

# Un generador para bici: de experimento presencial a autoevaluación virtual

An electric generator for bicycle: from classroom experiment to virtual self-assessment

Juan Cruz Bigliani<sup>1</sup> y María Julieta Salazar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Vélez Sarsfield 1611. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup>Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, CONICET, Vélez Sarsfield 1611. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba, Argentina.

\*E-mail: [jbigliani@unc.edu.ar](mailto:jbigliani@unc.edu.ar)

## Resumen

Durante el dictado de clases prácticas de la materia Física II (para Ciencias Biológicas) de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, se realizaban una serie de experimentos de magnetismo para demostrar algunos fenómenos, introducir el tema y, después realizar unos ejercicios en función de eso. Con la llegada de la pandemia se decidió utilizar esos experimentos para construir una autoevaluación virtual basada en juego de rol, en donde se van siguiendo los pasos de un estudiante que los realizó, para terminar construyendo un generador de electricidad para su bicicleta, con el cual hizo funcionar una luz baliza, sin utilizar pilas. Todos los experimentos que se muestran se pueden realizar en la propia casa sin grandes equipamientos y al final de la autoevaluación se invita a los estudiantes a construir su propio generador.

**Palabras clave:** Experimento; Autoevaluación; Física; Electromagnetismo; Generador.

## Abstract

During the traditional practical classes of the subject Physics II (for Biological Sciences) at the Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, a series of experiments on magnetism were carried out to demonstrate some phenomena, introduce the topic and then perform a series of exercises based on that. With the arrival of the pandemic, it was decided to use these experiments to build a virtual self-assessment based on a role-playing game where the steps of a student who carried them out are followed, to end up building an electricity generator for his bicycle, with which a warning light is operated without using batteries. All the experiments shown can be carried out at home without major equipment and at the end of the self-assessment students are invited to build their own generator.

**Keywords:** Experiment; Self-evaluation; Physics; Electromagnetism; Generator.

## I. INTRODUCCIÓN

La práctica experimental es una de las acciones didácticas a las que un docente puede recurrir al momento de intentar lograr la construcción de un concepto como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje. Estas prácticas de laboratorio, en donde se ponen a prueba ideas, son una excelente herramienta pedagógica y en muchos aspectos, un ámbito esencial para la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos. El laboratorio, en general, brinda a los estudiantes la posibilidad de aprender a partir de sus propias experiencias y de la experiencia colaborativa con sus

pares (Crouch y Mazur, 2001) y (Monteiro, Cabeza, Marti, Vogt y Kuhn, 2014). También puede y debe ser usado para estimular la curiosidad y el placer por la investigación y el descubrimiento. Además, brinda a los alumnos la posibilidad de explorar, manipular, sugerir hipótesis, cometer errores y reconocerlos, y por lo tanto, aprender de ellos (Calderón, Núñez, Di Laccio y Lannelli, 2015).

Por otro lado, la autoevaluación se ha definido como la participación de los estudiantes en la identificación de normas y criterios para aplicar a su trabajo y la realización de juicios sobre el grado de cumplimiento de estos criterios y normas (Boud, 1986). Numerosos autores han destacado que las habilidades de autoevaluación deben ser una parte importante del plan de estudios en todos los niveles de formación, argumentando teóricamente que la capacidad de los estudiantes para autoevaluar su propio trabajo contribuye tanto a mejorar el aprendizaje en el curso que se está estudiando como a proporcionar una base para el aprendizaje permanente (Royce, 1998); con el tiempo otros autores han logrado demostrarlo empíricamente (McDonald y Boud, 2003). El trabajo de revisión bibliográfica realizado por Nulty (2011) incluye interesantes trabajos de índole cuantitativa que han permitido evaluar la efectividad de la técnica de autoevaluación, conocer la opinión de los estudiantes y sus experiencias, y correlacionar la autoevaluación de los estudiantes con las calificaciones dadas por los docentes.

El dictado de la asignatura Física II para los alumnos del segundo año de la carrera de Ciencias Biológicas comprende una serie de actividades de laboratorio que no pudieron ser realizadas en el 2021 debido al aislamiento por la pandemia. También se dificultó la muestra de experiencias prácticas durante el dictado de clases debido a que los profesores dictaban las clases desde su casa y los equipamientos se encuentran en la facultad. Para intentar compensar esta falta de demostraciones prácticas y laboratorios, en la unidad de electromagnetismo, se realizó una autoevaluación basada en una serie de experimentos que eran mostrados años anteriores en clases presenciales. Con este propósito elegimos trabajar con un formato orientado a juego de rol con presencia de un agente pedagógico recomendado para la enseñanza virtual de la física. Los agentes pedagógicos son personajes o avatares que cumplen la función de compañero de estudio o tutor virtual, han demostrado tener un efecto positivo en la educación virtual ya que acercan la experiencia a una de tipo humano-humano, incrementan la motivación de los estudiantes, y hacen que la participación de los estudiantes en este tipo de actividades sea más frecuente y por períodos más prolongados (Roth, Appel, Schwingel y Rumpler, 2019).

## II. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es poner a prueba la autoevaluación orientada a juego de rol, con presencia de un agente pedagógico, como una herramienta de trabajo que permita al estudiante complementar su proceso de aprendizaje de manera autónoma.

## III. ESTRUCTURA DE LA AUTOEVALUACIÓN

Se empleó la plataforma Moodle de la FCEyN y dentro del aula virtual, se creó una autoevaluación voluntaria bajo la herramienta "cuestionario". La autoevaluación estaba estructurada con un formato orientado a juego de rol. A lo largo de la misma se presentaron una serie de experimentos que, según cuenta el guion de la historia empleada, habían sido realizados por otros estudiantes, y se invitaba a seguir sus pasos. Estos estudiantes hipotéticos cumplen parcialmente con el concepto de agente pedagógico, si bien no hay una imagen visual de ellos, los estudiantes reales podrían identificarse con ellos, aumentando su confianza. A lo largo de la autoevaluación los estudiantes reales debían ver los videos de los experimentos y hacer cálculos con las mediciones obtenidas para seguir adelante. En los videos, el presentador es uno de los docentes de la cátedra, siendo este el segundo agente pedagógico. En algunos videos se lo podía ver completamente y en otros se escuchaba su voz. El hecho de que se trate de un docente de la cátedra es importante ya que el agente debe cubrir dimensiones afectivas como el estímulo, la utilidad, la credibilidad y la claridad, por lo que la familiaridad con el docente es de gran contribución.

Luego de cada experimento se realizó una serie de preguntas, contando cada una de ellas con una retroalimentación que los estudiantes veían luego de responder cada pregunta. Estas retroalimentaciones contaban con explicaciones conceptuales, demostraciones de cálculos y videos con explicaciones o demostraciones de experiencias. En algunas de las preguntas, el sistema devolvía una calificación puntuada; en otras, de tipo abiertas o a desarrollar, no había calificación sino que los estudiantes debían contrastar su respuesta con la retroalimentación y autovalorarla.

El relato trata de un estudiante que luego de tener clase de electromagnetismo comenzó a realizar pruebas con el objetivo de armar un generador de electricidad que funcione con su bicicleta para poder tener luces balizas sin usar pilas. Para llegar a esto, el estudiante de la historia realizó una serie de experimentos que guían la autoevaluación

para: a) evidenciar el fenómeno de la fuerza que aparece sobre un conductor por el cual circula corriente eléctrica, cuando este se encuentra en un campo magnético. b) calcular el campo magnético en las inmediaciones del imán que se usará para armar el generador. c) construir un primer prototipo de generador y d) construir el generador final para la bicicleta. La autoevaluación se estructuró en 4 etapas que se describen a continuación.

### A. Etapa 1

En esta etapa, luego de la introducción de la historia, se hicieron las siguientes preguntas: a) ¿considera que tiene los conocimientos necesarios como para embarcarse en la misma tarea que el estudiante de la historia? b) ¿se le ocurre alguna manera en que podría usar el movimiento de la rueda de la bici para generar energía eléctrica? c) Se listaron una serie de conceptos teóricos y leyes, y se preguntó cuáles les parecen más importantes para el proyecto. d) Se mostró una imagen con 3 elementos: un imán, una pila y un alambre de cobre y se preguntó si se le ocurre algún experimento para hacer con estos elementos que pongan en evidencia algún fenómeno físico de los vistos en clase.

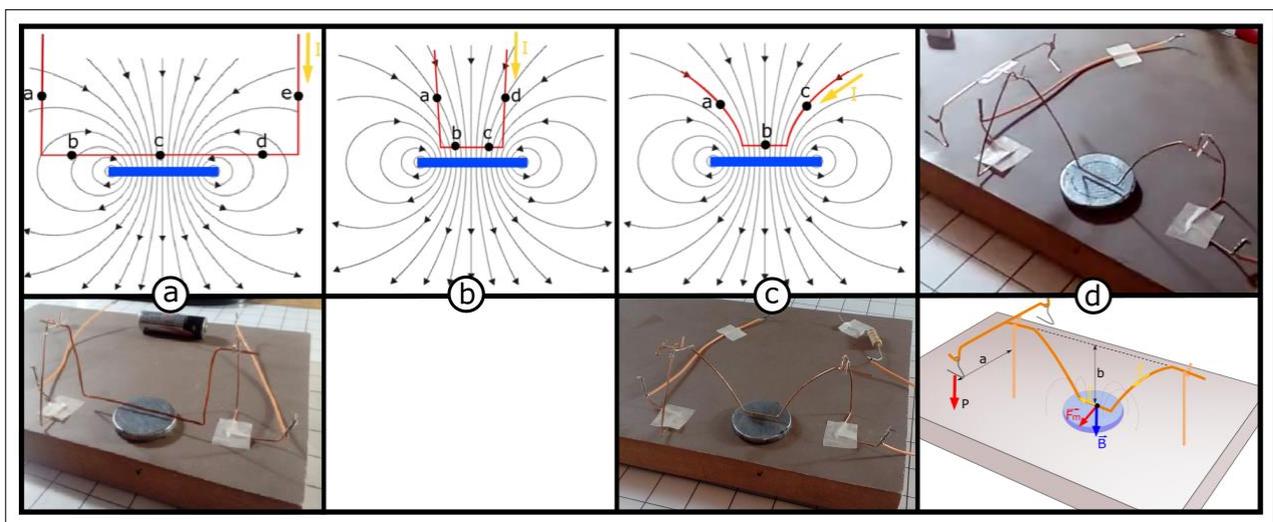
Luego de la última pregunta, su retroalimentación mostró un video con un experimento posible empleando los elementos. Era un experimento muy simple para evidenciar la fuerza sobre el conductor: tomar un alambre muy fino y conectarlo a los bornes de la pila para que circule corriente mientras este se encuentra cerca del imán. La fuerza que aparecía sobre él, lo hacía moverse.

Luego se hizo la pregunta final de esta etapa: determinar la dirección y el sentido del campo magnético del imán siendo que se conoce la dirección y el sentido de la corriente eléctrica y de la fuerza.

### B. Etapa 2: medición del campo magnético del imán

Esta etapa consistió en la mejora del experimento anterior con el objetivo de calcular, con cierta precisión, el campo magnético del imán que se usaría para fabricar el generador. Se le preguntó a los alumnos si se les ocurría alguna manera de hacerlo. Luego, el relato mostró otro experimento con ese fin, ya que era necesario conocer este valor para el diseño del generador.

La figura 1.a muestra el primer paso en este objetivo: un alambre de cobre en forma de U sobre dos soportes del mismo material y un imán debajo del alambre en U. Al conectar la pila, circularía corriente por el alambre en U y este pendularía por acción de la fuerza magnética. El propósito era medir la corriente eléctrica y la fuerza que aparece sobre el conductor, y luego, con estos valores, calcular el campo magnético en las inmediaciones del imán. Para presentar el experimento se empleó un video y se pidió que determinen la dirección y el sentido de la fuerza magnética en los puntos indicados en el esquema de la figura 1.a sobre el conductor. Se solicitaba reflexionar sobre los defectos del diseño y se concluía que la fuerza resultante no sería característica de la intensidad del campo magnético en el lugar que se deseaba medir. Entonces se propuso mejorar el diseño y se presentaron los modelos b y c de la figura 1.



**FIGURA 1.** a) Esquema y el armado experimental planteado inicialmente para calcular el campo magnético del imán. b) Esquema y el armado experimental de una posible mejora del armado experimental inicial. c) Esquema y el armado experimental que finalmente se usó para calcular el campo magnético del imán. d) Esquema y el armado experimental final con el agregado del balancín para el cálculo de la fuerza.

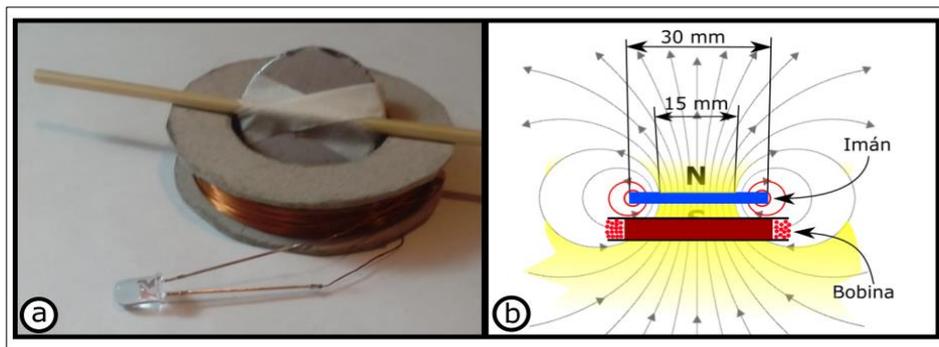
Luego de hacer una serie de preguntas sobre estos 3 modelos, se eligió el modelo “c” para continuar porque permitía calcular el campo magnético del imán en la zona en donde se encuentra el tramo horizontal del alambre colgante (a 3 mm del imán). Para medir la corriente eléctrica se utilizó un amperímetro y para medir la fuerza se ideó un mecanismo para poder realizar la medición sin utilizar equipamiento sofisticado ya que la historia de la autoevaluación contaba que todo esto había sido realizado por un estudiante en su casa.

Entonces, se mostró mediante un video, que para medir la fuerza se puede agregar al tramo de alambre colgante un balancín como se muestra en la figura 1.d. Este balancín fue usado para colgar pesos en uno de sus extremos hasta equilibrar la fuerza magnética. Se les pidió a los alumnos retomar conocimientos previos de Física 1, y determinando el peso de los papelitos por su gramaje y superficie, calcular la fuerza magnética y finalmente calcular la intensidad del campo magnético del imán. Luego de que los alumnos vieron la retroalimentación del cálculo del campo magnético debieron indicar si lo habían hecho bien o mal, y si lo habían hecho mal tenían que seleccionar opciones sobre cuál o cuáles fueron sus errores.

### C. Etapa 3: cálculo y construcción del primer generador

En esta etapa, el estudiante del relato, que ya conoce la intensidad del campo magnético del imán, se disponía a construir un primer generador, en el que el imán giraba dentro de una bobina, y era importante calcular el número de vueltas que debía tener esa bobina para que la fuerza electromotriz ( $fem$ ) inducida pueda encender el LED. Este no sería el generador que finalmente se usaría para la bicicleta, pero se lo incluyó debido a que resulta útil para ejercitar el cálculo de la  $fem$  inducida por la variación de flujo magnético, y debido a que era utilizado en las clases pre-pandémicas resultando muy atractivo para los estudiantes.

La figura 2.a muestra el generador construido con una bobina de alambre de cobre enrollada en un carrete de cartón y con el imán de neodimio, usado desde el comienzo, al que se le adosó una varilla para hacerlo girar. En los extremos de la bobina se conectó un LED para que se encienda debido a la  $fem$  inducida.

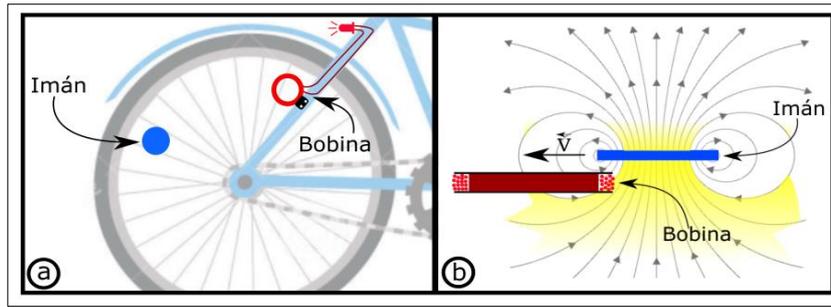


**FIGURA 2.** a) Imagen del generador fabricado con una bobina de alambre y un imán con una varilla usada como eje para hacerlo girar. b) esquema que muestra las líneas de campo que son concatenadas por la bobina y deben usarse para los cálculos.

Primeramente, se hizo notar que en este diseño de generador se deberían contemplar algunas consideraciones y se emplearon algunas preguntas para reflexionar sobre el área efectiva para los cálculos (figura 2.b). Luego, se pidió calcular el número de vueltas que debía tener la bobina para que la  $fem$  inducida encendiera el led. En este punto también se emplearon algunas preguntas para reflexionar sobre algunas simplificaciones de la situación que facilitarían los cálculos. También se realizó un pequeño experimento para que los alumnos estimen una frecuencia de giro razonable. Con todo esto listo, se les pidió a los estudiantes que calculen el número de vueltas que requiere la bobina. En la retroalimentación de esta pregunta se incluyó un video con el generador funcionando.

### D. Etapa 4: cálculo y construcción del generador para la bicicleta

Esta etapa comenzó planteando que si bien el generador anterior funciona, puede resultar complicado transferir el movimiento de la rueda de la bicicleta al imán para que este gire dentro de la bobina. Por esto, se propuso simplificar la construcción y se explicó otra forma en que también se puede producir una variación de flujo dentro de la bobina para generar  $fem$ : colocando el imán en la rueda de la bicicleta y adhiriendo la bobina en la horquilla. De esta forma cuando la rueda girara, el imán pasaría frente a la bobina y generaría una variación de flujo magnético (figura 3). Los alumnos respondieron algunas preguntas aplicando conocimientos previos de física 1 con el objetivo de situar estratégicamente al imán y de estimar la frecuencia de giro.



**FIGURA 3.** a) Se muestra un esquema de la rueda de la bicicleta con el imán adosado a la rueda y la bobina fija a la horquilla. b) Se muestra una vista de perfil del imán pasando frente a la bobina.

En este caso, también se emplearon algunas preguntas y videos para comprender cómo simplificar algunos cálculos y obtener el nuevo número de vueltas para este diseño. Tales simplificaciones fueron necesarias porque no se introduce gran complejidad matemática en la carrera a la que pertenece el curso donde se implementó la autoevaluación.

Al finalizar esta etapa, se mostró un video del generador funcionando en la rueda de la bicicleta y, con el objetivo de inspirar a los estudiantes a que hagan sus propias pruebas, se mostró una manera simple de fabricar el generador utilizando la bobina de un relé.

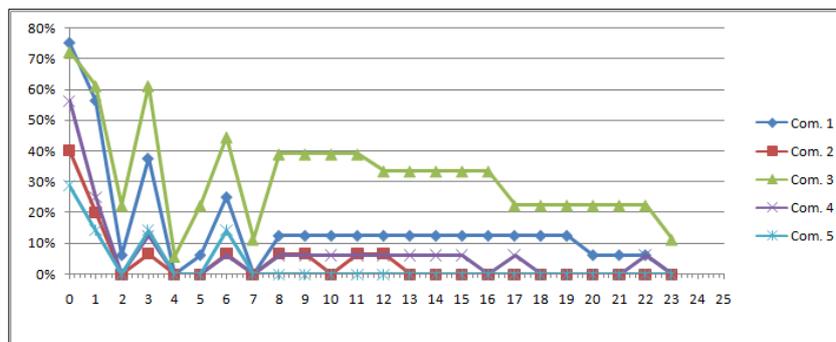
También se realizaron algunas preguntas para evaluar cómo resultó la experiencia para los alumnos, si les resultó interesante, si la bicicleta es parte de su vida cotidiana (pudiendo tener esto relación con su interés en la autoevaluación), si consideran llevar la experiencia a la realidad construyendo la baliza, y si sienten que han mejorado su manejo del tema. Finalmente se incluyó un espacio abierto para comentarios.

#### IV. RESULTADOS

En el período del curso en el cual la autoevaluación estuvo disponible, había un total de 74 alumnos activos, de los cuales 43 ingresaron a la autoevaluación. De los 43 participantes solo 6 la realizaron completamente, uno de ellos ingresando respuestas aleatorias para acceder a la retroalimentación, los otros 5 lo hicieron de manera genuina.

El alumnado se divide en 5 comisiones, cada una tiene un docente diferente. La figura 4 presenta el grado de participación por comisión en la autoevaluación, se muestra el porcentaje de estudiantes que respondieron cada pregunta con respecto al número de estudiantes de cada comisión. A medida que se avanza en la autoevaluación se observa una marcada disminución en el número de respuestas a cada pregunta, aunque esta deserción no es necesariamente absoluta. Esto quiere decir que los estudiantes pueden haber continuado explorando la autoevaluación sin responder, aunque este tipo de actividad no deja registro que permita realizar un análisis al respecto. En este gráfico puede observarse también una marcada disminución del número de respuestas en las preguntas 2 y 7, las cuales eran a desarrollar, y cómo luego de cada una de estas disminuye el número de estudiantes que sigue respondiendo. La comisión 3 tenía como docente a aquel que fue seleccionado para jugar el rol de agente pedagógico en la autoevaluación y se observa que esa fue la comisión con mejores índices de participación.

A continuación se abordará el análisis de las respuestas de los alumnos a una selección de preguntas de acuerdo a su pertinencia con relación a los objetivos de esta publicación. Para este análisis serán excluidos los 15 estudiantes que ingresaron a la autoevaluación pero no respondieron ninguna pregunta.



**FIGURA 4.** Se muestra el porcentaje de estudiantes de cada comisión que respondieron cada pregunta con respecto al número de estudiantes total de cada comisión.

La figura 5 presenta el resultado de un análisis de correspondencia para la etapa 1. En este tipo de análisis multivariado se interpreta que los puntos cercanos son respuestas que corresponden a los mismos estudiantes. Observamos que hacia la izquierda y hacia arriba tienden a agruparse puntos con buenos resultados, respuestas correctas en las preguntas 2 y 5 que eran a desarrollar y para proponer experimentos antes de que la autoevaluación les muestre cómo serán los mismos. También hay una agrupación de puntos que indica que los estudiantes que respondieron con confianza sobre su capacidad de trabajar en este tema al comienzo de la autoevaluación son mayoritariamente los mismos que obtuvieron buen puntaje en las preguntas 3 (identificar fenómenos importantes para el tema) y 6 (indicar el vector fuerza magnética en un conductor). Hacia la derecha se observa que los estudiantes que se esforzaron en responder las preguntas a desarrollar pero lo hicieron incorrectamente tienden a ser los mismos que obtienen calificación media en la identificación de fenómenos. Abajo y al centro, están los alumnos que no dan respuesta a la mayoría de las preguntas, y cuando lo hacen, obtienen malas calificaciones.

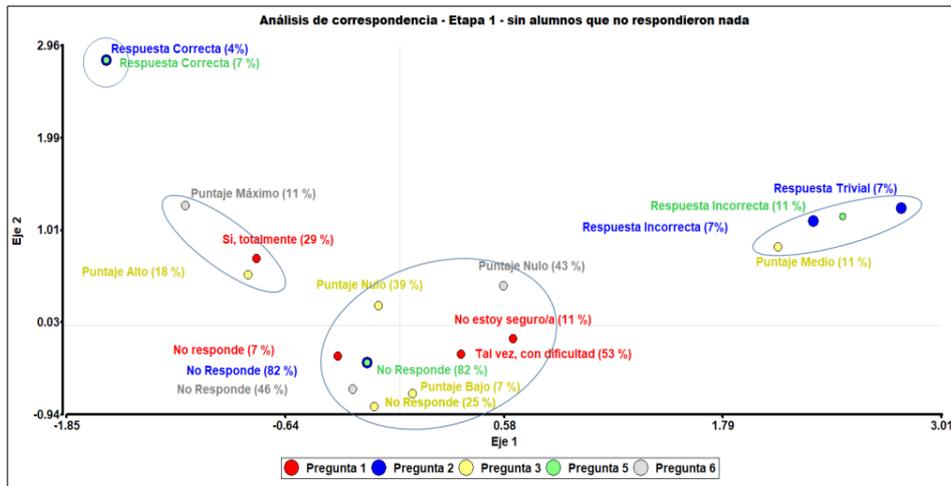


FIGURA 5. Muestra el análisis de correspondencia para las respuestas de la etapa 1.

Junto al rótulo de cada punto, se indica el porcentaje de estudiantes que dio esa respuesta o que obtuvo esa calificación. Es notable el bajo porcentaje que respondió a las preguntas a desarrollar. Los estudiantes tenían la opción de responder con un audio, por lo que no puede atribuirse a esta falta de respuesta la poca predisposición a escribir, sino que tiene que relacionarse a la exigencia de estas preguntas, mostrando desinterés en responderlas o dificultad para pensar este tipo de situaciones experimentales que a menudo no son analizadas en clase.

Gran parte de la segunda etapa se centró en identificar la fuerza magnética en un conductor. Habiendo sucesivas preguntas que pedían lo mismo en situaciones ligeramente diferentes. Al cambiar de situación también se solicitaba en ocasiones reconocer la mejora del diseño del experimento con el que se trabajaba. La figura 6 muestra cómo evolucionaron los resultados de los alumnos en dichas preguntas.

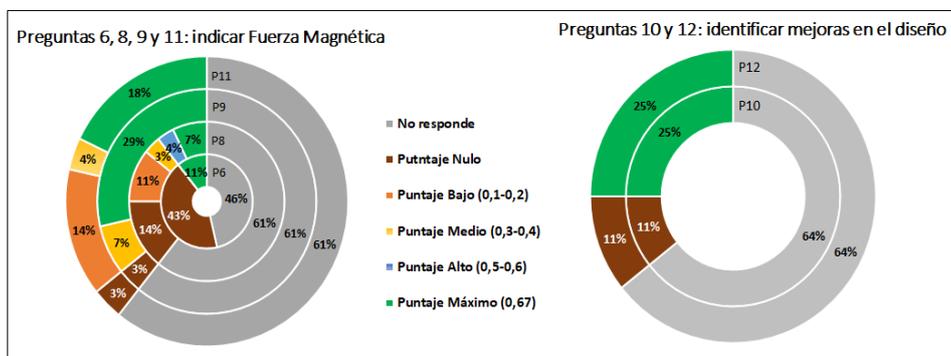


FIGURA 6. Se muestra la evolución de las respuestas dadas por los estudiantes en la etapa 2.

En cada gráfico de torta se observa el avance desde adentro hacia afuera. Se observa que se reduce el porcentaje de alumnos que responden mal, y crece el porcentaje de alumnos que responde bien o regular. Cabe destacar que para obtener algún puntaje en estas preguntas, por bajo que sea, hay que indicar correctamente el vector, al menos en un punto. Pareciera que no en todos los alumnos se fijó del todo el aprendizaje, ya que algunos que respondieron

bien en la pregunta 9, cometieron errores en la 11. De cualquier manera se destaca el efecto positivo de la actividad en el manejo que los alumnos tienen del tema, considerando que para evolucionar en esta pregunta hay que atender y comprender la retroalimentación. En cuanto a la identificación de las mejoras en el diseño, no se observa un cambio en las respuestas de los alumnos, por lo que los que lo hicieron mal en la primera oportunidad los siguen haciendo mal en la segunda.

Llegada la pregunta 15, los alumnos debieron calcular el campo magnético, habiendo tenido una gran cantidad de indicaciones y ayudas. Un 68 % de alumnos no respondió, un 25 % (7 alumnos) respondió con un resultado incorrecto y un 7 % respondió con el resultado correcto. Luego debieron ver la retroalimentación y responder en qué se equivocaron si lo hicieron mal. De los 7 alumnos que resolvieron mal, uno no indicó cuál fue su falta. Cuatro, indicaron que utilizaron un valor de diferencia de potencial incorrecto, de acuerdo al planteo de la pregunta, este error está relacionado con no haber comprendido correctamente una unidad anterior, estos alumnos no lograron aplicar correctamente la ley de Ohm. Los últimos 2, indicaron que no lograron encontrar una expresión que les permita realizar el cálculo, lo cual indica que no estuvieron prestando suficiente atención a los videos, explicaciones y retroalimentaciones anteriores.

En la cuarta etapa solo se incluyeron 2 preguntas, la primera relacionada al área efectiva que participa del fenómeno de inducción y la segunda pedía el cálculo del número de espiras necesario en el generador diseñado. Para esta instancia, solo 7 alumnos respondieron la primera pregunta, 5 lo hicieron bien y 2 lo hicieron mal. En la segunda participaron 6 alumnos, 4 lo hicieron mal y 2 lo hicieron bien. Para responder cualquiera de esas preguntas, los estudiantes debían ver un mismo video de 10 minutos de duración. La principal diferencia entre las preguntas era que la primera apuntaba a aprender a elegir un dato en particular, y en la segunda había que aplicar una fórmula.

Finalmente, en la etapa 4, se les realizaron 3 preguntas. En las dos primeras deben aplicar conocimientos de la materia Física 1, la cual es correlativa, respondiendo correctamente 3 estudiantes de 6 en la primera y 2 estudiantes de 5 en la segunda. La última pregunta vuelve a pedir el cálculo del número de vueltas en el nuevo diseño de generador, respondiendo bien 1 estudiante de 5. En estas últimas instancias los alumnos ya no parecen mejorar gracias a la retroalimentación.

Los 5 estudiantes que llegaron hasta el final de la autoevaluación expresaron que la misma les resultó muy interesante. Solo 2 de ellos utilizan la bicicleta a diario como medio de transporte, mientras que los otros no la usan nunca o lo hacen con poca frecuencia, por lo que no podría decirse que la falta de interés esté estrictamente relacionada con el gusto o la familiaridad con el objeto de estudio. Tres de estos estudiantes manifestaron sentirse motivados para armar sus propias balizas sin pilas y afirman que lo harán, los otros dos manifiestan sentirse motivados pero no están seguros de hacerlo. Finalmente, los cinco estudiantes expresaron sentir una mejora en la comprensión de los temas tratados, dos de ellos se tomaron el tiempo de escribir algunas palabras de reconocimiento a la labor docente puesta en la autoevaluación y comentaron lo mucho que les gustó.

## V. CONCLUSIONES

En esta autoevaluación se logró generar una instancia de aprendizaje innovadora al mismo tiempo que se mostraban algunas experiencias prácticas que a menudo no se incluyen en clase por falta de tiempo. Hemos tenido resultados favorables en cuanto al efecto de la autoevaluación sobre el aprendizaje autónomo, por ejemplo evidenciando la mejora de los alumnos a lo largo de la autoevaluación en lo que respecta a la capacidad de encontrar la dirección y sentido de la fuerza magnética en diferentes situaciones. También hemos podido identificar una dificultad bastante generalizada para integrar temas de diferentes unidades.

La autoevaluación también nos ha permitido reconocer que existen unos pocos alumnos que inician la actividad manifestando sentirse confiados al respecto y estos son los que completan la autoevaluación con un excelente desempeño. Luego, la mayoría de los estudiantes no se muestran tan confiados, una pequeña parte de ellos completa la autoevaluación y lo hacen con un desempeño intermedio, mientras que la mayoría no completa la actividad y su desempeño, cuando responden, tiende a ser malo. Quizás sea importante preguntarnos si es la falta de éxito en las respuestas lo que desalienta a continuar, ya que de los 22 estudiantes que abandonaron la autoevaluación, 19 lo hicieron inmediatamente luego de dar una respuesta incorrecta, y los otros 3 lo hicieron después de dar una respuesta regular coincidentemente en la primera pregunta calificativa.

La participación de los estudiantes fue muy baja y esto podría estar relacionado con el carácter optativo de la actividad, además de que fue presentada una semana antes de una evaluación parcial, y a que no es una práctica a la que los estudiantes estén habituados. Sin embargo, el hecho de que sea optativa nos permite conocer la motivación real de los estudiantes y las falencias de la propuesta para poder analizarla y mejorarla. En este sentido autocrítico llegamos a las siguientes conclusiones.

La mayor participación de los estudiantes de la comisión 3, cuyo profesor a cargo fue el agente pedagógico de la autoevaluación, sugiere la importancia de la familiaridad con el agente pedagógico en concordancia con lo expuesto en la bibliografía (Roth et al., 2019), la cual menciona un efecto positivo en la frecuencia de trabajo y la prolongación de esa participación. Probablemente, el incluir en la autoevaluación a todos los docentes a cargo de comisiones mejoraría la participación de todos los estudiantes.

La primera etapa de la autoevaluación pedía reflexionar sobre los conceptos teóricos estudiados y proponer ideas para aplicar esos conceptos logrando un objetivo concreto. La deserción más grande se produjo durante esta etapa, lo que parece ser un reflejo, o una réplica, de lo que se ha observado a lo largo de los años en el dictado de este curso de física: el modo tradicional de evaluación se concentra en la resolución de ejercicios concretos, y por eso, un gran número de estudiantes invierten su tiempo de estudio practicando ejercicios sin esforzarse demasiado en comprender previamente los conceptos pese a la insistencia de los docentes sobre la importancia de esto. Es probable que, desde su perspectiva, los estudiantes hayan percibido, en la primera etapa, que la autoevaluación no los preparaba para el examen y por ello decidieron ocupar su tiempo en otra actividad. La deserción a partir de la segunda etapa fue menos marcada, y esto coincide con el comienzo de preguntas con un mayor grado de similitud a la de los parciales y la guía. También hemos recibido devoluciones muy positivas de parte de los alumnos que llegaron hasta el final de la autoevaluación y estamos convencidos de que con la experiencia adquirida podremos mejorar los nuevos instrumentos para lograr autoevaluaciones atractivas para los estudiantes logrando al mismo tiempo reforzar el aprendizaje y mostrar aplicaciones o acercarlos a una faceta más experimental de la física.

## REFERENCIAS

Boud, D. J. (1986). *Implementing Student Self-Assessment*, Higher Education Research and Development Society of Australia.

Calderón, S. E., Núñez, P., Di Laccio, J. L., y Lannelli, L. M. (2015). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 212-226. DOI: 10498/16934

Crouch C. H., Mazur E. (2001). Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results. *American Journal of Physics*, 69, 970-977. <https://doi.org/10.1119/1.1374249>

McDonald, B. y Boud, D. (2003). The Impact of Self-assessment on Achievement: The effects of self-assessment training on performance in external examinations, *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 10(2), 209-220. DOI: 10.1080/0969594032000121289

Monteiro, M., Cabeza, C., Marti, A., Vogt, P. y Kuhn, J. (2014). Angular velocity and centripetal acceleration relationship. *The Physics Teacher*, 52(5), 312-313.

Nulty, D. D. (2011). Peer and self-assessment in the first year of university, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 36(5), 493–507. DOI:10.1080/02602930903540983

Roth, T., Appel, J., Schwingel, A., y Rumpler, M. (2019). Learning in virtual physics laboratories assisted by a pedagogical agent. *Journal of Physics: Conference Series*, 1223, 012001. DOI:10.1088/1742-6596/1223/1/012001

Royce D. S. (1998) Formative Assessment: revisiting the territory, *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 77-84, DOI: 10.1080/0969595980050104