

# Utilización de tutoriales en trabajos prácticos de laboratorio: experiencia y evaluación para un caso en electrostática

Use of tutorials in laboratory practice: experience and evaluation for a case on electrostatics

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Leandro Manuel Sarmiento<sup>1</sup>, Nicolás Budini<sup>2,3</sup>, Silvia Giorgi<sup>2</sup>,  
Facundo Nicolás Bussano<sup>1</sup> y Marco Luis Miretti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco,  
Av. de la Universidad 501, X2400SQF San Francisco, Córdoba,  
Argentina.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral,  
Sgo. del Estero 2829, S3000AOM, Santa Fe. Argentina.

<sup>3</sup>Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET), Güemes 3450,  
S3000GLN, Santa Fe. Argentina.

E-mail: lsarmiento@sanfrancisco.utn.edu.ar

## Resumen

En este trabajo se muestran los resultados de la evaluación de la implementación de una propuesta consistente en la utilización de un *tutorial* durante el desarrollo de un trabajo práctico de laboratorio (TPL) sobre electrostática. La propuesta consiste en reemplazar el clásico TPL, el cual se implementaba hasta el momento en la asignatura Física II de las carreras de ingeniería de la Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional, por un *tutorial* a los fines de mejorar la comprensión por parte de los estudiantes de los conceptos físicos relacionados con el tema. Se presenta así una manera distinta de trabajar en el laboratorio los conceptos fundamentales de un curso de electromagnetismo básico de nivel universitario. Se describen y analizan los resultados de la evaluación a la que fueron sometidos los estudiantes mediante formularios web, luego de realizar el TPL bajo esta modalidad. Los resultados obtenidos alientan a seguir investigando la posibilidad de implementar la estrategia de *tutoriales* en otros temas de electromagnetismo.

**Palabras clave:** Trabajos prácticos de laboratorio; *Tutoriales*; Electrostática; Evaluación conceptual.

## Abstract

In this work we present the results of evaluating the implementation of a proposal consisting on using a *tutorial* during the development of a practical laboratory work (PLW) in electrostatics. Our proposal consists on replacing the classic PLW, which has been implemented to date in the Physics II course at the Regional Faculty of San Francisco, National Technological University, with a *tutorial* aiming at improving students' comprehension of physical concepts. In this way, we present a different approach to work at the laboratory on the fundamental concepts of an undergraduate basic electromagnetism course. We describe and analyze the results of the evaluation that was presented to students through a web form after developing the PLW under this modality. The results obtained push to continue with research regarding the possibility of implementing *tutorials* on other topics related to electromagnetism.

**Keywords:** Practical laboratory works; *Tutorials*; Electrostatics; Conceptual assessment.

## I. INTRODUCCIÓN

La experiencia que exponemos en este trabajo se encuadra dentro de un proyecto más amplio de mejora en la implementación del curso de Física II, asignatura de cursado anual que se dicta como materia común en segundo año de las carreras de Ingeniería Electromecánica, Electrónica, en Sistemas de Información y Química de la Facultad Regional San Francisco (FRSF), Universidad Tecnológica Nacional (UTN). El objetivo principal que persigue este proyecto es favorecer e implementar cambios significativos en el clásico desarrollo de la materia, con la intención de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los

estudiantes. Parte de estos cambios se han comenzado a implementar en los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) de Física II (Sarmiento y Budini, 2016).

El desarrollo de TPL de física desempeña un papel importante en la formación de científicos e ingenieros en todas las universidades. Es indudable que todo cambio significativo que apunte a una mejora en ellos, teniendo en cuenta la investigación en educación en física de los últimos años, facilitará al estudiante la comprensión de los aspectos tanto teóricos como aplicados de la ciencia. Dentro de los principales objetivos que persigue un TPL se encuentran los de: ilustrar el contenido de las clases teóricas, enseñar técnicas experimentales y promover actitudes científicas. En este trabajo queremos favorecer, como objetivo general, que los TPL puedan aprovecharse para aprender e interiorizar conceptos y no que los mismos sean tomados como meras actividades del tipo “seguir una receta” con la cual se tendrían que confirmar ideas antes aprendidas en las clases teóricas.

Es por esto que consideramos que la implementación de la metodología de *tutoriales* para física introductoria, desarrollada por el grupo de educación en física que dirige McDermott (McDermott y Shaffer, 2001), para los cursos introductorios de física que se dictan en la Universidad de Washington en Seattle, EE. UU., puede convertirse en un recurso que complemente o reemplace a los clásicos TPL de las aulas universitarias argentinas. Existen diversos trabajos en la literatura a nivel local en los cuales se da cuenta de la implementación de estas estrategias en cursos universitarios de distintas universidades argentinas y, además, existe evidencia y un amplio consenso acerca de la efectividad de estos *tutoriales* en el proceso de enseñanza–aprendizaje (Benegas, 2007; Palma Rodríguez y otros, 2015).

Por lo tanto, en esta propuesta detallamos cómo ha sido utilizado un *tutorial*, casi sin modificaciones, como reemplazo del primer TPL que se desarrollaba en la asignatura Física II de la UTN–FRSF hasta este año. El antiguo TPL que realizaban los estudiantes consistía en la utilización de un equipo *Pasco ES–9080B* para estudiar fenómenos electrostáticos. Los experimentos que se desarrollaban en este TPL apuntaban, en una primera parte, a estudiar la relación entre la carga inducida en una jaula de Faraday por un objeto cargado y la carga del objeto, a comparar la naturaleza de la carga por contacto y por inducción y también a demostrar la conservación de la carga. El propósito de la segunda parte del experimento consistía en evaluar la forma en que se distribuye la carga sobre una superficie conductora “midiendo” indirectamente variaciones en la densidad de carga sobre un conductor cargado.

Una de las dificultades que encontrábamos sistemáticamente en el desarrollo de este primer TPL era que todas las observaciones cuantitativas dependían fuertemente de la humedad ambiente en el momento de realizar el experimento, ya que el equipo en cuestión estimaba carga por medio de una diferencia de potencial generada en la jaula de Faraday al introducirle un objeto cargado (portador de carga), la cual se descargaba de manera notoria en presencia de humedad ambiente (esto es bastante común en nuestra región). Este hecho generaba que en la mayoría, salvando casos excepcionales, de sesiones de trabajo con los estudiantes se perdiera mucho tiempo en intentar mejorar las observaciones cualitativas en base a las observaciones cuantitativas de diferencia de potencial que se intentaban medir. Esto obligaba a discutir superficialmente los conceptos que se estaban intentando demostrar con los experimentos realizados, básicamente porque nunca coincidían las predicciones que se hacían a partir de la teoría y los valores que se intentaban medir experimentalmente. De esta manera, muchas veces este TPL se convertía en un acto de fe para que los estudiantes creyeran que, por ejemplo, la carga se estaba conservando cuando las mediciones mostraban lo contrario.

Teniendo en mente estas dificultades nos propusimos implementar una nueva actividad de laboratorio que abordara los contenidos iniciales de un curso de electricidad y magnetismo y que sea más provechosa, tanto para los estudiantes como para los docentes. Esta actividad consistió básicamente en la aplicación de un *tutorial* de electrostática, que se utilizó directamente como reemplazo del primer TPL que se realizaba hasta ese momento en la asignatura.

## II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y DIDÁCTICOS

Los *tutoriales* para física introductoria son un conjunto de herramientas didácticas diseñadas para servir de complemento a las clases teóricas y a los libros de texto de un curso normal introductorio de física general. Estas estrategias están ancladas en el marco de las teorías constructivistas del aprendizaje (McDermott y Shaffer, 2001). Los principales objetivos de esta estrategia son el desarrollo del aprendizaje conceptual y el desarrollo de las habilidades de razonamiento científico. Para que el aprendizaje sea significativo los estudiantes necesitan complementar y reforzar lo que puedan aprender en las clases teóricas expositivas, resolviendo problemas cuantitativos o leyendo el libro de texto de la cátedra. Los *tutoriales* están estructurados de forma que promueven el trabajo intelectual activo de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de la física.

Las consignas y situaciones desarrolladas en los *tutoriales* guían a los estudiantes hacia el tipo de razonamiento indispensable para la construcción de los conceptos abordados en clase. Los mismos están pensados, en principio, para que se utilicen luego de haber introducido los conceptos en las clases teóricas y en los laboratorios. En nuestro trabajo los utilizamos como una actividad de laboratorio, luego de que los conceptos ya fueran presentados en las clases teóricas. Durante una sesión de *tutorial* los estudiantes trabajan en grupo usando las guías de trabajo (*tutorial* propiamente dicho), que constituyen la estructura básica de dichas sesiones. Las guías contienen una secuencia cuidadosamente elegida de tareas y preguntas a partir de las cuales se espera que el estudiante construya respuestas por sí mismo discutiendo con sus compañeros y con el docente.

En las clases bajo esta modalidad el docente supervisa la tarea de los grupos, observando la discusión, razonamiento y conclusiones de cada tarea. Este control tiene por objetivo que los estudiantes no avancen sobre la siguiente consigna/concepto sin haber comprendido aquellos conceptos que le servirán de base para el trabajo sobre los aspectos siguientes, asegurando la continuidad del aprendizaje. La estrategia puede ser resumida en tres aspectos básicos: indagar en los estudiantes las ideas previas de los conceptos del *tutorial*, confrontar estas ideas con las observaciones de los propios estudiantes (por ejemplo en el laboratorio) o sus razonamientos y, por último, resolver las discrepancias entre lo que los estudiantes presuponian y los resultados que se obtienen en el laboratorio, o con el material de trabajo.

El *tutorial* (el material central de esta metodología) es una guía de actividades que los alumnos tienen que trabajar en grupos de 3 o 4 estudiantes. En algunos casos el trabajo de lápiz y papel se complementa con dispositivos experimentales simples, que pueden ser aportados por el propio estudiante, o con detectores y sensores más avanzados, propios de un laboratorio.

Esta estrategia de aprendizaje conceptual está enmarcada en las metodologías que fomentan el aprendizaje activo y significativo de la física, metodologías que han demostrado una mejora en el aprendizaje de la física (Redish, 2004; Sokoloff y otros, 2010). Estas estrategias de aprendizaje guían a los estudiantes en la construcción de su conocimiento a través de la observación directa del mundo real. Se busca favorecer que los mismos cotejen las diferencias entre las creencias con las que llegan a la clase de física y las leyes físicas que gobiernan el mundo real. Estas estrategias de aprendizaje activo mejoran el aprendizaje conceptual, reproducen el proceso científico en el aula y ayudan al desarrollo de actitudes y capacidades de razonamiento científico. Cabe destacar el cambio en el rol del docente, abandonando el rol tradicional de explicar todo con autoridad para asumir un papel de guía en el proceso de aprendizaje. De la misma forma, las actividades de laboratorio pasan de ser utilizadas para confirmar lo “aprendido” a ser utilizadas para aprender o profundizar conceptos. En este marco planificamos nuestra propuesta de utilizar *tutoriales* como guías de actividades prácticas de laboratorio.

### III. OBJETIVOS Y DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Los objetivos que nos planteamos para esta experiencia son los siguientes:

- Implementar un nuevo TPL N° 1 que aborde los conceptos básicos que se trabajan en el inicio de la asignatura Física II;
- Que las actividades que se desarrollen en este TPL involucren al alumno en forma activa, favoreciendo la discusión conceptual;
- Evaluar la comprensión de los conceptos trabajados en el TPL.

El *tutorial* que se seleccionó para ser utilizado como TPL fue *Un modelo de carga eléctrica*, que corresponde al *tutorial* N° III de la sección *Electrostática* del libro *Tutoriales para Física introductoria* (McDermott y Shaffer, 2001).

Se conformaron 12 grupos de trabajo que fueron integrados por entre 5 y 6 alumnos cada uno. Se realizaron 4 sesiones de trabajo por semana de aproximadamente 90 minutos cada una. Cada una desarrolló el *tutorial Un modelo de carga eléctrica*, guiada por un docente que previamente había realizado y discutido el *tutorial* con el resto de los docentes y ayudantes de la cátedra. Se abordaron los conceptos de:

- Carga eléctrica
- Ley de Coulomb
- Conductores y aislantes
- Carga inducida
- Distribución de carga sobre un conductor
- Tercera ley de Newton
- Principio de superposición

Estos conceptos ya habían sido trabajados previamente por los estudiantes en las clases teóricas y de resolución de problemas. Cada grupo contaba con las hojas del *tutorial* y unos pocos elementos necesarios para realizar los experimentos sugeridos en la guía del *tutorial* (cinta adhesiva, bolita de poliestireno expandido recubierta con papel aluminio sujeta a una cuerda aislante). El único cambio que se introdujo al *tutorial* fue en la parte B del mismo. Aquí el *tutorial* pide colgar una esfera metálica (o cubierta de metal) descargada con una cuerda aislante. Luego, cargando un trozo de cinta adhesiva (lo que se lograba pegando y despegando la cinta sobre la mesa) se acerca a la esfera. La modificación que se introdujo aquí fue colgar junto a la esfera, por medio de una cinta aisladora, una tira larga de unos 20 cm por 1 cm de papel de aluminio. Esto tenía por objetivo favorecer la observación de la atracción que se observaba para la bolita recubierta de papel aluminio, ya que la misma atracción se observaba entre la cinta adhesiva y la tira de papel aluminio pero de una manera más evidente (figura 1).

Luego de finalizar el *tutorial* se entregaron a cada grupo las hojas con los ejercicios complementarios que acompañan a cada *tutorial*. En este caso se trataba de ejercicios complementarios sobre el concepto de carga. Se solicitó a los alumnos que esta actividad sea realizada en grupo, presentando un informe con todos los ejercicios resueltos al docente a cargo en un plazo máximo de una semana. En el momento de la devolución por parte del docente se discutieron las dudas y/o dificultades en la realización de los ejercicios. Una vez finalizada esta etapa de discusión, y contestado el formulario web (preparado usando los formularios de *Google*®), que se envió a cada estudiante, se consideraba el TPL como aprobado.



FIGURA 1. Arreglo experimental para el punto B del *tutorial*.

#### IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN

Durante el desarrollo del *tutorial*, uno de los aspectos sobre los que más se insistió a los estudiantes fue que discutieran profundamente las consignas y situaciones planteadas, tarea a la que no están habituados. Se puso mucho esfuerzo en que los grupos no avanzaran sin que antes todos los integrantes de cada grupo hayan participado en la discusión de las actividades propuestas. En esta parte fue fundamental la tarea de los docentes para favorecer la reflexión de los estudiantes y guiar la actividad. Los puntos más sobresalientes de las actividades desarrolladas fueron los puntos B y D, ya que se presentaron como las consignas que más discusión y reflexión generaron en los grupos.

El punto B indica que se cuelgue una esfera metálica (o cubierta de metal) descargada con una cuerda aislante, como ya se mencionó antes. Luego pide cargar un trozo de cinta pegándola y despegándola de la mesa, acercarla a la esfera y describir lo observado. Esta es la parte más “experimental” del *tutorial*, ya que las tareas que se solicitan se basan en las observaciones que realizan los estudiantes del fenómeno de atracción que se evidencia entre la bolita y la cinta. Para favorecer esta observación, como también se mencionó antes, se agregó junto a la bolita una tira de papel aluminio a la que también se acercó la cinta cargada. El *tutorial* solicita que se expliquen las interacciones entre la cinta cargada y la esfera metálica descargada en base al modelo científico de carga eléctrica, agregando en su respuesta un esquema de distribución de carga en la cinta y en la esfera antes y después de acercarse una a la otra. Lo más interesante de este punto fue la variedad de explicaciones que se daban para argumentar lo observado, en base a las ideas que traían los estudiantes de las clases teóricas y a sus propias ideas. En estos argumentos iniciales convivían ideas científicas con ideas alternativas, por ejemplo muchos alumnos argumentaban que, tanto la carga positiva como negativa se “movía” de un lugar a otro de la esfera para explicar la separación de carga que se producía en el conductor por inducción.

La consigna del punto D, que transcribimos a continuación, representa a dos estudiantes discutiendo qué sucedería si la esfera conductora del inciso B, en lugar de estar descargada, tuviese una pequeña carga positiva.

*Estudiante 1: Como la esfera es conductora, el exceso de carga estará distribuido uniformemente en la superficie. Como la esfera y la cinta tienen igual carga, se repelerán.*

*Estudiante 2: La cinta seguirá repeliendo la carga positiva sobre la esfera y atrayendo la carga negativa. Si el exceso de carga no es muy grande, quizás incluso puedan atraerse.*

*Estudiante 1: Eso no puede ser cierto. Si la esfera tiene carga positiva, entonces no hay carga negativa sobre ella.*

*¿Coincide usted con alguno de los estudiantes? Explique su razonamiento.*

Lo más sobresaliente de este punto fue el lugar que asumieron los estudiantes frente a la consigna. Primero, porque a partir de una primera lectura no podían comprender cabalmente los argumentos de los estudiantes 1 y 2, obligándolos a releer varias veces la discusión. Aquí fue necesario como ayuda realizar una breve teatralización de la consigna, ocupando dos estudiantes del grupo el lugar de los estudiantes hipotéticos 1 y 2 y presentando las posturas de cada uno en forma de confrontación casi actuada. Esto favoreció a que los argumentos de los estudiantes en la consigna se vuelvan significativos para la comparación con sus preconceptos e ideas propias. Segundo, frente al pedido de explicar su razonamiento la mayor dificultad fue que los estudiantes pudieran verbalizar sus razonamientos y argumentos. Podían decidir con qué estudiante hipotético coincidían más pero se les dificultaba enormemente argumentar o justificar esta decisión. Nuevamente fue fundamental la guía del docente a cargo del TPL para favorecer la discusión sin dar la respuesta correcta inmediatamente, lo cual es una de las dificultades más grandes de esta modalidad desde la perspectiva del docente.

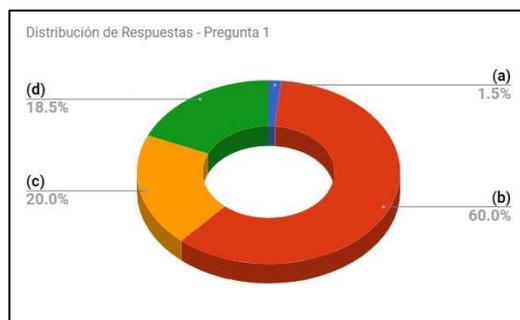
Para poder evaluar de forma cuantitativa la efectividad de nuestra propuesta de TPL utilizamos el test denominado *Conceptual Survey in Electricity and Magnetism (CSEM)* (Maloney y otros, 2001) que mide el nivel de conocimiento conceptual en electricidad y magnetismo. Este test está conformado por 32 preguntas de opción múltiple, en la que las opciones incorrectas corresponden a los principales modelos conceptuales alternativos que la investigación educativa ha encontrado en distintas poblaciones de estudiantes. Para nuestro análisis utilizamos las primeras seis preguntas del *CSEM*, que indagan sobre las áreas conceptuales de: distribución de carga en conductores y aislantes; ley de Coulomb; y superposición de fuerzas.

Para llevar a cabo esta evaluación utilizamos un formulario web de *Google®*, el cual se envió vía correo electrónico a cada alumno. De un total de 68 alumnos que realizaron el TPL, 65 lo respondieron.

A continuación presentamos las seis primeras preguntas del *CSEM* formuladas, a través de las cuales se indaga sobre los conceptos trabajados en el *tutorial* y en los ejercicios complementarios, y los resultados de las respuestas dadas por los alumnos.

*Pregunta 1: Se tiene una esfera metálica hueca eléctricamente neutra (no tiene exceso de carga). Una pequeña cantidad de carga negativa se coloca repentinamente en un punto P sobre la esfera. Si observamos este exceso de carga negativa unos cuantos segundos después encontramos una de las siguientes posibilidades:*

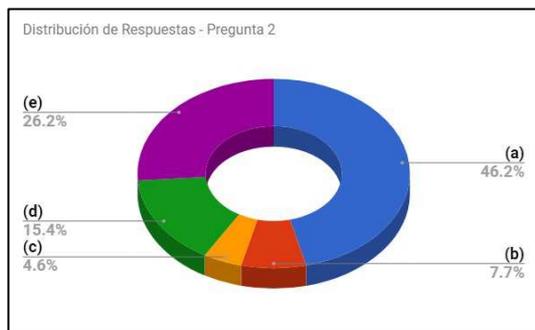
- a) Todo el exceso de carga permanece alrededor del punto P.*
- b) El exceso de carga se ha distribuido uniformemente sobre la superficie externa de la esfera.*
- c) El exceso de carga se ha distribuido uniformemente sobre las superficies interna y externa de la esfera.*
- d) La mayoría de la carga se encuentra todavía en el punto P, pero algo de ésta se ha esparcido sobre la esfera.*
- e) No queda exceso de carga en la esfera.*



**FIGURA 2.** Distribución de respuestas de los alumnos para la pregunta 1.

*Pregunta 2: Se tiene una esfera hueca hecha de material aislante que es eléctricamente neutra (no tiene exceso de carga). Una pequeña cantidad de carga negativa se coloca repentinamente sobre un punto P en la superficie externa de esta esfera. Si observamos este exceso de carga negativa unos cuantos segundos después encontraremos una de las siguientes posibilidades:*

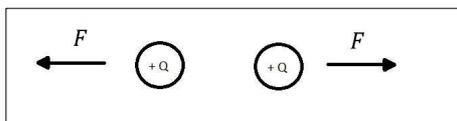
- a) *Todo el exceso de carga permanece alrededor del punto P.*
- b) *El exceso de carga se ha distribuido uniformemente sobre la superficie externa de la esfera.*
- c) *El exceso de carga se ha distribuido uniformemente sobre la superficie interna y externa de la esfera.*
- d) *La mayoría de la carga se encuentra todavía en el punto P, pero algo de ésta se ha esparcido sobre la esfera.*
- e) *No queda exceso de carga en la esfera.*



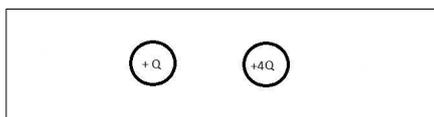
**FIGURA 3.** Distribución de respuestas de los alumnos para la pregunta 2.

Para las preguntas 3 a 5:

*Dos objetos pequeños, cada uno con carga neta +Q, ejercen una fuerza de magnitud F uno sobre el otro.*

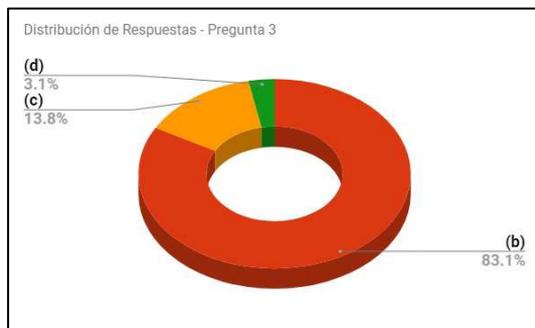


*Remplazamos a uno de los objetos por otro cuya carga es +4Q.*



*Pregunta 3: La magnitud original de la fuerza sobre la carga +Q era F; ¿cuál es ahora la magnitud de la fuerza F en la carga +Q?*

- a) *16F; b) 4F; c) F; d) F/4; e) Otra*



**FIGURA 4.** Distribución de respuestas de los alumnos para la pregunta 3.

*Pregunta 4: ¿Cuál es la magnitud de la fuerza en la carga +4Q?*

- a) *16F; b) 4F; c) F; d) F/4; e) Otra*

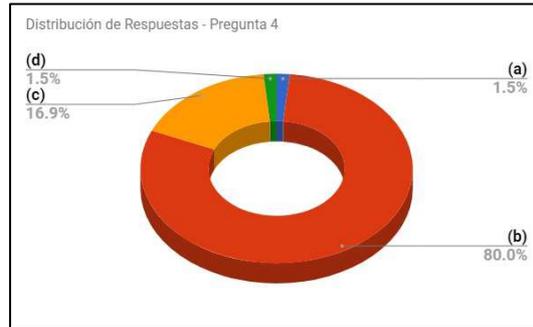


FIGURA 5. Distribución de respuestas de los alumnos para la pregunta 4.

Ahora movemos las cargas  $+Q$  y  $4Q$  de tal manera que estén 3 veces más alejadas de lo que estaban.



Pregunta 5: Ahora ¿cuál es la magnitud de la fuerza en la carga  $+4Q$ ?

a)  $F/9$  b)  $F/3$  c)  $4F/9$  d)  $4F/3$  e) Otra

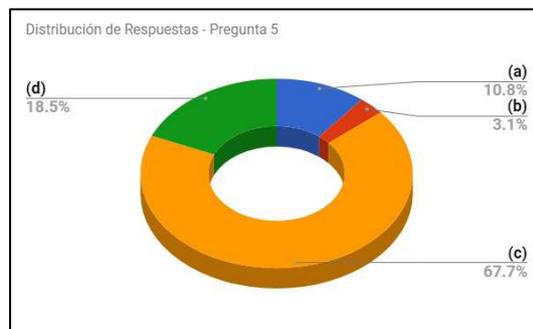


FIGURA 6. Distribución de respuestas de los alumnos para la pregunta 5.

Pregunta 6: ¿Cuál de estas flechas está en la dirección de la fuerza neta sobre la carga B mostrada en la figura de abajo?

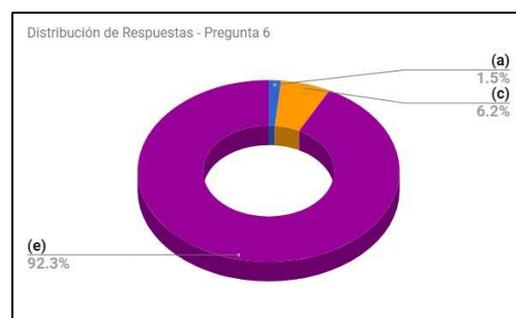
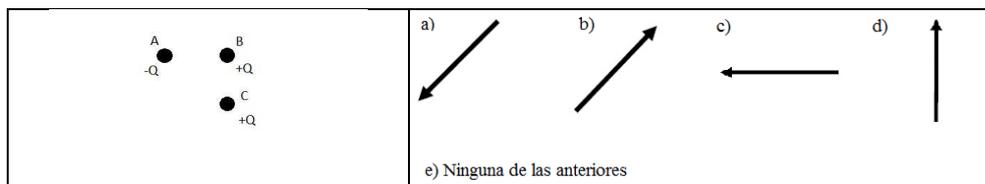


FIGURA 7. Distribución de respuestas de los alumnos para la pregunta 6.

Las preguntas 1 y 2 indagan sobre el comportamiento de la carga eléctrica sobre materiales conducto-

res o aislantes. A la pregunta 1 respondió correctamente [opción (b)] el 60% de los alumnos, sumando un 40% las respuestas que responden a modelos alternativos del fenómeno de distribución de carga sobre un conductor. A la pregunta 2 respondió correctamente [opción (a)] aproximadamente un 46%; esta es la consigna con más dispersión de opciones hacia modelos alternativos del comportamiento de la carga sobre un aislante, prevaleciendo la idea, con un 26% de respuestas, de que la carga desaparece sobre el aislante al ser colocada sobre el mismo [opción (e)].

Las preguntas 3, 4 y 5 indagan sobre las interacciones entre cargas a través de la ley de Coulomb y la tercera ley de Newton. En promedio se obtuvo un 78% de respuestas correctas en estos tres ítems. La pregunta 6, que interroga sobre la superposición de fuerzas sobre una carga, obtuvo un 92% de respuestas correctas [opción (e)].

## V. CONCLUSIONES

Se presentó como propuesta didáctica la implementación de un *tutorial* como reemplazo de un TPL tradicional de la asignatura Física II. Para evaluar la efectividad de las actividades desarrolladas se conformó un formulario web con preguntas conceptuales, que fue respondido por los estudiantes de manera individual al finalizar el TPL. Del análisis de las respuestas contestadas por los estudiantes que realizaron tanto el TPL como los ejercicios complementarios podemos concluir que esta estrategia fue satisfactoria para la comprensión del comportamiento e interacciones de cargas eléctricas por medio de la ley de Coulomb. Las ideas relacionadas con la distribución de carga sobre conductores y aislantes muestran una notable disparidad de respuestas alternativas, lo que refleja un déficit en la comprensión de estos conceptos en nuestro grupo de estudiantes. El punto más sobresaliente de nuestra experiencia fue el haber podido planificar y desarrollar un nuevo TPL a través de la implementación de estrategias basadas en el desarrollo de *tutoriales*, lo cual involucró de manera activa a los alumnos con el trabajo en el laboratorio favoreciendo la comprensión de los conceptos trabajados. También destacamos el nuevo rol que asumió el grupo de docentes y ayudantes en el laboratorio, poniendo énfasis en la guía de la actividad y actuando como facilitadores del diálogo y no como proveyendo respuestas inmediatas que cierran la discusión. Alentamos a todos los docentes involucrados en el desarrollo de TPL a implementar actividades de *tutoriales* como reemplazo o refuerzo de los clásicos TPL. Se espera que más adelante nos encontremos en condiciones de socializar resultados obtenidos a través de la implementación de estos *tutoriales* en otros temas de electromagnetismo.

## REFERENCIAS

- Benegas, J. (2007). *Tutoriales para física introductoria: una experiencia exitosa de aprendizaje activo de la física*. *Latin American Journal of Physics Education*, 1(1), 32–38.
- Maloney, D. P., O'kuma, T. L., Hieggelke, C. J. y Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(7), 12–23.
- McDermott L.C. y Shaffer P. S. (2001). *Tutoriales para Física Introductoria*. Buenos Aires: Prentice Hall.
- Palma Rodriguez, N., Chirino, S., y Rodriguez, G. (2015). Una estrategia de enseñanza–aprendizaje centrada en el alumno. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(extra), 297–304.
- Redish E. F. (2004). *Teaching Physics with the Physics Suite*. Hoboken, New Jersey: Wiley & Sons.
- Sarmiento, L., y Budini, N. (2016). Experiencia en el laboratorio: estimación de  $\epsilon_0$  utilizando un método visual para determinar la curva de mejor ajuste. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28 (extra), 155–161.
- Sokoloff, D., Laws, P., Zavala, G., con colaboración de Truyol, M.E., Kyle, F., Gattoni, A., compilador Benegas, J. (2010). *Aprendizaje activo de la física III, electricidad y magnetismo: manual de entrenamiento*. San Luis: UNSL.