

La guitarra eléctrica. Resolución de problemas sobre inducción electromagnética

The electric guitar. Resolution of problems of electromagnetic induction

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

María Montero¹, Bernardo Veneciano¹ y Bettina Bravo²

¹Instituto de Formación Docente N°22 "Adolfo Alsina", Ayacucho 2418, Olavarría, Buenos Aires. Argentina.

²CONICET y GIDCE, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Av. Del Valle 5737, CP 7400, Olavarría, Buenos Aires. Argentina.

E-mail: kumontero@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta, describe y fundamenta el diseño de una actividad didáctica, planteada en términos de problema, acerca de la física del funcionamiento de las guitarras eléctricas. La investigación en didáctica ha planteado que la resolución de problemas desempeña un papel crucial en las clases de física. Varios autores sostienen que "la tarea de resolver problemas es una tarea privilegiada para el aprendizaje". El problema diseñado, para que los estudiantes resuelvan, se clasifica como "problema indefinido". La actividad diseñada ha sido integrada a una propuesta de enseñanza que tiene el objetivo de abordar el fenómeno inducción electromagnética.

Palabras clave: Diseño de actividades didácticas; Resolución de problemas indefinidos; Propuesta de enseñanza; Enseñanza de la Inducción Electromagnética; Nivel secundario y universitario.

Abstract

This research presents, describes and underlies the design of a problem solving based didactic sequence about the physics of the electric guitars' functioning. Didactic research has shown that problem solving has a crucial role in physics classes. Several authors hold that "Problem solving tasks offer an enormous advantage for learning". The problem designed to be solved by the students is classified as an "indefinite problem". The task is embedded into a didactic sequence which main objective is to address the electromagnetic induction phenomena.

Keywords: Didactic task design; Solving indefinite problems; Teaching models; Electromagnetic induction teaching; Secondary university levels.

I. INTRODUCCIÓN

En el sistema educativo actual y desde la promulgación de la Ley de Educación Nacional en el año 2006 se promueve que la educación garantice el desarrollo de todas las dimensiones de la persona y habilite tanto para el desempeño social y laboral, como para el acceso a estudios superiores. En la misma ley se enuncia la necesidad de promover el aprendizaje de saberes científicos fundamentales, para comprender y participar reflexivamente en la sociedad contemporánea. En relación con ello, los fundamentos y las metas explicitados en los diseños curriculares oficiales se corresponden con la necesidad de la escolarización formal y obligatoria en ciencias naturales, al tiempo que explicita que la formación de los estudiantes debe estar orientada a asegurar los conocimientos y las herramientas necesarias para dar cabal cumplimiento a los tres fines de este nivel de enseñanza: la formación de ciudadanos, la preparación para el mundo del trabajo y para la continuación de estudios superiores.

Entendiendo que la perspectiva para la formación de los estudiantes, está íntimamente ligada a una educación para ejercer la ciudadanía, posibilitando que sean capaces de comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad, de participar activa y responsablemente sobre los problemas del mundo, se requiere que la educación forme a los individuos para enfrentar de la mejor manera posible las situaciones cambiantes en la sociedad que usualmente adquieren la forma de problemas. Para ello, se puede implementar en las aulas de clase metodologías de enseñanza que incluyan la resolución de problemas, planteándose una transformación de los objetivos de la enseñanza desde enseñar contenidos científicos, a enseñar para desarrollar las formas de pensamiento propias de las disciplinas científicas, dándoles a los sujetos herra-

mientas para construir nuevos conocimientos en dichas disciplinas (García y Rentería, 2012)

La ampliación y la progresiva complejidad de los conocimientos que la sociedad va acumulando exige que, en determinados ámbitos (como el científico-tecnológico), los estudiantes adquieran habilidades imprescindibles para desenvolverse satisfactoriamente en la sociedad y cuyo aprendizaje no estaría asegurado sin una actuación intencional y planificada (Marchesi y Martín, 1998 y Marchesi, 2000)

En concordancia con ello, las políticas educativas, han propuesto como objetivo central propiciar la alfabetización científica de los estudiantes, entendida como una estrategia orientada a lograr la apropiación de ciertos conocimientos y saberes acerca de la ciencia, que le permitan participar y fundamentar sus decisiones con respecto a temas científicos o tecnológicos tal como se explicita en el Diseño Curricular Para la Educación Secundaria (Provincia de Buenos Aires [Dir. Gral. de Cultura y Educación], 2010). Desde esta perspectiva, aprender Física implicará no solo interpretar conceptos, leyes, modelos, y teorías, sino también aprender a aplicarlos con consistencia y coherencia para resolver exitosamente los problemas socialmente relevantes del entorno cotidiano.

Por otra parte, en el nivel universitario, también se reconoce la necesidad de que los estudiantes no solo comprendan los conocimientos específicos de su futuro quehacer profesional, sino también que sepan utilizarlos de manera estratégica y competente en contextos sociales y profesionales complejos, inciertos y en continuo cambio (Pozo y Pérez Echeverría, 2009). La sociedad actual exige a la universidad no solo la formación profesional (saber), sino también, la dotación de competencias profesionales (saber hacer) a sus egresados resultando particularmente importante la relacionada con la resolución de problemas.

Reconocida la necesidad de aprender a resolver problemas y la complejidad que implica esta tarea, se deberían generar instancias de enseñanza formal concretas donde los estudiantes puedan desarrollar o poner en juego estrategias relacionadas con esta tarea, al enfrentarse a situaciones que les sean significativas y cuya solución implique el uso consciente y coherente del saber de las ciencias.

Ante esta situación y en el marco del Proyecto “IpACT: Innovación para la Alfabetización Científico Tecnológica”¹, en el que participan los autores, se diseñaron dos propuestas educativas tendiente a favorecer el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas en torno al eje conceptual inducción electromagnética (IE). Una de ellas (descrita en Bravo, Bouciguez y Braunmüller, 2019) fue destinada a alumnos de Educación Secundaria y la otra (descrita en Braunmüller, Bravo y Verucchi, 2019) a estudiantes del ciclo básico de las carreras de ingeniería. Como parte del material didáctico de dichas propuestas se diseñó un problema (enunciado con distinto grado de indefinición en función del nivel académico al cual fue dirigido) que se presenta y describe en este trabajo.

II. MARCO TEÓRICO

Se entiende aquí por problema a cualquier tarea que los estudiantes o grupo de estudiantes deben resolver y para la cual no existe un camino directo que lleve a la solución (Pozo y Monereo, 2009). 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 estrategias que se sintetizan en la tabla 1 (Polya, 1987 y Pozo y Pérez Etcheverría, 2009).

TABLA I. Etapas y estrategias implicadas en la resolución de problemas.

Etapas	Ejemplo de estrategias 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 del marco teórico), el camino seguido y los logros obtenidos.
Comunicación de resultados	Comunicar los resultados en forma verbal, oral o escrita o en formatos digitales, usando un lenguaje apropiado.

¹Proyecto de extensión reconocido desde 2015, que vincula a la FIO con el ISFDN^o22 y dos escuelas de secundarias de Olavarría.

Se puede ver, entonces, que la resolución de problemas integra habilidades que resultan indispensables en la formación de los estudiantes actuales como: construir, adquirir y transferir nuevos conocimientos; desarrollar habilidades coherentes con la construcción de conocimiento científico (Pozo y Pérez Echeverría, 2009) y aprender a aprender, (Pozo y Monereo, 2009).

Coincidiendo con Truyol y Gangoso (2010), se reconoce que la mayoría de los problemas que se presentan cotidianamente en la vida diaria implican la toma de decisiones por parte de quienes lo resuelven, son influenciados por el contexto en el que está planteado, resultan sensibles a diferencias personales y su resolución demanda la utilización de estrategias como las antes enunciadas.

A partir de la clasificación que estos autores proponen, a este tipo de problemas se los podría clasificar como “indefinidos”, llamados así a aquellos que carecen de información necesaria para llegar a la solución y requieren que quienes los resuelvan se planteen objetivos para obtener respuestas al problema planteado, por lo que las soluciones a las que se arriban se pueden construir por diferentes caminos. Muchos tipos de problemas se incluyen en la categoría “problemas definidos”, como aquellos en los que la especificación del problema es incompleta, aquellos para los cuales existen múltiples soluciones posibles que no son equivalentes, pero igualmente válidas, aquellos en los que no hay solución definitiva en la que los expertos puedan acordar, etc. En el otro extremo de esta clasificación se encuentran los “problemas bien definidos” que son aquellos cuyo enunciado presenta toda la información necesaria para ser resueltos, por lo que no es necesario explicitar objetivos y la resolución se lleva a cabo por un único camino. La diferencia básica entre los “problemas bien definidos” y los “problemas indefinidos” radica, por tanto, en la cantidad de condicionamientos o grados de libertad a los que se encuentran restringidos.

Por lo tanto, si se desea formar estudiantes capaces de resolver los problemas con los que se deberán enfrentar cotidianamente, se debería impartir una enseñanza con instancias concretas que los desafíen a aprender a resolver problemas en general e indefinidos en particular. Intentando dar respuesta a esta necesidad, se diseñó un problema formulado con distinto grado de indefinición en función del nivel académico, secundario y universitario, al cual fue dirigido; que se presenta y describe en este trabajo y que forma parte del material didáctico de las propuestas de enseñanza realizadas el marco del Proyecto “IpACT: Innovación para la Alfabetización Científico Tecnológica”.

III. FUNDAMENTOS DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta didáctica en la que se integra el problema diseñado se organizó siguiendo la secuencia de enseñanza IDAS (Bravo, 2008) que consta de cuatro momentos claves: iniciación, desarrollo, aplicación y síntesis – conclusión. La instancia de iniciación tiene como objetivo ayudar a los alumnos a reconocer cómo interpretan y explican el fenómeno de IE cuyo estudio se comienza a abordar. Esta instancia es fundamental porque será a partir de ese conocimiento que ellos construirán el conocimiento que se desea enseñar. La instancia de desarrollo tiene como propósito realizar el abordaje formal del saber y saber hacer de la ciencia que conlleva distintos niveles de análisis y profundización. La instancia de aplicación tiene como objetivo favorecer el desarrollo de la habilidad de hacer un uso consistente y coherente del conocimiento construido para resolver distintas situaciones problemáticas. La instancia de síntesis - conclusión intenta involucrar a los estudiantes en un proceso de concientización y explicitación de lo que aprendieron (y de lo que aún falta por aprender).

El problema diseñado y que se presenta en este trabajo, se incluyó en la instancia didáctica de aplicación. Luego de abordar los conceptos y leyes asociados al fenómeno de IE (como campo y flujo magnético y la ley Faraday-Lenz) se propone la resolución del problema, propiciando el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de los mismos. En tal sentido, en las propuestas de enseñanza de referencia se incluyeron problemas de distintas características secuenciados en nivel creciente de complejidad. Así primero se plantearon problemas definidos, ante los cuales los estudiantes deben elaborar predicciones o explicaciones usando el saber conceptual analizado o resolver alguna cuestión cuantitativa aplicando los modelos matemáticos asociados a los conceptos y leyes físicas implicadas. Luego se aumenta gradualmente el nivel de indefinición de las situaciones planteadas y la demanda para resolver los problemas secuenciados, crece con relación a las estrategias que los estudiantes deben poner en juego.

La resolución de la problemática que aquí se presenta, implica explicar el funcionamiento de una guitarra eléctrica, actividad que se considera significativa e interesante para los alumnos a los que va dirigido (entre 17 y 20 años de edad). A su vez se propone la manipulación de un prototipo que ha sido diseñado y construido por uno de los autores de este trabajo y que se muestra en la figura 1, (en el Anexo se describen los materiales necesarios y algunos detalles del diseño).



FIGURA 1. Prototipo de guitarra eléctrica, amplificador y micrófono que los estudiantes manipulan en la resolución del problema.

Según el nivel de los estudiantes (secundario o universitario), se plantearon enunciados con diferente grado de definición acerca de la temática.

IV. EL PROBLEMA DE LA GUITARRA

A. El enunciado en la propuesta de enseñanza en la universidad:

Un luter que fabrica guitarras eléctricas construyó un prototipo con el fin de analizar qué material le conviene usar como cuerda. En un primer modelo usó hilos de acero, de nylon y de cobre.

- Manipula el prototipo de la guitarra eléctrica construido para concluir acerca de cuál de los tres materiales les conviene usar. Cuentas para ello con un micrófono de guitarra y un amplificador (todos los dispositivos a utilizar se muestran en figura1).
- Elabora una respuesta al luter, justificado tu elección, y proponle algunos otros materiales que podría emplear como cuerda en sus guitarras eléctricas.

Este enunciado presenta un alto grado de indefinición en tanto no aporta los datos necesarios para resolver la situación planteada, en la que los estudiantes, deberán relacionar los objetos (prototipo de guitarra eléctrica, amplificador, micrófono y cuerdas) , sus atributos y sus características o propiedades (por ejemplo, cuando los objetos se conectan en un circuito cerrado y la cuerda es de material ferromagnético, generan sonido), con los modelos físicos relacionados (reconociendo las condiciones de validez y aplicación). Por otro lado, deberán reconocer y utilizar expresiones formales que representan a los objetos, las ecuaciones de las leyes involucradas, utilizar símbolos abstractos. También podría ser útil que los estudiantes realicen representaciones concretas, como el esquema del circuito eléctrico determinado por los objetos. En la tabla II se describen algunas estrategias asociadas a cada etapa de resolución.

TABLA II. Etapas y estrategias implicadas en la resolución del problema planteado para nivel universitario

Etapas	Estrategias asociadas
Interpretación e identificación del problema	<p><i>Identificar el objetivo de la tarea:</i> explicar por qué el sonido emitido por una de las cuerdas al vibrar es amplificado por el amplificador y el emitido por las otras cuerdas no (hecho que deriva del experimento pero que no está enunciado explícitamente).</p> <p><i>Incluir el problema en una categoría teórica:</i> funcionamiento de las guitarras y su relación con la IE (relación no especificada en el enunciado y que debe ser inferida).</p> <p><i>Establecer relaciones entre los objetos involucrados y representarlas:</i> el micrófono debe ubicarse en la cercanía de las cuerdas y debe conectárselo adecuadamente al amplificador (dato no especificado y que debe ser indagado)</p> <p><i>Extraer información del enunciado:</i> es necesario identificar cómo funciona el micrófono y el amplificador como así también el material del que están construidas las cuerdas (todos datos faltantes en el enunciado)</p>

TABLA II.(Continuación)

Etapas	Estrategias asociadas
Planificar y ejecutar un plan a seguir para resolver el problema	<p><i>Organizar los datos; buscar, seleccionar y procesar la información necesaria:</i> el micrófono está constituido por bobinas y un potente imán; el amplificador convierte energía eléctrica en sonora (para ello debe llegar a él una corriente eléctrica proveniente de la guitarra); una de las cuerdas está constituida por un material ferromagnético (acero) y las otras no (nylon y cobre).</p> <p><i>Decidir el modelo teórico más adecuado:</i> los imanes generan campo magnético; los materiales ferromagnéticos se imantan en presencia de un campo comportándose temporalmente como un imán; si en las bobinas se genera un flujo magnético variable en el tiempo se inducirá en ellas una fem y una corriente eléctrica.</p> <p><i>Elaborar predicciones:</i> cuando las cuerdas vibran generan sonido; cuando la cuerda imantada vibra genera a su vez un campo magnético variable en el tiempo y con él un flujo variable en la bobina lo que produce que se induzca una corriente que llegue al amplificador.</p> <p><i>Seleccionar el método de resolución más adecuado:</i> hablar cerca de micrófono; mover un imán cerca del micrófono; usar cuerdas de distintos materiales (conocidos).</p>
Evaluación de resultados y acciones	<p><i>Evaluar los resultados (a la luz de las predicciones y del marco teórico), el camino seguido y los logros obtenidos:</i> la voz no es amplificada por el amplificador (si se usa un celular como fuente sonora sí); al mover un imán en la cercanía del micrófono el amplificador “reacciona”; solo generan señal traducible por el amplificador las cuerdas fabricadas con material ferromagnético.</p>
Comunicación de Resultados	<p><i>Comunicar los resultados en forma verbal, oral o escrita usando un lenguaje apropiado:</i> Las cuerdas que constituyen la guitarra eléctrica deben ser de un material ferromagnético (como el acero) porque éstas se imantan ante el campo magnético generado por el imán presente en el micrófono. Cuando vibran, generan un campo magnético variable en el tiempo y con él un flujo magnético variable en las espiras que conforman el micrófono. Ante dicho flujo se induce en ellas una fuerza electromotriz (según la ley de Faraday) y una corriente eléctrica que llega al amplificador. El amplificador convierte dicha corriente en un sonido amplificado (del originalmente emitido por la cuerda)</p>

B. El enunciado en la propuesta de enseñanza en la secundaria

¿Sabías que la guitarra eléctrica, uno de los instrumentos “infaltables” de toda banda musical, funciona gracias a el fenómeno de inducción electromagnética? Resuelve las siguientes cuestiones para llegar a elaborar una explicación acerca del funcionamiento de dichos instrumentos.

- Mira el video disponible en YouTube (accede escaneando el código QR o ingresando directamente a <https://youtu.be/cuj7KtENTJo>) y enuncia la problemática que tenían los músicos a principio de siglo y cómo la solucionaron.
- Describe cómo están constituidos los micrófonos de las guitarras eléctricas. Realiza un esquema indicando sus partes.
- ¿Qué debe suceder para que este micrófono genere una corriente eléctrica capaz de ser transformada en el amplificador (produciendo que el sonido emitido por las cuerdas sea intensificado)?
- Las cuerdas de las guitarras eléctricas son de acero: ¿podrían ser de nylon cómo las cuerdas de las criollas? Para ayudarte, experimenta con el prototipo de guitarra aportado por el profesor (contactándolo al micrófono y amplificador tal como muestra la fotografía de la figura2); observa qué sonidos amplifica el amplificador y justifica lo observado.
- Con toda la información generada en los puntos anteriores redacta un informe en el que se explique el funcionamiento de la guitarra eléctrica.



FIGURA 2. Conexiones entre: prototipo de guitarra eléctrica, amplificador, micrófono y cuerdas.

Como puede observarse, el video (elaborado por uno de los autores) aporta datos sobre la constitución del micrófono y el funcionamiento del amplificador. A su vez, se alude a la transformación del sonido (al vibrar la cuerda) en una señal (corriente) eléctrica; estas especificaciones explícitas en el enunciado del problema dan pistas sobre la relación entre el funcionamiento de la guitarra y el fenómeno de IE. También se menciona el material de las cuerdas y se propone un procedimiento para analizar su influencia sobre el funcionamiento de la guitarra. La resolución de la problemática, planteada así, conlleva la aplicación de estrategias como las que se ejemplifican en la tabla III.

TABLA III. Etapas y estrategias implicadas en la resolución del problema planteado para nivel secundario

Etapas	Estrategias asociadas
Interpretación e identificación del problema	<p><i>Identificar el objetivo de la tarea:</i> explicar cómo funciona la guitarra eléctrica.</p> <p><i>Incluir el problema en una categoría teórica:</i> funcionamiento de las guitarras y su relación con la IE (relación indicada implícitamente en el video).</p> <p><i>Extraer información del enunciado:</i> del video, información acerca del funcionamiento del micrófono y del amplificador; de la experiencia información sobre el material del que deben estar constituidas las cuerdas.</p> <p><i>Establecer relaciones entre los elementos involucrados y representarlas:</i> imán - cuerda ferromagnética; vibración cuerda imantada – bobina; fem inducida en la bobina – amplificador (estas relaciones no son explícitas, sino que se orienta su establecimiento a través de la información aportada por el video; las preguntas que se realizan y la experiencia que se propone ejecutar).</p>
Planificar y ejecutar un plan a seguir para resolver el problema	<p><i>Organizar los datos; buscar, seleccionar y procesar la información necesaria:</i> el micrófono está constituido por bobinas y un potente imán; el amplificador convierte energía eléctrica en sonora (debe llegar a él una corriente eléctrica para que funcione); una de las cuerdas está constituido por un material ferromagnético (acero) y las otras no (nylon y cobre).</p> <p><i>Decidir el modelo teórico más adecuado:</i> los imanes generan campo magnético; los materiales ferromagnéticos se imantan en presencia de un campo comportándose temporalmente como un imán; si en las bobinas se genera un flujo magnético variable en el tiempo se inducirá en ellas una fem y una corriente eléctrica.</p> <p><i>Elaborar predicciones:</i> cuando las cuerdas vibran generan sonido; cuando la cuerda imantada vibra genera a su vez un campo magnético variable en el tiempo y con él un flujo variable en la bobina lo que produce que se induzca una corriente que llegue al amplificador</p> <p><i>Seleccionar el método de resolución más adecuado:</i> implementar la experiencia propuesta; probar con otras fuentes de sonido para observar la reacción del micrófono y amplificador.</p>
Evaluación de resultados y acciones	<p><i>Evaluar los resultados (a la luz de las predicciones y marco teórico), el camino seguido y los logros obtenidos:</i> las cuerdas que pueden magnetizarse generan una señal posible de ser amplificada.</p>
Comunicación de Resultados	<p><i>Comunicar los resultados en forma verbal, oral o escrita usando un lenguaje apropiado:</i> Al accionar la guitarra eléctrica, sus cuerdas (constituidas por un material ferromagnético) se imantan ante el campo magnético generado por el imán presente en el micrófono. Cuando vibran, generan un campo magnético variable en el tiempo y con él un flujo magnético variable en las espiras que conforman el micrófono. Ante dicho flujo se induce en ellas una fuerza electromotriz (según la ley de Faraday) y una corriente eléctrica que llega al amplificador. El amplificador convierte dicha corriente en un sonido amplificado (del originalmente emitido por la cuerda)</p>

Esta forma más definida en que se plantea la problemática involucra una resolución de menor complejidad que la anterior, pero sigue demandando y favoreciendo la aplicación del saber conceptual construido y de numerosas estrategias asociadas a la resolución de problemas; habilidad que se intenta favorecer con la inclusión en las clases de Física de actividades como las propuestas.

V. CONCLUSIONES

La investigación en didáctica ha planteado desde hace décadas que la resolución de problemas desempeña un papel crucial en las clases de física. Varios autores sostienen que “*la tarea de resolver problemas es una tarea privilegiada para el aprendizaje, ya que normalmente es la actividad de producción de conocimiento donde se aplican los adquiridos a nuevas situaciones, es decir, donde se promueve la transferencia del aprendizaje*” (Hinojosa y Sanmartí, 2016). Por otra parte, la sociedad actual, caracterizada por los rápidos e importantes avances científicos y tecnológicos requiere de ciudadanos capaces de actuar e incidir sobre ella con criterio y fundamento resolviendo problemas que involucra el saber de la ciencia. Desde esta perspectiva la inclusión de problemas como recurso didáctico resulta indiscutible, reconociéndose la importancia y necesidad de no solo enseñar los conceptos, modelos, leyes y teorías propuestos por la física, sino también favorecer el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas.

En un intento de realizar un aporte al respecto se diseñó “el problema de la guitarra” pensado como material didáctico para ser integrado en una propuesta diseñada para favorecer el aprendizaje de conceptos y leyes asociadas al fenómeno de IE en el ciclo superior de la enseñanza secundaria y en el ciclo básico de carreras de ingeniería.

Durante el año 2018 se implementó la propuesta diseñada (descrita en Bravo, Bouciguez y Braunmüller, 2019) y en la que se incluyó el problema de la guitarra eléctrica con un grupo de estudiantes de 6° año de educación secundaria. La implementación se realizó en el contexto del Espacio de la Práctica Docente de 4° año del profesorado en Física del ISFDN°22, los responsables de la puesta en práctica fueron los autores de este trabajo (uno, futuro profesor, y la otra, docente del mencionado espacio). Esta instancia permitió realizar una evaluación preliminar de aspectos generales como: claridad del enunciado; tiempo de resolución; éxito de los estudiantes en este tipo de tareas; grado de autonomía al hacerlo; grado de aceptación de este tipo problema y de la forma plantearlo.

En términos generales, los estudiantes pudieron resolver exitosamente la problemática propuesta, mostrándose motivados y comprometidos con dicha resolución. No obstante, cabe destacar que requirieron una alta y continua guía del docente. Presumiblemente la falta de oportunidades para enfrentarse a este tipo de tareas haya sido el condicionante de la baja autonomía de trabajo observado, lo que dejaría de manifiesto la necesidad de implementar problemáticas como las aquí propuestas, pero también una secuencia de enseñanza más exhaustiva, intencional y planificada que les permita desarrollar las destrezas necesarias para poder resolverlas cada vez con mayor autonomía.

Estos resultados podrán ser ampliados en futuras publicaciones a partir del análisis de los datos recogidos en videos donde se registró a los estudiantes resolviendo el problema y comunicado el resultado. A su vez se prevé la implementación durante este año del problema diseñado para alumnos del ciclo básico de carreras de ingeniería. Su evaluación aportará datos concretos que permitirán apreciar la potencialidad de la actividad diseñada y, eventualmente rediseñarla a fin de convertirla en un potente instrumento para favorecer el desarrollo de habilidades inherentes a la resolución de problemas.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes–investigadores de IpACT; a los estudiantes y directivos de la Escuela de Secundaria N°6 de la ciudad de Olavarría por permitirnos implementar las propuestas de enseñanza; y a los colegas que participaron de los cursos de capacitación “Newton y el Celular” dictados por las docentes–investigadoras de IpACT, Facultad de Ingeniería (FIO), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires en el marco del proyecto Nexos.

REFERENCIAS

Braunmüller, M. Bravo, B. y Verucchi, C. (2019). Inducción Electromagnética y el desarrollo de competencias de resolución de problemas en el ciclo básico de carreras de ingeniería. Aceptado para su publicación en *El Enfoque por Competencias en la Ciencias Básicas: Casos y ejemplos en Educación en Ingeniería*. CONFEDI - UTN.

Bravo B. (2008). *La enseñanza y el aprendizaje de la visión y el color en educación secundaria*.(Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid.

Bravo, B., Bouciguez, M., y Braunmüller, M. (2019). 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*, 1(1).

García, J y Renteira, E. (2012). La medición de la capacidad de resolución de problemas en las ciencias experimentales, *Ciência&Educação*, 18(4),755-767.

Hinojosa, J. y Sanmartí, N. (2016). Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de física. *Ciência & Educação*,22(1),7-22

Marchesi, A. (2000).Un Sistema de indicadores de Desigualdad Educativa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 23,135-163

Marchesi, A. y Martín, E. (1998). *Calidad en los tiempos de cambio*. Madrid: Alianza.

Polya, G. (Ed.). (1987). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

Pozo, J. y Monereo, C. (2009). Introducción: La nueva cultura del aprendizaje universitario o por que cambian nuestras formas de enseñar y aprender. En Pozo, J. y Pérez Echeverría, M. (Coords.) *Psicología del aprendizaje universitario: la formación de competencias*. Madrid: Morata.

Pozo, J. y Pérez Echeverría, M. (2009). Aprender a comprender y resolver problemas. En Pozo, J. y Pérez Echeverría, M. (Coords.) *Psicología del aprendizaje universitario: la formación de competencias*. Madrid: Morata.

Provincia de Buenos Aires [Dir. Gral. de Cultura y Educación]. (2010). *Diseño Curricular para la Educación Secundaria Ciclo Superior. ES4: Introducción a la Física / coordinado por Claudia Bracchi*. La Plata: DGCE-Pcia. de Bs. As.

Truyol, M. y Gangoso, Z. (2010). La selección de diferentes tipos de problemas de física como herramienta para orientar procesos cognitivos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15(3), 463-484.

ANEXO

Los materiales utilizados y algunas consideraciones para el diseño y fabricación del dispositivo

El dispositivo diseñado para modelar el funcionamiento de una guitarra eléctrica consiste en una estructura de madera (puede ser utilizado cualquier retazo de madera de al menos 45 centímetros de largo, 5 centímetros de ancho y 1 centímetro de espesor), en cuyos extremos se le adhirieron dos bloques sobre los que se apoyan las cuerdas. Como cuerdas se usaron tres hilos: uno de acero (cuerda original de guitarra eléctrica) uno de nylon (cuerda original de guitarra criolla) y uno de cobre. Las cuerdas se anudaron en un extremo y se ajustaron al otro por medio de clavijas (usadas usualmente para ajustar las cuerdas de las guitarras e instrumentos musicales similares).

Esta estructura, que presenta un bajo costo comparativo si se adquieren los materiales en el mercado, puede confeccionarse con materiales reciclados (retazos de madera e hilos de alambres de distintos materiales, asegurándose que algunos sean ferromagnéticos y otros no) o de descarte (como las clavijas que en los talleres de lutería suelen descartarse). Si se desea usar cuerdas originales de guitarra pueden adquirirse a bajo costo en cualquier casa de venta de artículos musicales.

Completan el dispositivo construido, un micrófono y un amplificador. Como amplificador puede usarse uno pequeño de guitarra o reemplazarse por algún equipo de música con entrada auxiliar. También existen circuitos de amplificadores cuyos materiales son de bajo costo comparativo y que se pueden realizar con conocimientos básicos de electrónica (como el “SmokeyAmp” o el “Ruby Amp”).

Con lo que sí resulta absolutamente necesario contar (y difícil de hacer de forma casera) es el micrófono de guitarra que básicamente consiste en un potente imán y un conjunto de bobinados. Cuando se vincula la “guitarra” casera, con el parlante y el amplificador (como se muestra en la figura) y se hace vibrar la cuerda de acero (material ferromagnético), se escucha un sonido amplificado por el micrófono y emitido por el amplificador. En tanto cuando se hacen vibrar las otras cuerdas, solo se escucha el sonido emitido por ellas que se propaga por el aire. Esta es justamente problemática central a explicar por los estudiantes.