJETIVO	ESTRATEGIAS DOCENTES
SINTESIS Y CONCLUSION	Guiar a los alumnos en la identificación, clarificación y evaluación de sus ideas usadas	<ul style="list-style-type: none"> - Socializar las explicaciones de los alumnos y los modelos usados. - Explicar lo que se representa en cada modelo. - Analizar la validez de esos modelos para elaborar explicaciones, comparar distintos modelos usados (variables, interacciones). - Ayudar a los alumnos a clarificar sus ideas usadas a lo largo del proceso de enseñanza.
	Analizar, con los alumnos, el aprendizaje experimentado	<ul style="list-style-type: none"> - Compartir el cambio producido en la manera en que se fue explicando durante el proceso de enseñanza. - Reflexionar sobre las características del proceso de aprendizaje experimentado. - Solicitar que verbalicen qué creen que aprendieron. - Solicitar que verbalicen qué les ayudó más a aprender. - Realizar una síntesis sobre qué aprendieron y cómo.
	Plantear situaciones cotidianas para sintetizar y aplicar el modelo de la ciencia escolar y “evaluar” su potencialidad para elaborar explicaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Representar gráficamente el modelo de ciencia escolar que se intentó construir con la instrucción. - Explicitar situaciones que dicho modelo permite explicar. - Proponer el análisis de situaciones cotidianas donde se puede aplicar el modelo de la ciencia para explicarlas. - Solicitar explicaciones de situaciones cotidianas. - Imitar experimentalmente las situaciones a analizar a fin de ayudar a los alumnos a elaborar sus explicaciones. - Realizar preguntas para analizar interacciones entre las variables involucradas en las situaciones analizadas.

Tabla IV: Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de síntesis y conclusión

3. METODOLOGÍA

3.1. Marco metodológico

Se plantea aquí una indagación reflexiva del docente sobre su propia práctica, a través de un enfoque de investigación participante, enmarcado en una propuesta de investigación-acción. Este tipo de investigación fomenta la participación activa de diversos actores, como el docente-investigador, docentes y estudiantes (Pérez Serrano et al., 1993), lo que permite indagar sobre el aprendizaje de los mismos y también sobre el papel del docente. Se trata de una forma de investigación educativa que propone al docente el modo de llevar a cabo la indagación crítica de su propio trabajo. Se

realiza en un contexto específico y tiene capacidad para generar conocimiento práctico y directamente aplicable (Elliott, J. 1990).

3.2. El estudio

Es un estudio de caso donde se analizaron las 24 clases (distribuidas en 2 clases de 3hs semanales) que ocupó el desarrollo de la PE, convirtiendo en unidades de análisis aquellos momentos donde se identificó una intervención del docente ante el grupo de estudiantes.

3.3. Participantes

La PE diseñada fue implementada con un grupo de 30 estudiantes (17 -18 años) pertenecientes a una escuela de educación secundaria, de gestión privada de Olavarría (Buenos Aires, Argentina). La docente³ que implementa la propuesta es, a la vez, una de las investigadoras que llevan adelante este trabajo, por lo que cumple un rol de docente-investigador, participando de cada una de las tareas involucradas en la investigación (diseño e implementación de la PE, recolección y análisis de datos, elaboración de conclusiones).

A fin de acordar criterios didácticos, analizar el accionar docente conforme se lleva adelante la implementación, realizar posibles rediseños de la propuesta originalmente diseñada, acordar metodología de recolección de datos y analizar los datos obtenidos, se concretaron instancias de todo el equipo (docente-investigadora e investigadores colaboradores co-autoras de este trabajo) antes y durante la implementación.

3.4. Fuentes de datos y criterios de análisis

Estudiar el accionar docente implicó recurrir a la observación directa con registro en audio y fotografía, notas de campo de cada una de las clases. Para analizar los registros se hizo, en primer lugar, una revisión global de todo el material para destacar cuestiones relevantes para este trabajo: identificar cada sesión completa de clase señalando las actividades, instancias o momentos donde se identifica una intervención docente, una participación de los alumnos, una discusión,... de tal forma que luego permita describir el comportamiento del docente objeto de estudio de este trabajo. Luego de esa primera "mirada", se procedió a: desgravar los registros de las clases; "trocear" cada una de las sesiones, identificando etapas de la secuencia didáctica, actividades y tipos; analizar cada actividad de enseñanza en una dimensión didáctica para ver al docente en acción (dinámica de acción del docente, docente-estudiantes, docente exponiendo solo, etc.).

Dado el objetivo de este trabajo, se analizaron aquí las sesiones en las que el docente interactúa con el grupo completo de estudiantes y se identificaron las estrategias empleadas en cada instancia didáctica.

Dichas estrategias fueron comparadas con las propuestas en las tablas I, II, III y IV (que actuaron a modo de "referencial"), con el objetivo de identificar la correlación entre su accionar y el "sugerido" desde IDAS (manteniendo la posibilidad de que se implementen nuevas o diferentes estrategias). A partir de esta descripción y análisis comparativo se caracterizó el accionar del docente que se describe en el siguiente apartado.

4. RESULTADOS

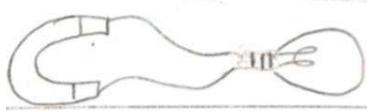
4.1. Etapa de Iniciación

La docente comienza la instancia realizando preguntas al colectivo de los estudiantes acerca del fenómeno a abordar.

Luego, presenta la actividad a resolver, que consiste en un cuestionario de múltiples preguntas a ser resuelto de forma individual. Realiza una lectura conjunta con los estudiantes de las consignas propuestas, aclarando los objetivos de las mismas. Mientras los estudiantes trabajan individualmente resolviendo esta actividad, la docente sugiere usar distintos formatos comunicacionales (respuestas escritas, esquemas, lenguaje cotidiano) para expresar las ideas, intentando que valoren la importancia de reconocerlas.

Culminada la resolución escrita, solicita a los alumnos que expresen oralmente las respuestas dadas a las actividades planteadas y registra en la pizarra, a través de esquemas conceptuales y dibujos, las ideas principales. A partir de ellas plantea interrogantes que las ponen en "tela de juicio", tal como se muestra en el fragmento de la Figura 5.

"D: la mayoría de ustedes propuso que el imán actúa como si fuera una batería/pila.

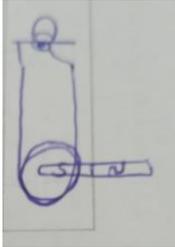


Entonces, les pregunto ¿si actúan iguales, porque en una linterna no usamos imanes?

A1: porque el imán debería estar en movimiento

D: bien ¿y esto qué quiere decir? ¿ que bajo ciertas condiciones puede comportarse como una fuente eléctrica?

A2: Sí, poniéndolo así



D: Les propongo trabajar experimentalmente, replicando estas situaciones, así entre todos analizamos si están bien los esquemas planteados, ¿les parece? "...]

Figura 5: Ejemplo diálogo docente - estudiantes clase Iniciación.

En la tabla V se sintetizan las principales acciones implementadas por la docente durante la instancia de Iniciación.

OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE IMPLEMENTADO
Presentar la actividad	Presenta objetivos de la nueva actividad Realiza lectura conjunta con el fin de salvar dudas de interpretación
Indagar las ideas de los alumnos	Realiza preguntas para indagar las ideas y motivar el estudio del tema Incentiva la expresión oral de los estudiantes solicitando ampliación y justificación de respuestas

³ La docente, de 37 años de edad, es Profesora en Química, egresada en el año 2016 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Actualmente cursa el Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, mención física, de la Fac. de Ciencias Exactas de la UNCPBA, encontrándose en la instancia de redacción de tesis. Posee una trayectoria de 15 años en el ámbito educativo,

habiéndose desempeñado en distintos niveles (primario, secundario y universitario). Actualmente, es Auxiliar Docente con dedicación exclusiva en el área de Física del Departamento de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA en el marco de cuyo cargo realiza tareas de docencia, extensión universitaria y de investigación como las que se comunican en este trabajo.

Clarificar y describir ideas de los alumnos	Busca que los alumnos verbalicen sus ideas y/o esquematicen Utiliza recursos para ayudar a los estudiantes a imaginar/conocer el fenómeno a estudiar
Sintetizar ideas de los alumnos	Registra las ideas manifestadas por los estudiantes a fin de que sean reconocidas y visualizadas por todos Destaca las limitaciones de las explicaciones – esquemas - justificaciones

Tabla V: Estrategias didácticas implementadas en la instancia de iniciación.

Los resultados obtenidos revelan signos de una coherencia entre el desempeño docente y las estrategias propuestas desde IDAS resumidas en la tabla I. En tal sentido se destaca la presentación de problemáticas familiares para los estudiantes, lo cual es coherente con la necesidad de fomentar el interés en el aprendizaje y la exploración de nuevos conceptos y modelos. La dinámica que emplea, con un formato de "preguntas y repreguntas", facilita la indagación y explicitación de ideas por parte de los estudiantes. No se observan otras estrategias que podrían resultar importantes en esta instancia como las relacionadas con la estimulación del intercambio entre pares que llevaría a la confrontación de ideas y argumentación de posturas diversas. No obstante el docente opta por identificar las ideas que son explicitadas en el grupo, y registrarlas y sintetizarlas de manera colectiva, promoviendo su reconocimiento como así también la evaluación de su capacidad explicativa; estrategia, que contribuiría al logro de los objetivos principales de esta etapa didáctica inicial.

4.2 Etapa de Desarrollo

Esta etapa comienza con la docente proponiendo la realización de una actividad experimental, que implica montar un circuito simple (bobina - amperímetro) y hallar las condiciones que deben darse para generar una corriente eléctrica utilizando un imán. Trabajando en pequeños grupos, los estudiantes manipulando los elementos y observaron las consecuencias que trae aparejado mover el imán en las inmediaciones de la bobina.

La docente guía la realización del experimento, orienta las observaciones y elaboración de conclusiones. En la Figura 6 se muestra, a modo de ejemplo, un diálogo entre la docente y estudiantes.

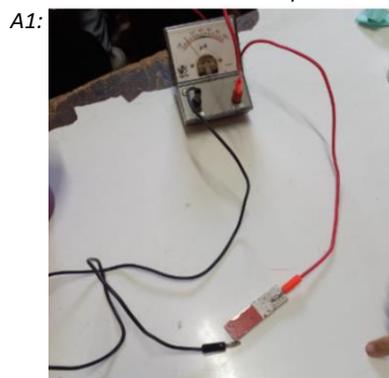
D: ¿Qué observaron al alejar y acercar el imán a la bobina?
A1: Hay actividad dentro del amperímetro
D: si giraba el imán, ¿que observaron?
A12: se movía la aguja
A3: generaba más actividad dentro del amperímetro
D: ¿sí lo dejábamos quieto? ¿Qué ocurría?
A4: se quedaba en cero
D: ¿sí lo dejamos afuera quieto?
A4: cero
D: bien, entonces ¿qué podemos concluir hasta acá? para que se establezca una corriente en la bobina ¿qué tiene que pasar?
A4: movimiento
D: muy bien! lo que pudimos observar es que para que se establezca una corriente, que se pone en evidencia cuando se

mueve la aguja del amperímetro, se tiene que mover el imán y ...]"

Figura 6: Ejemplo diálogo docente - estudiantes, clase Desarrollo.

A una de las estudiantes, la docente le propone llevar a cabo un experimento manipulando los materiales, para comprobar su idea inicial sobre cómo encender una lámpara utilizando un imán. Después de llegar a sus conclusiones, y tal como se observa en el diálogo transcrito en la Figura 7, se le señala que el imán no forma parte del circuito (como habían considerado previamente), pero sí es uno de los elementos indispensables para generar corriente eléctrica mediante inducción electromagnética.

D: arma un circuito como el que te imaginabas inicialmente



D: ¿Se detecta corriente en el amperímetro?

A1: no

D: ¿por qué crees que pasa eso?

A1: porque el imán tenía que estar en movimiento

D: claro, ¿cómo propondría ahora la conexión?

A1: (esquema realizado por la alumna)

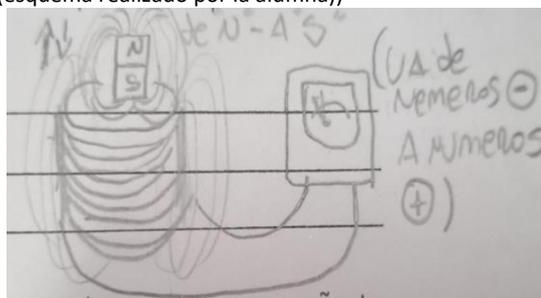


Figura 7: Ejemplo diálogo docente - estudiantes clase Desarrollo.

Reconocido el fenómeno de IE y con ello la posibilidad de generar corriente haciendo uso de una bobina (circuito cerrado) y un imán, lo que inicialmente era inconcebible para los estudiantes, se avanza con el reconocimiento del flujo magnético y cambio de flujo magnético para que se pueda generar corriente.

Para ello, la docente realiza primero el cierre de la actividad, plasmado en el pizarrón las ideas principales surgidas hasta el momento, interactuando continuamente con los estudiantes para acordar las condiciones que deben darse para detectar corriente en el amperímetro. Luego, y con el fin de hallar la "causa" de la generación del fenómeno, les propone acceder al recurso "Leyes de Faraday" (disponible en: <https://phet.colorado.edu/es/simulations/faradays-law>).

Allí, y tal como se muestra en la Figura 8, se representan líneas de campo magnético generadas por un imán, atravesando una bobina.

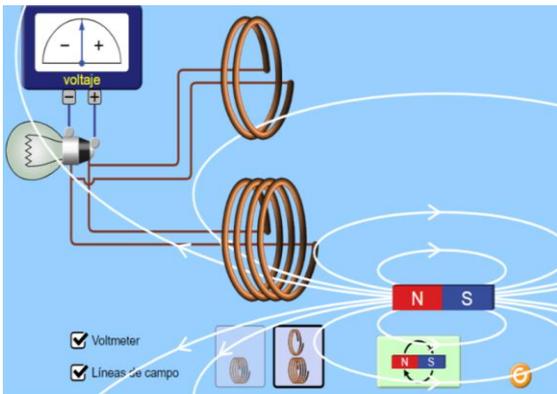


Figura 8: Simulación utilizada.

La actividad básicamente consiste en que los estudiantes muevan el imán en la cercanía de la bobina (lo que en la simulación da como resultado que la lámpara se encienda) y observen cómo se modifica el número de líneas de campo magnético que la atraviesan.

La docente recorre el salón, interviniendo, preguntando, observando, escuchando las ideas de los estudiantes. Ante respuestas o ideas incorrectas, no las corrige sino que, pregunta para orientar las observaciones y razonamientos a fin de que puedan ser los alumnos quienes, de forma colaborativa (docente-estudiante, estudiante-estudiante) construyan ideas cada vez más cercanas a la ciencia.

Al terminar el desarrollo de la tarea, la docente retoma las conclusiones elaboradas en los distintos grupos y a partir de ellas, orienta hacia el reconocimiento de conceptos científicos, tal como puede verse en el diálogo transcrito en la Figura 9.

D: [...] ¿Cuáles suponen que es la causa para que se genere una corriente en el circuito, por inducción electromagnética?

A1: el movimiento

A2: el movimiento del imán

D: perfecto.

[En relación a la situación representada en la, figura la cual se proyectó en la pizarra:

D: ¿Cuántas líneas de campo pasan por la bobina en la primera situación?

A2: 6

D: y en la segunda situación ¿cuántas líneas de campo la atraviesan?

A3: 4

[...]

D: ¿Qué tiene que ocurrir entonces para que la lámpara se encienda?

A: un cambio

D: Bien, que haya un cambio. La causa para que se genere una corriente en un circuito es que cambie la cantidad de líneas de campo que atraviesa la espira. ¿Cómo se llamaba a la cantidad de líneas de campo que atravesaba un área?

A2: espira

A4: flujo magnético

D: flujo magnético (espira es el cable de cobre enrollado!).

D: entonces tiene que ocurrir un cambio, de FLUJO MAGNÉTICO. Podemos decir que se genera un corriente en el circuito si el flujo magnético en su interior varía

Figura 9: Ejemplo diálogo docente - estudiantes clase Desarrollo.

Reconocido el fenómeno y la causa que lo provoca, la docente presenta a los estudiantes un nuevo interrogante: ¿qué podemos hacer para variar el flujo magnético sin necesidad de mover el imán?

Para resolver ese interrogante, se propone a los estudiantes realizar una nueva actividad experimental en el ambiente virtual “Laboratorio de Faraday” disponible en <https://phet.colorado.edu/es/simulations/faradays-law>.

Como puede verse en la Figura 10, este recurso permite, además del movimiento relativo bobina - imán, modificar la intensidad y polaridad del campo magnético, variar el área de la bobina y la cantidad de vueltas que la conforman.

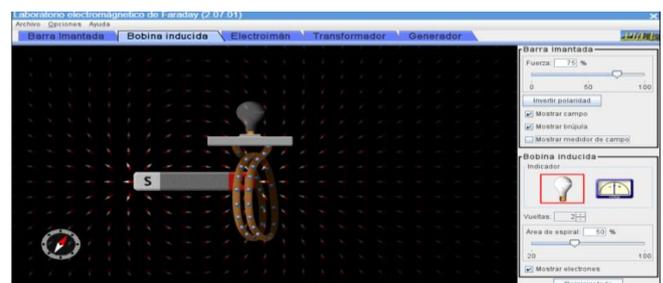


Figura 10: Simulación con la que trabaja el docente.

El objetivo de la actividad es que el estudiante reconozca que al modificar una de las variables mencionadas se

produce un cambio en el flujo magnético, que produce el encendido de una lámpara.

A fin de orientar el uso de este recurso, la docente proyecta la simulación y guía la interpretación de cada aspecto y variable representado. Trabajando siempre ante el colectivo de estudiantes y estimulando la participación activa, manipula las variables a fin de orientar hacia la comprensión del fenómeno, hacia el reconocimiento de que para generar una corriente se puede mover el imán en la cercanía de la espira (o viceversa), se puede cambiar constantemente el área de la misma y/o la magnitud - polaridad del campo magnético generado por el imán.

Reconocidas las variables y procesos que deben darse para que se genere una corriente por IE, se plantea realizar una tarea que implica cuantificar las relaciones involucradas.

Para ello se propone analizar una serie de hipotéticos resultados experimentales (presentados en tablas y gráficos) que un supuesto grupo de estudiantes recolectó al estudiar el voltaje que se establecía en una espira al variar el flujo magnético en su interior (Figura 2). La dinámica nuevamente implica el trabajo en pequeños grupos con la docente guiando la interpretación de consignas, motivando la discusión entre pares, orientando la tarea que deben realizar, ayudándolos a interpretar la información aportada en distintos formatos y, finalmente, proponer el modelo que vincula las variables analizadas.

Aquí la docente tuvo que realizar un “alto” para recuperar y relacionar conceptos analizados con antelación como voltaje y corriente eléctrica. Esto, porque hasta el momento y debido a las experiencias realizadas e instrumentos usados (tanto reales como virtuales) se había centrado la atención en la generación de una corriente eléctrica como evidencia del fenómeno de IE. Formular la ley de Faraday demandó redefinir la noción de voltaje (como energía por unidad de carga) y corriente (como movimiento de cargas que se genera cuando se establece un voltaje el conductor).

Concluida la actividad por parte de los estudiantes, la docente propone compartir las respuestas elaboradas como punto de partida para formalizar la ley de Faraday. En la Figura 12 se muestra un segmento del diálogo llevado a cabo.

D: [recuperando lo analizado con antelación] para generar una corriente (y un voltaje) tiene que ocurrir un cambio, un cambio de flujo en un determinado tiempo. Pero ¿por qué el valor de los voltajes hallados son el valor de los voltajes hallados es distintos entre el experimento 2 y experimento 3?
 A₉: porque en el experimento 2 cambia con mayor velocidad que en el experimento 3
 A₅: es verdad
 A₉: es decir, el flujo magnético pasa en 5 s de 1 a 3, y en el otro, pasa de 12 a 12, 5, y es exactamente proporcional
 D: ¡bien! entonces, se debe a la rapidez con la que cambia el flujo,
 A₄: ¡también había notado esto!...]

Figura 12: Ejemplo diálogo docente - estudiantes, clase Desarrollo.

Otro concepto retomado por la docente fue el de velocidad media (definida como la tasa de cambio de la posición en el tiempo), para ayudar a los estudiantes a calcular en base a los resultados aportados por las tablas, la tasa de cambio del flujo magnético. Finalmente, guió la comparación de estos cocientes incrementales con los valores de voltajes aportados en los hipotéticos experimentos y formuló la ley de Faraday como $V = \Delta\Phi/\Delta t$ (donde V representa el voltaje inducido, Φ el flujo magnético y t tiempo).

Formalizada la ley, la docente les propone a los estudiantes realizar un ejercicio simple que demanda el uso directo del modelo matemático elaborado, dando cierre a la instancia de desarrollo.

En la tabla VI se sintetizan las principales acciones implementadas en esta instancia.

OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE IMPLEMENTADO
Presentar actividad	Presenta objetivos de la nueva actividad. Realiza lectura conjunta con el fin de salvar dudas de interpretación. Guía la interpretación de los recursos a usar (materiales de laboratorio/simulaciones/laboratorios virtuales).
Promover participación de los alumnos, escuchando sus ideas y explicaciones	Estimula a los estudiantes para evaluar las hipótesis/predicciones a través de experimentos. Fomenta y guía el trabajo en equipo. Realiza preguntas y repreguntas para motivar la participación de los estudiantes, para que reflexionen sobre sus ideas, y las evalúen para que sean quienes concluyan. Sintetiza las ideas principales que surgen de los alumnos.
Clarificar nuevas ideas	Estimula la interacción alumno-alumno y alumno-docente, para construir colaborativamente las ideas de la ciencia. Presenta de forma integrada el modelo propuesto por la ciencia, a partir de las ideas abordadas con antelación y las propias manifestadas por los estudiantes. Utiliza diversos recursos para sintetizar los conceptos/leyes abordados (PowerPoint, pizarra, videos, simulaciones, laboratorio virtual, analogía).

Tabla VI. Estrategias didácticas implementadas en la instancia de desarrollo.

Los resultados obtenidos vuelven a confirmar que la actuación del docente está alineada con las estrategias sugeridas desde IDAS para esta etapa didáctica. En este sentido, se destaca su intención por impulsar la participación activa de los estudiantes en la ejecución de la tarea, despejando dudas de interpretación y orientando la comprensión de los recursos utilizados, tales como materiales de laboratorio, simulaciones y laboratorios virtuales. También se evidencia su búsqueda por estimular la evaluación de hipótesis y predicciones mediante experimentos, fomentando el trabajo en equipo y la interacción entre los estudiantes y el docente.

A diferencia de un enfoque tradicional, el docente no se limita a presentar la ley y/o conceptos asociados, sino que procura orientar a través de preguntas para que los

estudiantes construyan su significado a partir de las actividades propuestas.

Aunque en algunas instancias podría ser considerado demasiado directivo al asignar un peso significativo a respuestas "correctas", es importante destacar que no desestima los errores. En cambio, plantea preguntas brindando a los estudiantes la oportunidad de evaluar, completar o modificar sus respuestas para construir conocimiento.

4.3 Etapa de Aplicación

La docente comienza esta instancia realizando preguntas ante el colectivo de estudiantes sobre el fenómeno que se abordó, propiciando la explicitación de las ideas construidas hasta el momento. Registra en la pizarra las respuestas dadas, lo que favorece su visualización, y permite ponerlas a discusión para acordar el significado de los conceptos y leyes estudiados durante la instancia de desarrollo.

Luego, presenta las actividades diseñadas para este momento la cual busca que los estudiantes apliquen las nuevas ideas para resolver distintas problemáticas de complejidad creciente.

Antes de comenzar la resolución de cada problema, el docente realiza una lectura conjunta de los enunciados, ayuda a los estudiantes a reconocer datos e incógnitas como así también las variables involucradas en la situación particular analizada. A su vez guía la interpretación de la situación a analizar sobre todo en aquellas más abiertas.

En la figura 13 se presenta un extracto del diálogo que se lleva a cabo durante la etapa inicial del problema asociado al diseño de un dínamo. En este contexto, se observa al docente guiando a los estudiantes en el análisis de la situación que deben abordar, así como en la identificación de parámetros, variables, datos e incógnitas. Además, el docente aclara conceptos nuevos, recupera conocimientos y situaciones previamente analizadas, e incorpora diversas estrategias y recursos con el objetivo de enriquecer la situación y facilitar la identificación de las variables en juego.

A pesar de que su intervención tiene un enfoque que puede resultar en exceso orientador, se reconoce la intención de fomentar que sean los estudiantes quienes deduzcan, la causa de la generación de fem en el contexto de la situación analizada.

En la Figura 13 se muestra un segmento del diálogo llevado a cabo.

D: [...] el enunciado del problema propone la siguiente expresión para calcular la fem máxima que se puede generar por IE al girar la espira en un campo (o un imán cerca de una espira): $\varepsilon = N * B * A * \omega$
 D: ¿Qué variables o parámetros representan las letras que aparecen?
 Varios alumnos a la vez : N cantidad de vueltas
 Varios alumnos a la vez: B campo magnético
 Varios alumnos a la vez: A el área
 D: y w? es algo que por ahí no conocen...Para eso les traje este dispositivo, un dinamo casero (lo hace funcionar frente a los estudiantes)

D: ¿cuál de todas las variables de las cuales estuvimos trabajando?, es la que variando en este momento para que se pueda prender este foco
 (Ante la imposibilidad de los estudiantes de responder se detiene a repasar algunos problemas previos, y analizar las variables asociadas al flujo magnético que se podían variar para generar IE)
 D: Haciendo funcionar el dispositivo ¿Cuál de todas las variables, de las cuales podría variar para variar el flujo estoy variando aquí?
 D: el área? ... (orienta la observación hacia el la espira mientras gira)
 A(todos) : no
 D: el campo magnético? (señala el imán que está girando cerca de la espira)
 Varios alumnos a la vez: no
 D: ¿Cuál es la otra variable involucrada en la definición de flujo?
 A3: la orientación
 D: ahhhh, la orientación. Se acuerdan que en el laboratorio virtual podíamos también cambiar la orientación de la espira. Si! Entonces en este aparatito que tengo acá, lo que está variando es la orientación del imán y eso produce el cambio de flujo...

Figura 13: Ejemplo diálogo docente - estudiantes, clase Aplicación.

Durante el tiempo en que los alumnos trabajan de forma grupal en cada actividad, la docente circula por el aula para fomentar el trabajo cooperativo de los estudiantes y, en caso de dudas o preguntas, les hace repreguntas para que puedan acercarse cada vez más a las ideas de la ciencia. Así también sugiere que utilicen diferentes formatos comunicacionales (como respuestas escritas, esquemas, o lenguaje coloquial, expresiones matemáticas) para expresar sus ideas de manera clara y coherente con los conceptos científicos.

Una vez resueltas las tareas, la docente propone una puesta en común de los procedimientos empleados y los resultados alcanzados. Para incentivar la participación de los estudiantes, invita a que sea alguno de ellos quien lo resuelva en la pizarra ante sus compañeros, favoreciendo una construcción colectiva de las respuestas buscadas. La docente guía la discusión y sintetiza la resolución.

Concluye esta etapa realizando una síntesis del modelo utilizado, explicando sus características y su aplicación en cada uno de los problemas planteados, destacando la importancia de lo aprendido para resolver problemas cotidianos y que involucran dispositivos tecnológicos conocidos para los estudiantes.

En la tabla VII se sintetizan las principales acciones implementadas en esta instancia de aplicación.

OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE IMPLEMENTADO
Presentar los objetivos de la clase y tareas resolver	Presenta objetivos de la nueva actividad Realiza lectura conjunta con el fin de salvar dudas de interpretación
Promover participación de los alumnos, escuchando sus ideas y explicaciones	Recupera y sintetiza la idea de la ciencia trabajada previamente Guía el uso de modelos de la ciencia para explicar

	Orienta la actividad
Clarificar nuevas ideas	Explica y retoma ejemplos de situaciones planteadas en actividades previas Destaca las variables y sus relaciones que involucran la problemática a resolver.
Sintetizar el modelo de la ciencia usado y el tipo de explicaciones elaboradas	Realiza una síntesis de la resolución de un problema. Realiza una síntesis del modelo usado Sintetiza el modelo de la ciencia.

Tabla VII. Estrategias didácticas implementadas en la instancia de aplicación.

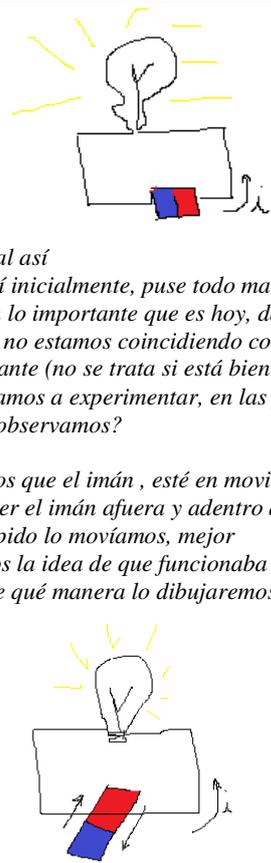
Los resultados obtenidos indican que las estrategias implementadas por la docentes son concordantes con las propuestas desde IDAS en tanto se observa la implementación de estrategias como lecturas conjuntas, recuperación de conceptos/resoluciones de problemas previos y la orientación en el uso de los conceptos y leyes pertinentes, lo que contribuiría a fortalecer el desarrollo de habilidades para aplicar conocimientos en diversos contextos, objetivo central de esta instancia didáctica.

4.4. Etapa de Síntesis

En esta etapa, la docente propone a los estudiantes revisar lo que han aprendido sobre el fenómeno de IE. Para ello, les entrega las respuestas que dieron en las actividades planteadas en la etapa de iniciación, invitándolos a leerlas y, si lo consideran necesario, a modificarlas o ampliarlas. También les solicita que comparen sus respuestas iniciales y finales y realicen una breve descripción de lo que han aprendido, así como de las estrategias y/o actividades que consideran que les ayudaron más a aprender. Finalmente, les pide que expliciten lo que creen que aún queda por comprender o mejorar en sus conocimientos.

Después de completar la tarea, la docente, en diálogo con el colectivo de estudiantes, resume las ideas que habían explicitado antes de la enseñanza (que implicaba desconocimiento del fenómeno y/o la concepción de que el imán actúan como una fuente de CC, una pila o batería) y las representa mediante un esquema. Guía entonces la atención de los estudiantes para que identifiquen ideas erróneas o incompletas y evalúen su capacidad explicativa. Luego, les propone generar en conjunto una red de conceptos que represente la idea que han construido hasta el momento. Sobre el mismo y en comparación con el inicial, la docente muestra el aumento de conceptos considerados y relaciones identificadas, lo cual demuestra la complejidad creciente del conocimiento de los estudiantes. Además, se destacan las aplicaciones tecnológicas que han podido explicar gracias a este conocimiento. En la Figura 14 se muestra parte del diálogo que se llevó adelante.

D: inicialmente, cuando nos cuestionamos sobre la posibilidad de generar una corriente con un imán, la mayoría propuso lo siguiente:



A1: si, pero está mal así
A2: yo lo dibuje así inicialmente, puse todo mal
D: claro, observen lo importante que es hoy, darse cuenta que como pensábamos no estamos coincidiendo con la ciencia, pero sí, era muy importante (no se trata si está bien o no).
D: Cuando empezamos a experimentar, en las primeras actividades, ¿que observamos?
A3: que no era así
A4: que necesitamos que el imán , esté en movimiento
A5: había que mover el imán afuera y adentro de la bobina.
A6: cuanto más rápido lo movíamos, mejor
D: claro, refutamos la idea de que funcionaba el imán como una pila. Entonces, ¿de qué manera lo dibujaremos?

D: Entonces, podemos decir que el fenómeno de inducción electromagnética, como condición necesitamos que el imán esté en continuo movimiento. Además, una cosa son las condiciones y otra cosa...
A7: es la causa
D: claro, muy bien! a ver A8 ¿cuál es la condición?
A8: el movimiento del imán
D: Y a ver A9, ¿la causa?
A10: variación de flujo
A9: el flujo que se genera
A11: tiene que variar el flujo
A12: es la variación
D: Bien, y ¿cuál es la definición de flujo magnético?
A8: yo, la cantidad de línea que atraviesan un área determinada

Figura 14: Ejemplo de diálogo docente- estudiantes en la instancia de síntesis.

En la tabla VIII se sintetizan las principales acciones implementadas por la docente en esta instancia de síntesis.

OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE IMPLEMENTADO
Guiar a los alumnos en la identificación, clasificación y evaluación de sus ideas usadas	Socializa las explicaciones de los alumnos y los modelos usados. Explica lo que se representa en cada modelo. Analiza la validez de esos modelos para elaborar explicaciones, comparar distintos modelos usados (variables, interacciones). Ayuda a los alumnos a clarificar sus ideas usadas a lo largo del proceso de enseñanza.

<p>Analizar, con los alumnos, el aprendizaje experimentado</p>	<p>Comparte el cambio producido en la manera en que se fue explicando durante el proceso de enseñanza. Estimula la reflexión sobre las características del proceso de aprendizaje experimentado. Realiza una síntesis sobre qué aprendieron y cómo</p>
<p>Plantear situaciones cotidianas y aplicar el modelo de la ciencia escolar y "evaluar" su potencialidad para elaborar explicaciones</p>	<p>Representa gráficamente el modelo de ciencia escolar que se intentó construir con la instrucción. Explicita situaciones que dicho modelo permite explicar. Propone el análisis de situaciones cotidianas donde se puede aplicar el modelo de la ciencia para explicarlas. Solicita explicaciones de situaciones cotidianas. Imita experimentalmente las situaciones a analizar a fin de ayudar a los alumnos a elaborar sus explicaciones. Realiza preguntas para analizar interacciones entre las variables involucradas en las situaciones analizadas.</p>

Tabla VIII. Estrategias didácticas implementadas en la instancia de síntesis.

En esta etapa, se destaca la importancia de que los estudiantes evalúen de manera autónoma lo que han aprendido y enfrenten desafíos aplicando las ideas construidas. En consonancia con este enfoque, el docente alentó a los alumnos a revisar y ajustar sus respuestas, comparándolas con las respuestas iniciales para fomentar el análisis crítico y la autorreflexión, estrategias centrales según el referencial propuesto en la tabla IV.

Aunque no condujo a que los estudiantes identificaran por sí mismos los cambios en sus formas de explicar el fenómeno y las estrategias más efectivas para construir nuevos conocimientos, sí compartió, ante el gran grupo, las ideas que tenían antes y después de la enseñanza. Este proceso implicó la explicación y análisis de sus características, acción que podría favorecer el desarrollo de habilidades relacionadas con la autorregulación del aprendizaje, uno de los objetivos fundamentales que IDAS persigue en esta etapa.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al comparar los resultados hallados al analizar el accionar docente (sintetizados en las tablas V, VI, VII y VIII) con el accionar esperado (sintetizados en las tablas I, II, III y IV) se puede observar que varias de las estrategias implementadas coinciden con las esperadas según el marco teórico adoptado tal como lo muestra la lista de cotejo que se presenta en el Anexo I.

Así, en la etapa de iniciación, la docente, con el fin de despertar el interés de los estudiantes, propuso analizar situaciones problemáticas familiares y potencialmente significativas para ellos, generando un ambiente propicio para la explicitación e identificación de ideas. Aunque la dinámica de "preguntas y repreguntas" fue efectiva para la indagación y explicitación de ideas, se observa una oportunidad de mejora en la estimulación del intercambio

entre pares. En tal sentido, incorporar estrategias que fomenten la discusión y argumentación entre estudiantes podría enriquecer la construcción colectiva del conocimiento.

En la etapa de desarrollo se enfocó en impulsar la participación activa, estimulando a los estudiantes a que, implementando metodologías coherentes con las científicas, analicen datos empíricos para arribar a la ley de Faraday. Al hacerlo se ocupó de despejar dudas y orientar la comprensión de recursos como materiales de laboratorio, simulaciones, etc. El enfoque no tradicional, que emplea para orientar la construcción de significado por parte de los estudiantes, refleja la intención de desempeñarse como "guía". No obstante, como se mencionó anteriormente, la utilización de preguntas más abiertas podría haber propiciado intercambios más enriquecedores y potentes, permitiendo a los estudiantes explorar diversas perspectivas e ideas.

En la etapa de aplicación realizó lecturas conjuntas y orientó en el uso de conceptos y leyes en la resolución de problemas. Finalmente, en la etapa de síntesis si bien no condujo a que los estudiantes identificaran por sí mismos los cambios en sus explicaciones, sí identificó y describió junto a ellos las ideas compartidas antes y después de la enseñanza, en un intento de favorecer el desarrollo de habilidades relacionadas con la autorregulación del aprendizaje.

6. CONCLUSIÓN

Como se expresó al comienzo de esta comunicación, este trabajo forma parte de uno más amplio en que se estudió cómo un grupo de estudiantes de educación secundaria, logró construir y aplicar conceptos y leyes asociados a la IE cuando se implementó en el aula una PE diseñada siguiendo el marco teórico aportado por IDAS.

Aunque se identifica la complejidad y la variabilidad del proceso de aprendizaje, se reconoce la influencia significativa que tiene el docente en dicho proceso. Por ello este estudio se centró en caracterizar y sistematizar las acciones del docente que implementó la PE diseñada. En líneas generales, dicho docente desempeñó el papel de "guía" en el proceso de aprendizaje, asistiendo a los estudiantes en la expresión y clarificación de sus ideas, abordando el conocimiento escolar y su aplicación para resolver problemas concretos. Se apartó del centro de la clase para permitir que sean los estudiantes los protagonistas. El rol del docente identificado y descrito en este trabajo resultaría facilitador del aprendizaje en tanto promueve la participación activa de los estudiantes en la comprensión de los conceptos y leyes abordados.

7. REFERENCIAS

Almudí, J.; Ceberio, M.; Zubimendi, J. "Análisis de los argumentos elaborados por estudiantes de cursos introductorios de Física universitaria ante situaciones problemáticas pertenecientes al ámbito de la inducción electromagnética". *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2013, n. ° Extra, pp.101-106, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/305974> .

- Almudí, J., Zuza, K., Guisasola, 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. Recuperado a partir de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/309277>
- Bravo, B. (2008). La enseñanza y el aprendizaje de la visión y el color en la educación secundaria.
- Braunmüller, M. C., Bravo, B. M., & Juárez, A. M. (2019). La enseñanza y el aprendizaje del fenómeno de Inducción Electromagnética (IE) en el ciclo básico de carreras de Ingeniería.
- Bravo, B. M., Eguren, L. A., & Rocha, A. L. (2010). El rol del docente en la enseñanza de la visión en educación secundaria. Un estudio de caso. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 283-375.
- 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.
- Catalán, L., Caballero Sahelices, C., y Moreira, M. A. (2010). Niveles de conceptualización en el campo conceptual de la Inducción electromagnética. Un estudio de caso. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 4(1), 126-142.
- Diseños Curriculares de Ciencias Naturales, Fisicoquímica, Física y Química para la Escuela Secundaria de la provincia de Buenos Aires.* (2017). Recuperado de <http://www.abc.gov.ar/>
- Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación.* Ediciones Morata.
- Inorreta, Y., Bravo, B., & Bravo, S. (2023a). Una propuesta didáctica para enseñar el fenómeno de inducción electromagnética en el nivel secundario. *Revista De Enseñanza De La Física*, 35, 183-190. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/43306>
- Inorreta, Y., Bravo, B., & Bravo, S. (2023b). Estudio del desarrollo del conocimiento en inducción electromagnética, en estudiantes de nivel secundario. *Revista De Enseñanza De La Física*, 35, 191-199. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/43307>
- Inorreta, Y., Bravo, B., & 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>
- Inorreta, Y., Braunmüller, M. y Bravo, B (2019). La enseñanza y el aprendizaje del fenómeno de inducción electromagnética en educación secundaria. Cuarto Simposio Virtual de Enseñanza de las Ciencias, realizado en el marco de las actividades del Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. Diciembre de 2019
- Inorreta, Y., Braunmüller, M. y Bravo, B (2019). La enseñanza y el aprendizaje del fenómeno de inducción electromagnética en educación secundaria. Cuarto Simposio Virtual de Enseñanza de las Ciencias. Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Univ. de Buenos Aires.
- Guisasola, J., Almudí, J. M., y Zuza, K. (2010). Dificultades de los estudiantes universitarios en el aprendizaje de la inducción electromagnética. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 32(1).
- Guisasola, J., Almudí, J. M., y Zuza, K. (2008). Explicaciones de los estudiantes de primer curso de ingeniería sobre los fenómenos de inducción electromagnética. *Revista de Enseñanza de la Física*, 21(2), 33-47.
- Juárez, A. M., & Bravo, B. M. (2015). Análisis de estrategias didácticas implementadas a fin de favorecer el aprendizaje de fenómenos ópticos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 9, 283 (2014).
- Naizaque Aponte, N. C. (2013). *Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de la inducción electromagnética* (Doctoral dissertation).
- Pérez Serrano, G., & Nieto Martín, S. (1993). La investigación-acción en la educación formal y no formal.
- Pozo, J.I (2001). *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne.* Madrid: Ed. Morata. pp 105 – 240.
- Zuza, K., Almudí, J. M., y Guisasola, J. (2012). *Revisión de la investigación acerca de las ideas de los estudiantes sobre la interpretación de los fenómenos de Inducción electromagnética.* *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 30(2), 175-19.

ANEXO I

INICIACIÓN	Preguntar sobre las respuestas dadas a las actividades individuales sobre el fenómeno en estudio.	X
	Incentivar la expresión oral de las respuestas dadas.	X
	Solicitar explicaciones-justificaciones de ideas surgidas.	X
	Comunicar ante el gran grupo ideas - justificaciones de los alumnos.	
	Favorecer la evaluación de pares de las ideas propuestas por los alumnos.	
	Propiciar que los alumnos verbalicen sus ideas y se esfuercen en argumentarlas ante sus pares.	X
	Comparar ideas propuestas por alumnos para destacar características comunes y relevantes.	
	Registrar las ideas manifestadas a fin de que sean reconocidas y visualizadas por todos.	X
	Identificar y aclarar ideas-conceptos surgidos relacionados con fenómeno en estudio.	
	Destacar las limitaciones de explicaciones-justificaciones.	X
DESARROLLO	Presentar objetivos claros de la actividad: problema o experiencia.	X
	Guiar en el desarrollo de las actividades propuestas	X. y fomenta y guía el trabajo en equipo
	Plantear la discusión, el intercambio, el enfrentamiento de distintas justificaciones-explicaciones.	X
	Representar-registrar las ideas surgidas en la socialización de las justificaciones - explicaciones.	X
	Comparar ideas propuestas por los alumnos para destacar características comunes y relevantes.	
	Promover y orientar en la búsqueda bibliográfica o material teórico.	Guía la interpretación de los recursos a usar (materiales de laboratorio/simulaciones/laboratorios virtuales)
	Elaborar explicaciones alternativas.	Realiza preguntas y repreguntas para motivar la participación de los estudiantes, para que reflexionen sobre sus ideas, y las evalúen para que sean quienes concluyan.
	Sintetizar-informar funciones y características de los nuevos elementos.	Estimula la interacción alumno-alumno y alumno-docente, para construir colaborativamente las ideas de la ciencia
	Sintetizar-informar las interacciones que se producen entre los distintos elementos.	
	Presentar de forma integrada el modelo propuesto por la ciencia ante el gran grupo. Formalizar conceptos.	X Presentar de forma integrada el modelo propuesto por la ciencia ante el gran grupo, a partir de las ideas abordadas con antelación y las propias manifestadas por los estudiantes.

APLICACIÓN	Presentar objetivos claros de la nueva actividad.	X
	Indagar las respuestas elaboradas por los alumnos en actividades previas.	
	Recuperar y socializar respuestas-explicaciones de alumnos a actividad previa.	X
	Preguntar para que reconozcan variables que intervienen en situación - problema, sus funciones y sus interacciones.	Realizar una síntesis de estrategias de resolución de un problema
	Guiar en el uso de modelos de la ciencia para explicar.	X
	Propiciar la elaboración de argumentaciones.	
	Orientar en la elaboración de argumentos para explicar.	
	Explicar situaciones planteadas en las actividades previas.	X
	Destacar e informar sobre las variables que intervienen en situación - problema, sus funciones y sus interacciones.	X
	Realizar una síntesis del modelo usado.	X
	Explicitar las características de una explicación usando nuevas ideas (de la ciencia).	
	Establecer diferencias entre explicaciones cotidianas y las coherentes con las de la ciencia.	
	Evaluar la aplicación de las ideas de la ciencia.	
	Sintetizar el saber de la ciencia implicado.	X
SINTESES Y CONCLUSION	Socializar las explicaciones de los alumnos y los modelos usados	X
	Explicar lo que se representa en cada modelo	X
	Analizar la validez de esos modelos para elaborar explicaciones, comparar distintos modelos usados (variables, interacciones).	X
	Ayudar a los alumnos a clarificar sus ideas usadas a lo largo del proceso de enseñanza.	X
	Compartir el cambio producido en la manera en que se fue explicando durante el proceso de enseñanza.	X
	Reflexionar sobre las características del proceso de aprendizaje experimentado.	X
	Solicitar que verbalicen qué creen que aprendieron.	
	Solicitar que verbalicen qué les ayudó más a aprender.	
	Realizar una síntesis sobre qué aprendieron y cómo.	X
	Representar gráficamente el modelo de ciencia escolar que se intentó construir con la instrucción.	X
	Explicitar situaciones que dicho modelo permite explicar	X

	Proponer el análisis de situaciones cotidianas donde se puede aplicar el modelo de la ciencia para explicarlas.	X
	Solicitar explicaciones de situaciones cotidianas.	X
	Imitar experimentalmente las situaciones a analizar a fin de ayudar a los alumnos a elaborar sus explicaciones.	X
	Realizar preguntas para analizar interacciones entre las variables involucradas en las situaciones analizadas.	X

Yésica Inorreta:

Prof. de Física y Química por la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Actualmente se encuentra realizando el Doctorado en Enseñanza de las Ciencias (mención Física) de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNICEN. Es docente investigadora en el área de Física de la Facultad de Ingeniería (FIO) de la UNICEN. Línea de trabajo: estudio de la enseñanza y el aprendizaje del electromagnetismo en la educación secundaria. Actualmente integra diversos proyectos de investigación, en el marco del Centro de Investigación, Innovación, Desarrollo y Transferencia en Articulación, Educación Científica y Ciencias para la Ingeniería (ArECyCI) de la FIO; es integrante del proyecto de extensión universitaria denominado “Innovación para la Alfabetización Científico – Tecnológica” (IpACT) y del centro de desarrollo tecnológico para la Educación Científica y la Ingeniería “CENEX”. De la labor realizada han surgido trabajos de investigación y divulgación que han sido publicados en libros, congresos y revistas científicas.

Yésica Inorreta:

Prof. de Física y Química por la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Actualmente se encuentra realizando el Doctorado en Enseñanza de las Ciencias (mención Física) de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNICEN. Es docente investigadora en el área de Física de la Facultad de Ingeniería (FIO) de la UNICEN. Línea de trabajo: estudio de la enseñanza y el aprendizaje del electromagnetismo en la educación secundaria. Actualmente integra diversos proyectos de investigación, en el marco del Centro de Investigación, Innovación, Desarrollo y Transferencia en Articulación, Educación Científica y Ciencias para la Ingeniería (ArECyCI) de la FIO; es integrante del proyecto de extensión universitaria denominado “Innovación para la Alfabetización Científico – Tecnológica” (IpACT) y del centro de desarrollo tecnológico para la Educación Científica y la Ingeniería “CENEX”. De la labor realizada han surgido trabajos de investigación y divulgación que han sido publicados en libros, congresos y revistas científicas.