

El Enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas

CASOS Y EJEMPLOS EN
EDUCACIÓN EN INGENIERÍA





© 2019 Editorial Edutecne S.A.

Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman, Ing. Guillermo C. Kalocai

El enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas. Casos y ejemplos en Educación en Ingeniería.



Atribución – No Comercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga con fines comerciales. Tampoco se puede utilizar la obra original con fines comerciales. Esta licencia no es una licencia libre.

Diseño gráfico: Serifa · serifa.com.ar

El enfoque por competencias en la ciencias básicas : casos y ejemplos en educación en Ingeniería / Marisa Battisti... [et al.]; compilado por Uriel Cukierman ; Guillermo Kalocai. - 1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe ; Ciudad Autónoma de Buenos Aires : CONFEDI - CIIE, 2019.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-4998-16-3

1. Educación. 2. Ingeniería. 3. Competencia. I. Battisti, Marisa.
II. Cukierman, Uriel, comp. III. Kalocai, Guillermo, comp.
CDD 620.007

El Enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas

Casos y ejemplos en Educación en Ingeniería

COMPILADORES Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman · Ing. Guillermo C. Kalocai

EDITORES CONFEDI y CIIE



COMPILADORES

Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman

Ing. Guillermo C. Kalocai

El Enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas

Casos y ejemplos en
Educación en Ingeniería

Comité Ejecutivo CONFEDI

Presidente — Pablo Recabarren

Decano Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba

Presidente Honorario — Roberto Aguirre

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Presidente Saliente — Roberto Giordano Lerena

Decano Facultad de Ingeniería - Universidad FASTA

Vicepresidente — Guillermo Oliveto

Decano Facultad Regional Buenos Aires - Universidad Tecnológica Nacional

Secretario General — José Basterra

Decano Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Nordeste

Secretario Permanente — Jorge Omar Del Gener

Decano Facultad Regional Avellaneda - Universidad Tecnológica Nacional

Presidente Comisión Mujer en Ingeniería — Liliana Rathmann

Decana Facultad de Ingeniería - Universidad Atlántida Argentina

Presidente Comisión de Enseñanza — Graciela Orelo

Decana Facultad de Ingeniería - Universidad Juan Agustín Maza

Presidente Comisión de Ciencia, Tecnología y Extensión — Guillermo Lombera

Decano Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Mar del Plata

Presidente Comisión de Relaciones Interinstitucionales e Internacionales — Miguel Ángel Sosa

Decano Facultad Regional Delta - Universidad Tecnológica Nacional

Comité Ejecutivo CONFEDI

Presidente Comisión de Postgrado — Marcelo De Vincenzi

Decano Facultad de Tecnología Informática - Universidad Abierta Interamericana

Presidente Comisión de Interpretación y Reglamento — Carlos Savio

Decano Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas - Universidad Nacional de Catamarca

Presidente Comisión de Estándares — Jorge Omar Del Gener

Decano Facultad Regional Avellaneda - Universidad Tecnológica Nacional

Presidente Comisión de Presupuesto — José Luis García

Decano Facultad Regional General Pacheco - Universidad Tecnológica Nacional

Presidente Comisión de Nuevos Alcances — Alberto Guerci

Decano Facultad de Ingeniería - Universidad de Belgrano

Presidente Comisión de Publicaciones — Diego Caputo

Decano Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de la Marina Mercante

Órgano de Fiscalización — Rubén Fernando Ciccarelli

Decano Facultad Regional Rosario - Universidad Tecnológica Nacional

Secretaría Ejecutiva — Mercedes Montes de Oca, Alaia Guruciaga

Prensa y Comunicaciones — Eugenia Vázquez

Compiladores

Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman

Ingeniero Electrónico egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Especialista en Sistemas de Información y Master en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Empresa por la Universidad Politécnica de Madrid.

En la actualidad se desempeña como Investigador (Categoría "I" M.E.) y Profesor en la UTN en el cargo de Director del Centro de Investigación e Innovación Educativa (CIIE) de la FRBA, y como Research Professor de la Universidad de Nuevo México (EUA). Es también Vice-President of Capacity Building y Former-President de la International Federation of Engineering Education Societies (IFEES) y Director Asociado en InnovaHiEd. Dicta regularmente cursos sobre educación como profesor invitado en diversas universidades del país y del exterior, en particular en temas relacionados con Educación Basada en Competencias, Tecnología Educativa y otras cuestiones directamente relacionadas.

Se ha desempeñado anteriormente como Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Palermo, Miembro del Executive Committee del Global Engineering Deans Council (GEDC), Secretario de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la UTN – Rectorado, Director de la Licenciatura en Tecnología Educativa de la UTN – FRA, Director del Departamento de Electrónica de la Escuela Técnica ORT N° 2 y posee más de treinta y cinco años de experiencia docente en diversas instituciones públicas y privadas nacionales. Se han publicado trabajos de su autoría en diversos medios, así como en publicaciones científicas nacionales e internacionales. Ha publicado tres libros, cinco capítulos de libros y más de cincuenta papers y otros documentos científicos y académicos.

Ha sido galardonado como Profesor Honorario en la Universidad Ricardo Palma (Perú), IEOM Distinguished Educator Award (EUA) e IGIP International Engineering Educator Award (Austria).

Compiladores

Ing. Guillermo C. Kalocai

Ingeniero Electrónico, graduado de la Universidad Nacional del Sur -UNS- en 1990.

Inició su carrera docente en la UNS, en 1985, como auxiliar estudiante y revistiendo en el presente como profesor por concurso en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras de la UNS, en el área de Ingeniería de Programación.

Durante los primeros años de su actividad profesional tuvo desempeño en la industria electrónica y de computación, aplicada inicialmente a medicina y más tarde a los sistemas eléctricos de potencia. A mediados de los 90 volcó todo su quehacer al ámbito universitario.

En 2013 fue electo Director Decano de la unidad académica que lo aloja, cargo que reviste hasta la actualidad. Precedentemente ocupó roles de Vicedirector y de Secretario Académico del mismo departamento.

Es miembro del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina -CONFEDI-, participando de su Comité Ejecutivo desde 2016.

Es miembro del IEEE -The Institute of Electrical and Electronics Engineers- desde 1985, directivo actualmente de los capítulos argentinos de Educación en Ingeniería y de Implicancias Sociales de la Ingeniería. En el período 2009-2010 revistió el rol de Presidente de la sección argentina de la entidad.

Evaluadores

Alzugaray, Gloria — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fé

Camacho, Rudix — Universidad Nacional de Jujuy

Camos, Cristina — Universidad Abierta Interamericana

Camprubi, Germán — Universidad Nacional del Nordeste

Cirimelo, Sandra — Universidad FASTA y Universidad Nacional de Mar del Plata

Cosia, Victoria — Universidad FASTA

Costa, Viviana — Universidad Nacional de La Plata

Cura, Omar — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Bahía Blanca

Di Domenicantonio, Rossana — Universidad Nacional de La Plata

Forestello, Rosanna — Universidad Nacional de Córdoba

Garibay, María Teresa — Universidad Nacional de Rosario

Gasull, Viviana — Universidad Nacional de San Luis

Ghilardi, Lucía — Universidad Católica Argentina Cuyo

Gimeno, Patricia — Universidad Nacional de San Luis

González, María — Universidad Nacional del Sur

Graffigna, Ana — Universidad Nacional de Cuyo

Grinsztajn, Fabiana — Universidad Nacional de La Matanza

Evaluadores

Hossian, Alejandro — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional del Neuquén

Imperiale, Marcela — Universidad Nacional de La Matanza

Kowalski, Víctor — Universidad Nacional de Misiones

Laura, Roberto — Universidad Nacional de Rosario

Lores, Gustavo — Universidad Nacional de Jujuy

Martins de Abreu, Graciela — Universidad Nacional de Cuyo

Mastache, Anahí — Universidad Nacional de Buenos Aires

Noya, Graciela — Universidad Nacional de la Patagonia Austral

Orelo, Graciela — Universidad Maza

Poco, Adriana — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Concepción del Uruguay

Rivero, Mariel — Universidad Nacional de Córdoba

Sacco, Lucía — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Nicolas

Savini, Ariel — Universidad Nacional de San Luis

Scancich, Miriam — Universidad Nacional de Rosario

Scardigli, Mónica — Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires

Yanitelli, Marta — Universidad Nacional de Rosario

Zabaleta, Gustavo — Universidad Nacional de Mar del Plata

Índice

Prólogo	→	17
<i>Por Mgr. Ing. Uriel R. Cukierman e Ing. Guillermo C. Kalocai</i>		



Un caso práctico de fuerzas de rozamiento estático: los frenos ABS.	→	21
Fundamentos de Química: una experiencia para la enseñanza de gases basada en competencias.	→	31
Un nuevo enfoque para la enseñanza de la Física en el ciclo básico de carreras de Ingeniería: evaluar y desarrollar competencias profesionales.	→	40
El debate activo en Química Orgánica como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias.	→	51
Desarrollo de competencias genéricas a través de un proyecto de investigación sobre la calidad del agua. Educación en Ingeniería Industrial.	→	64
Una estrategia para enseñar Cálculo con el enfoque por competencias.	→	78
La introducción de las TICs en la enseñanza de Química para Ingeniería y su influencia en la adquisición de competencias genéricas.	→	92



Aprendizaje activo en la enseñanza: experiencias entre cátedras de Ingeniería y con escuelas secundarias.	—→	104
Trabajo Práctico Integrador del ciclo intermedio. Matemática y Estadística, FI-UNLZ.	—→	113
Un diseño de actividades matemáticas para el desarrollo de competencias en las carreras de Ingeniería: cálculo en una variable en Ingeniería Electrónica.	—→	125
Jornadas de Estadística Aplicada como estrategia para contribuir al desarrollo de competencias en alumnos de Ingeniería.	—→	137
Aprendizaje por competencias en ciencias básicas. Recorrido de un portón levadizo no desbordante.	—→	148
El movimiento de la materia y los fenómenos que desencadena.	—→	161
Comprensión del concepto de corriente alterna en primer año de carreras de Ingeniería.	—→	179
La investigación-acción como motor de cambios pedagógicos para promover el desarrollo de competencias en la formación del bioingeniero.	—→	192
La inducción electromagnética y el desarrollo de competencias de resolución de problemas en el ciclo básico de carreras de Ingeniería.	—→	208



Desarrollo de la creatividad e imaginación en estudiantes del ciclo básico de carreras de Ingeniería.	—→	222
Sensibilidad y especificidad. Enfoque basado en la competencia de resolución de problemas.	—→	233
Transformaciones lineales y videojuegos.	—→	245
Aprendizaje basado en proyectos, una estrategia para aportar a la adquisición de competencias.	—→	261
El desarrollo de la competencia resolución de problemas mediante la utilización de material didáctico diseñado con plataformas informáticas de animación.	—→	276
Enseñanza para el desarrollo de competencias. Una propuesta para "Análisis Matemático I".	—→	287
Evaluar competencias: presentación de caso en "Análisis Matemático I". Arte con funciones y GeoGebra.	—→	299
Aprendizaje basado en competencias. Estrategias en el ciclo de vida de un producto.	—→	308
Aulas de campo interdisciplinarias: articulación entre ciencias básicas y tecnologías aplicadas.	—→	317
Desarrollar competencias en Física Básica. Análisis de un caso de resolución de un problema semiabierto.	—→	330



Uso de enfoques interactivos para mejorar las habilidades de resolución de problemas en Ingeniería.	→	347
El ensayo de laboratorio de carga y descarga de capacitores como una situación de integración.	→	357
Integrando Materias Básicas. Una estrategia de enseñanza para estudiantes de primeros años de Ingeniería.	→	368
Aplicación del enfoque por competencias en una clase de Matemática.	→	381
Evaluación de competencias complejas en el tema óptica geométrica.	→	395
"Dinámica de las Rotaciones" mediante un trabajo práctico de laboratorio. Recurso didáctico tradicional y TIC para la enseñanza de la medición, el análisis y la comparación utilizando, de manera efectiva, las técnicas y herramientas de aplicación en la Ingeniería.	→	403
Una experiencia interdisciplinaria en Ingeniería Civil.	→	416
La "clase invertida" y el desarrollo de competencias: una propuesta didáctica para introducir los espectros de frecuencia discretos.	→	430
Uso de imágenes y problemas como métodos alternativos para la construcción de conocimientos y competencias genéricas en estudiantes de Química Orgánica y Biológica de la carrera de Bioingeniería.	→	442



Aprendizaje de cónicas, autovalores, autovectores y desarrollo de competencias genéricas de Ingeniería.	→	457
Propuesta didáctica para enseñanza de la estequiometria basado en competencias utilizando recursos digitales con rúbrica como Instrumento de evaluación.	→	471
Caracterización de sistemas materiales con enfoque por competencias. Introducción a fenómenos de superficie y transporte.	→	486
Diseño de una metodología didáctica integrada en Ingeniería Civil.	→	499
Propuesta pedagógica de enseñanza de Química: la Ingeniería empieza en casa.	→	510
Teoría de probabilidades y competencias. Una perspectiva desde la Educación Matemática.	→	525
Desarrollo de competencias académicas específicas para el aprendizaje de la anatomía humana.	→	538
<hr/>		
Índice por autores	→	549



La inducción electromagnética y el desarrollo de competencias de resolución de problemas en el ciclo básico de carreras de Ingeniería

Bravo, Bettina - bbravo@fio.unicen.edu.ar

Braunmüller, Mariné - mbraunmu@fio.unicen.edu.ar

Verucchi, Carlos - verucchi@fio.unicen.edu.ar

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires - CONICET

RESUMEN · En este trabajo se describe una propuesta de enseñanza diseñada para favorecer el aprendizaje del fenómeno de inducción electromagnética y el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución de problemas en alumnos de Física del ciclo básico de carreras de Ingeniería. La propuesta se organizó siguiendo una secuencia didáctica que sienta sus bases en la teoría constructivista del conocimiento. Las actividades se plantean de modo tal que los estudiantes, bajo la guía de los docentes, identifiquen las variables asociadas al fenómeno y las relaciones que se establecen entre ellas. Finalmente los estudiantes deberán aplicar el saber construido para resolver diversos problemas. La propuesta ha sido evaluada por un trabajo de investigación didáctica que ha dejado en evidencia su potencialidad para favorecer el aprendizaje deseado.

Palabras clave — Física, enseñanza, inducción electromagnética, resolución de problemas, carreras de ingeniería.

ABSTRACT · This paper describes a teaching proposal designed to favor the learning of the phenomenon of electromagnetic induction and the development of skills related to solving problems in Physics students of the basic cycle of engineering careers. The activities are planned so that the students, under the guidance of the teachers, who identify the variables associated with the phenomenon and the relationships established between them. Finally, students must apply the built knowledge to solve various problems. The proposal has been evaluated by a didactic research work that has shown its potential to favor the desired learning.

Keywords — Physics, teaching, electromagnetic induction, problem resolution engineering career.

»

INTRODUCCIÓN ➔ Se presenta aquí una propuesta de enseñanza diseñada con el objetivo de abordar la temática Inducción Electromagnética (IE) y propiciar el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas, en el contexto de un curso de Física del ciclo básico de carreras de Ingeniería.

Esta propuesta se organizó siguiendo la secuencia didáctica IDAS¹, que consta de cuatro fases: iniciación, desarrollo, aplicación y síntesis. La misma sienta sus bases en la teoría constructivista del conocimiento que en líneas generales propone reconocer a los sujetos como los principales actores del proceso de aprendizaje, quienes construyen nuevos conocimientos a partir de los que ya poseen. En el caso de los alumnos del nivel universitario estos conocimientos son producto de un aprendizaje formal (el que desarrollaron durante su escolarización) e informal (el que generaron como consecuencia de su interacción con su entorno físico y social). Al respecto, numerosas investigaciones didácticas dejan de manifiesto que, aún después de la educación preuniversitaria, el conocimiento que suelen compartir los estudiantes en relación a los fenómenos físicos es un conocimiento pre-científico, más coherente con un saber intuitivo² que con uno coherente con el que expresa la Física como ciencia, conocimiento que justamente se pretende enseñar.

Los aportes realizados por la psicología cognitiva contemporánea [4-6] alertan que el aprendizaje no implica el abandono ni la sustitución de esas ideas intuitivas sino la construcción de otras y la re-significación de las más primitivas. Esto conlleva a que convivan en la mente del sujeto que aprende múltiples representaciones sobre un dominio dado. Desde este contexto, aprender el saber de la ciencia en general (y de la Física en particular) no sólo requiere interpretar los conceptos, leyes, modelos, teorías que ésta propone sino también aprender a gestionar las ideas que el sujeto dispone y a aplicarlas con consistencia y coherencia para **resolver** exitosamente los **problemas** (de índole científico – tecnológico) a los que se enfrenta no sólo en el ámbito académico sino también en su vida diaria y en un futuro, en un ambiente laboral.

Pero la resolución de problemas es un proceso complejo en sí mismo que implica no sólo hacer uso de los *conocimientos conceptuales* construidos sino también hacer uso de *conocimientos procedimentales* (como acotar el problema, formular hipótesis, diseñar y contrastar hipótesis a través de experimentos) y aplicar *procesos tanto cognitivos* (como analizar, identificar, comparar, clasificar, resumir, representar, relacionar variables, establecer analogías, elaborar conclusiones; evaluar) como *metacognitivos* (planear, evaluar,

1. El impacto de esta secuencia ha sido validado en diversas instancias trabajo (ver por ejemplo [1-3]).

2. Este conocimiento es construido principalmente a partir de la experiencia y la información aportada por los sentidos y se basa en supuestos ontológicos, epistemológicos y conceptuales diferentes a los que subyacen a la construcción del conocimiento científico. El conocimiento intuitivo y el de la ciencia resultan diferentes en su propia génesis lo que conlleva que los modelos explicativos que se elaboran en cada contexto y los modos de razonar que emplean resulten diferentes. Aprender ciencias a partir de un saber intuitivo implica un complejo cambio en el modo de conocer [4].

retroalimentar, diseñar, controlar, regular) [7].

Aunque compleja de desarrollar, la *competencia*³ de resolución de problemas integra todas las habilidades que la sociedad actual demanda de los profesionales nóveles (como crear, adquirir y transferir nuevos conocimientos; desarrollar capacidades y habilidades epistémicas y aprender a aprender) y que resultan indispensables propiciar durante su formación universitaria. En concordancia con ello, esta competencia (planteada en término de “identificar, formular y resolver problemas de ingeniería”) es una de las diez Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano propuestas por el CONFEDI [9].

Si bien la utilización de los términos *problema* y *resolución de problemas* ha tenido múltiples y a veces contradictorios significados a través de los años, todos los enfoques contemplan en términos generales, las etapas y capacidades que se sintetizan en la Tabla 1 (adaptados de [9,10]).

Etapas	Ejemplo de capacidades asociadas
Interpretación e identificación del problema	Identificar el objetivo de la tarea; incluir el problema en una categoría teórica; establecer relaciones entre los elementos involucrados y representarlas (de forma esquemática, coloquial y usando el lenguaje matemático); extraer información del enunciado (detectar datos explícitos e implícitos, reconocer los que resultan pertinentes para la resolución y los que faltan, identificar incógnitas).
Planificar y ejecutar un plan a seguir para resolver el problema	Elaborar predicciones; decidir el modelo teórico más adecuado; organizar los datos; buscar, seleccionar y procesar la información necesaria; seleccionar el método de resolución más adecuado y seguir la secuencia de resolución planificada.
Evaluación de resultados y acciones	Evaluar los resultados (a la luz de las predicciones y marco teórico), el camino seguido y los logros obtenidos.
Comunicación de resultados	Comunicar los resultados en forma verbal, oral o escrita usando un lenguaje apropiado.

Tabla 1. Etapas y capacidades asociadas a la resolución de problemas.

Ante el desafío de intentar favorecer el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas desde el ciclo básico de las carreras de ingeniería, y atendiendo al marco teórico que se ha sintetizado con antelación, se diseñó una propuesta de enseñanza que como se adelantó, intenta favorecer el aprendizaje de los conceptos y leyes asociados al fenómeno de IE como así también el desarrollo de capacidades como las listadas en la Tabla 1.

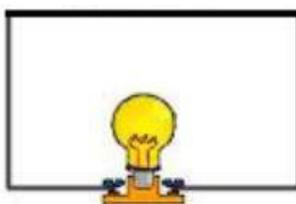
3. Se entiende como tal la posibilidad de movilizar e integrar diversos saberes y recursos cognitivos cuando se enfrenta una situación inédita, para lo cual la persona requiere mostrar la capacidad de resolver problemas complejos en distintos escenarios y momentos [8].

Se presentan a continuación (y por cuestión de espacio) algunas de las actividades diseñadas (planteadas todas en términos de problemas⁴) y se las describe en los términos de la instancia didáctica a la que pertenecen dentro de la secuencia según: el objetivo que persiguen, los contenidos involucrados, las capacidades que se desean potenciar y las estrategias docentes que se sugiere implementar para alcanzar los objetivos propuestos.

LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA →

Actividad

1. Considerando un circuito como el representado en la figura: “¿Puede encenderse la lámpara sin utilizar la red eléctrica, una pila o una batería?”
 - a. Si crees que sí, indica qué elementos necesitarías y explica qué harías para lograr que la lámpara se encienda.
 - b. Si crees que no, explica por qué.



2. ⁵ Con los materiales mostrados en la figura (imán y alambre de cobre) es posible encender la lámpara sin conectarla a una pila, batería o red domiciliaria.

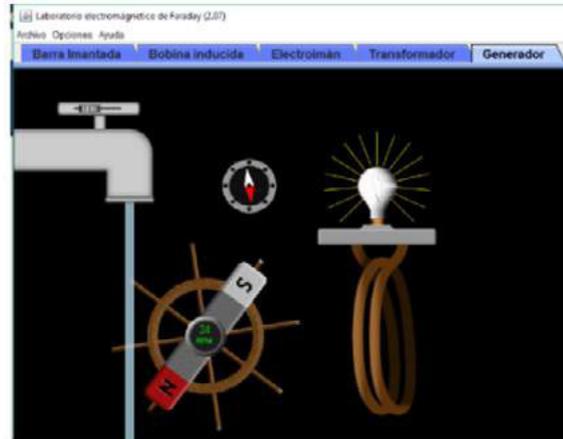


- a. Propone qué harías para lograr encender la lámpara usando los materiales dados. Realiza un dibujo o esquema que acompañe tu respuesta.
- b. Explica la función que cumple cada uno de los elementos para hacer posible que la lámpara se encienda.

4. Se entiende como tal a cualquier tarea que una persona o grupo de personas necesita o quiere resolver y para la cual no existe un camino directo que lleve a la solución [12].

5. A fin de no inducir las respuestas de los alumnos se les debería entregar la consigna 2 una vez que respondieron a la primera, y la consigna 3 luego de que respondieron a la segunda.

3. La imagen muestra la captura de pantalla en un instante donde la simulación denominada Generador (disponible en <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday>)⁶ simula cómo se enciende una lámpara haciendo uso de un imán y un circuito (bobinas – lámpara).



- Explica por qué crees que se enciende la lámpara.
- Si se cambia la lámpara por otra que requiere mayor diferencia de potencial para disipar la máxima potencia para la que fue fabricada: ¿qué modificaciones le harías al circuito propuesto o al procedimiento empleado, a fin de lograr que ésta se encienda? Justifica tu respuesta.

- *Objetivo:* que los alumnos usen sus ideas para elaborar explicaciones que involucran a temas conocidos y analizados en clase con antelación (circuitos CC) y predicciones sobre el fenómeno de IE que se comenzarán a estudiar.
- *Instancia didáctica:* INICIACIÓN. Esta instancia tiene como fin ayudar a los estudiantes a reconocer sus ideas sobre los elementos que conforman un circuito y los fenómenos a partir de los cuales se puede generar una corriente eléctrica. Esta instancia es fundamental porque será a partir de este conocimiento que construirán el conocimiento que se desea enseñar sobre IE.
- *Contenidos involucrados:* elementos que conforman un circuito. Corriente eléctrica. Diferencia de potencial. Fenómeno de IE (elementos que intervienen y condiciones que deben darse para que se genere una fuerza electromotriz (fem) inducida, a partir de él).
- *Capacidades a potenciar:* elaboración de predicciones.

6. Esta simulación puede ser proyectada por el docente ante el gran grupo para que los alumnos puedan observar la representación dinámica de la situación simulada al momento de elaborar sus respuestas.

- *Dinámica de resolución/recursos usados:* resolución individual / lápiz y papel - simulaciones.
- *Rol del docente:* Una vez que los alumnos respondan a las actividades el docente debería retomar las respuestas elaboradas y ponerlas a consideración del gran grupo dejando en evidencia, a la luz de las leyes de la electricidad y el magnetismo antes analizadas, aquellas ideas científicamente incorrectas (como el hecho de pensar que un imán puede comportarse como una fuente de diferencia de potencial eléctrico) y/o incompletos (como asumir que la sola existencia de un campo magnético conduce al fenómeno de IE)⁷ y hacer explícita la necesidad de indagar más sobre este fenómeno. Para ello se les propone realizar la siguiente actividad.

Actividad: *Primera parte*

1. Monta un circuito como el que muestra la figura, haciendo uso de una bobina, un imán y un multímetro.

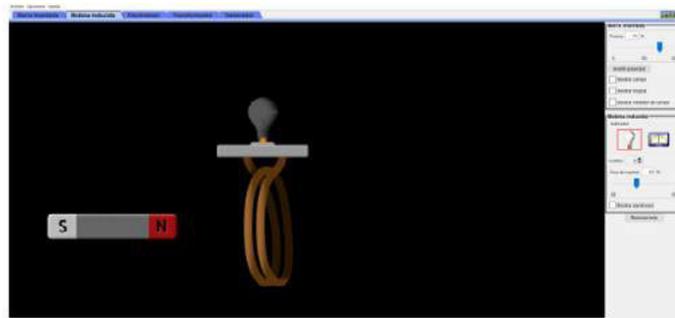


2. Acerca y aleja el imán del centro de la bobina y registra lo que observas.
3. Cambia la orientación del imán y repite la experiencia.
4. Gira el imán y registra lo que observas.
5. ¿Qué ocurre si dejas quieto el imán fuera de la bobina? ¿Y si lo detienes dentro?
6. ¿Cuál crees que es la causa de que se genere una corriente eléctrica en el circuito?

7. Ambos tipos de respuestas surgieron en el curso de Física II donde fue implementada la propuesta durante el ciclo lectivo 2018.

Segunda parte

1. Ingresa en la simulación “Laboratorio electromagnético de Faraday” solapa bobina inducida (disponible en <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday>)



2. Interactúa con ella e intenta encender la lámpara. Manipula para ello todas las variables que la simulación te permite: posición del imán; posición del circuito; área de la espira; magnitud del campo, número de vueltas de la espira.
3. ¿Qué debe suceder con la intensidad del campo magnético, el área del circuito, la posición relativa imán - circuito para que la lámpara se encienda? ¿Y para lograr que la luminosidad de la lámpara sea máxima?
4. Representa con un dibujo cómo cambian las líneas de campo generado por el imán dentro de la bobina, conforme mueves el imán en cada situación analizada.

Tercera parte

1. En base a lo observado en las experiencias realizadas concluye sobre:
 - a. Los elementos necesarios para generar una fem por inducción electromagnética.
 - b. Los procesos que deben darse para generar dicha fem.
 - c. Las condiciones que deben darse para que dicha fem sea máxima.

Expresa tus respuestas usando el lenguaje coloquial y matemático y represéntalas mediante esquemas.

2. Faraday, a partir de la realización de experimentos análogos a los que realizaste con antelación, concluyó que: “La fuerza electromotriz inducida en un circuito resulta directamente proporcional a la variación temporal del flujo magnético en el área delimitada por el circuito”.
 - a. ¿Son coincidentes sus conclusiones con las que elaboraste anteriormente? De no ser así, evalúa y reelabora las respuestas dadas.
 - b. Expresa la ley de Faraday utilizando el lenguaje matemático. Indica claramente qué significa cada uno de los parámetros involucrados y represéntalos en un diagrama.

3. Lenz estudió la polaridad de la fem que se induce en un circuito, y con ello el sentido de la corriente que se establece en él. Concluyó que la polaridad de la fem es tal que “se opone al cambio que la produce”. ¿Qué significa esta aseveración? ¿Cómo la interpretas y justificas? ¿Cómo expresarías la Ley de Faraday a fin de atender a este dato?
4. Ingresa nuevamente al “Laboratorio electromagnético de Faraday –generador” y en base a lo analizado hasta aquí:
 - a. Explica por qué se enciende la lámpara al hacer girar el imán.
 - b. Si en las proximidades de ambas caras del imán la intensidad el campo magnético es de 0.5 T y dicho imán gira con una frecuencia de 50 vueltas/segundo, ¿cuál sería el valor de la fem máxima que se generaría en la espira circular de radio igual a 10 cm? ¿Podrías con este generador encender una lámpara de las que se usan habitualmente en las linternas? Justifica.

- *Objetivo:* abordar los conceptos y leyes de la Física que permiten estudiar el fenómeno de Inducción electromagnética y la generación a partir de él, de una fem.
- *Instancia didáctica:* DESARROLLO. En esta instancia docente y estudiantes abordan las leyes y teorías que la Física propone para explicar la IE, como así también los procedimientos involucrados en la resolución de problemas asociados con este fenómeno (ver Tabla 1). Para ello se propone que los estudiantes y a partir de experiencias (tanto virtuales como reales) junto con el análisis de los datos obtenidos, concluyan sobre las condiciones que deben darse para que se genere una fem, hallen una relación entre las variables involucradas y la usen para resolver una situación dada.
- *Contenidos involucrados:* Flujo de campo magnético – ley de Faraday - Lenz.
- *Capacidades a potenciar:* organización de datos obtenidos de los experimentos y procesamiento de información aportada por ellos – establecimiento de relaciones entre variables – representación de relaciones (en forma esquemática, coloquial y usando el lenguaje matemático).
- *Dinámica de resolución / recursos usados:* trabajo en pequeños grupos / material de laboratorio – simulaciones – lápiz y papel.
- *Rol del docente:* En esta instancia resulta crucial que el docente guíe y acompañe el trabajo de los grupos ayudándolos a reconocer las variables involucradas en el fenómeno de IE y deducir (a partir del análisis de datos aportados) la ley de Faraday. Una vez culminada la actividad por parte de los alumnos el docente debería reto-

mar las conclusiones a las que arribaron y sintetizarlas formalizando dicha ley. Para ello podría proyectar y usar la simulación propuesta en la actividad, la cual permite manipular las distintas variables (área de la espira, el número de vueltas, la magnitud del campo magnético, la orientación de la espira en el campo) de las cuales depende la producción de la IE y en consecuencia, la magnitud de la fem inducida en una espira. Para motivar el estudio de la ley de Lenz y facilitar su comprensión el docente podría realizar ante el gran grupo alguna experiencia magistral o proyectar algún video (como el disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=ddq2dhmC-kHg>) donde quede en evidencia su postulado.

Una vez abordado formalmente el tema, se propone a los estudiantes la resolución de una serie de situaciones (25 en total) que abarca desde los ejercicios más cerrados (donde deben aplicar de forma directa los conceptos y leyes abordados) hasta problemas más abiertos como el que se ejemplifica a continuación.

Actividad

Diseña y construye un generador eléctrico. Registra el proceso de construcción en un video y editalo para:

- Explicar el funcionamiento del generador (detallando la función que cumple cada uno de los materiales utilizados).
- Indicar los parámetros que podrías manipular (y cómo deberías hacerlo) para lograr que la diferencia de potencial aportada por tu generador sea lo más grande posible.

Sube el video a You Tube y genera un código QR para compartir con tus compañeros y docente su URL.

- *Objetivo:* aplicar la ley de Faraday - Lenz para resolver distintas situaciones problemáticas.
- *Instancia didáctica:* APLICACIÓN. Esta instancia tiene como fin favorecer el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas haciendo uso del saber construido.
- *Contenidos involucrados:* Ley de Faraday - Lenz.
- *Capacidades a potenciar:* extracción de información de enunciados – búsqueda de información complementaria – organización, selección y procesamiento de datos – evaluación de distintos caminos posibles para resolver el problema - selección e implementación del camino elegido - evaluación de resultados – elaboración y

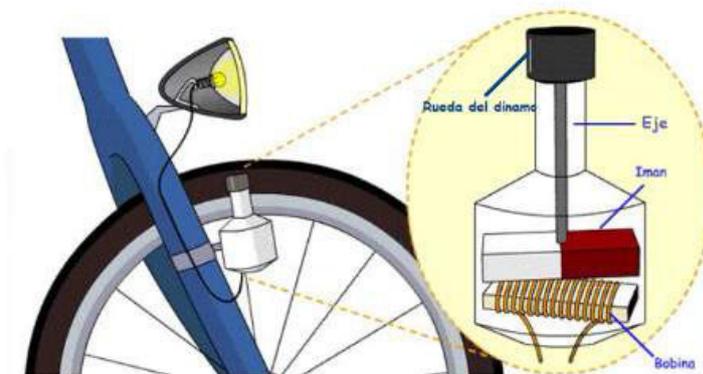
comunicación de respuestas.

- *Dinámica de resolución/recursos usados:* trabajo en pequeños grupos / lápiz y papel - simulaciones - videos.
- *Rol del docente:* El docente debería en esta instancia guiar y ayudar a los alumnos en la resolución de los problemas planteados. Se sugiere que resuelva, fomentando la participación activa de los estudiantes, algún problema en el pizarrón haciendo explícito el proceder que en el contexto de las clases de Física se considera adecuado, para elaborar explicaciones y resolver problemas (atendiendo a lo propuesto en la Tabla 1). Esto con el fin de enseñar explícitamente el saber hacer involucrado (uso consciente del saber construido, elaboración de explicaciones, resolución de problemas).

Resueltas las actividades de aplicación, se les propone realizar otras similares, que buscan favorecer la evaluación de los aprendizaje (e indirectamente, de la enseñanza propiciada).

Actividad N°4

Una estudiante de ingeniería diseñó un dínamo para “alimentar” la lámpara de su bicicleta (cuyas especificaciones son 6 V – 30 mA).



Para ello usó un imán que genera un campo magnético de 0.1 T en las proximidades de sus caras y una bobina cuadrada de 5 cm de lado y 100 vueltas de alambre.

- Explica el funcionamiento del dínamo.
- Calcula el número de vueltas por segundo al que tiene que girar el eje del dinamo para que se establezca en la lámpara la máxima diferencia de potencial para la cual fue fabricada.
- Evalúa el diseño analizando el número de vueltas por segundo que debe dar la rueda de la bicicleta para que la lámpara se encienda (considera que la relación entre el

diámetro de la rueda de la bicicleta y el de la rueda del dinamo es de 35).

- *Objetivo:* que los alumnos evalúen su aprendizaje sobre el fenómeno de IE, la ley de Faraday - Lenz y su habilidad para aplicar las nuevas ideas para resolver problemas.
- *Instancia didáctica:* SÍNTESIS. En esta instancia se busca involucrar a los estudiantes en un proceso de concientización y explicitación de lo que aprendieron. La fase de síntesis culmina con la instancia de examen parcial, correspondiente al régimen de cursada/evaluación establecida para la asignatura. Este parcial involucra cuatro problemas teórico – prácticos, uno de ellos de IE.
- *Contenidos involucrados:* Flujo de campo magnético – ley de Faraday - Lenz.
- *Capacidades a potenciar:* asociación del problema a una categoría teórica – establecimiento de relaciones entre los elementos del problema – extracción de información de los enunciados – búsqueda de información complementaria – organización, selección y procesamiento de los datos – selección e implementación de método de resolución - evaluación de los resultados – comunicación de la respuesta al problema
- *Dinámica de resolución/recursos usados:* trabajo individual / lápiz y papel.
- *Rol del docente:* Una vez resueltas las actividades por parte de los alumnos, el docente podría resolverlas ante el gran grupo y en el pizarrón, guiando y estimulando el proceso autoevaluación. Podría para ello recuperar las ideas que manifestaron en la instancia inicial y compararlas con las que se comparten en la instancia final.

CONSIDERACIONES FINALES ➔ Durante el año 2018 se implementó en un curso de Física II destinado a alumnos de carreras de ingeniería (química, civil, industrial, electromecánica y agrimensura) y profesorado en química una propuesta de enseñanza como la aquí presentada⁸. Dicha implementación se realizó con un grupo conformado por 79 estudiantes inscriptos y tuvo una duración aproximada de 10 hs (presenciales).

A fin de evaluar su potencialidad se diseñó e implementó un trabajo de investigación didáctica con el cual se analizó el tipo de respuestas elaboradas por los estudiantes antes y después de la enseñanza, intentando clarificar qué aprendieron respecto del fenómeno de IE y en qué medida aplicaron exitosamente, habilidades inherentes a la resolución de problemas.

8. Las actividades aquí presentadas fueron ajustadas, optimizadas, mejoradas, a la luz de los resultados hallados en la primera experiencia

Sintéticamente, se observó que los alumnos inicialmente no reconocían el fenómeno y quienes lo hacían lo explicaban incorrectamente (considerando, por ejemplo, que el imán podía generar una diferencia de potencial eléctrica). Finalmente, la mayoría pudo resolver exitosamente las situaciones problemáticas propuestas haciendo uso de las ideas de la ciencia (y con ello la ley de Faraday - Lenz). Estos resultados permitirían suponer que la propuesta de enseñanza diseñada habría favorecido la construcción de un saber coherente con el de la ciencia en relación al fenómeno de IE y favorecido el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas. Así, habría ayudado a dicho aprendizaje, la incorporación de una instancia inicial donde los alumnos individualmente primero y con la guía del docente luego, explicitaron y analizaron sus concepciones; un segundo momento donde se aborda el fenómeno experimentalmente (de forma real y virtual) haciendo alusión explícita a las distintas variables que intervienen y procesos que ocurren donde son los alumnos (a diferencia de una enseñanza tradicional) quienes identifican dichas variables y deducen las relaciones; un tercer momento donde los alumnos, trabajando en pequeños grupos y bajo la guía del docente (que en todo momento buscó enseñar explícitamente saberes conceptuales y habilidades), resolvieron situaciones que implicaron resolver problemas de creciente complejidad y apertura; y una cuarta etapa donde al igual que en la inicial, evaluaron sus ideas al finalizar la enseñanza (y previo a la instancia de evaluación formal).

▣ REFERENCIAS

[1] B. Bravo. *La enseñanza y el aprendizaje de la visión y el color en educación secundaria*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid (Tesis doctoral sin publicar). 2008. 25-63.

[2] B. Bravo B y M. Pesa, M. “El cambio conceptual en el aprendizaje de las ciencias. Un estudio de los procesos involucrados al aprender sobre la luz y la visión”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol 15, n°2, pp 258-280. 2016.

[3] B. Bravo, M. Bouciguez y M. Braunmüller. “Una propuesta didáctica diseñada para favorecer el aprendizaje de la Inducción Electromagnética básica y el desarrollo de competencias digitales”. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*. Vol 16, n°1, pp 1203-1,1203-14. Enero 2019.

[4] J.I. Pozo. *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne*. Madrid: Ed. Morata. 2001. pp 105 – 240.

- [5] M. Chi, R. Roscoe, J. Slotta, y M. Roy, M., Chase, C. "Misconceived Causal Explanations for Emergent Processes". *Cognitive Science*. Vol 36, n°1, pp 1-61. 2012.
- [6] S. Vosniadou. "Reframing the Classical Approach to Conceptual Change: Preconceptions, Misconceptions and Synthetic Models" en *Second International Handbook of Science Education* B. Fraser, K. Tobin y C. McRobbie. 1.1 London: Springer 2012. pp 119-130.
- [7] J. García y E. Rentería. "La medición de la capacidad de resolución de problemas en las ciencias experimentales" *Ciência&Educação*, vol 18, n°4, pp 755-767. 2012.
- [8] M. Denyer, J. Furnémont, R. Poulain, R. y G. Vanloubbeeck. "Las competencias en la educación. Un balance". Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica. 2007. pp 34-84.
- [9] CONFEDI. "Documentos de CONFEDI competencias en ingeniería. "Declaración de Valparaíso" sobre Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano. Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino. Competencias Requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios en Argentina". Mar del Plata: Universidad FASTA.2014.
- [10] J. Pozo y M. Pérez Echeverría. "Aprender a comprender y resolver problemas" en *Psicología del aprendizaje universitario: la formación de competencias*. 1, 1. en J. Pozo y M. Pérez Echeverría Madrid: Morata. 2009. pp 31-53.