

# Una experiencia de Investigación-Acción en la enseñanza de la Física en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones

An Action Research experience in the teaching of Physics at the Faculty of Exact, Chemical and Natural Sciences of the National University of Misiones

Uma experiência de Pesquisa-Ação no ensino de Física na Faculdade de Ciências Exatas, Químicas e Naturais da Universidade Nacional de *Misiones*

**Juan L. Zarza<sup>1</sup>, Silvia R. Beck<sup>2</sup>, Vania B. Ilchuk<sup>3</sup> y Romina O. Coniglio<sup>4</sup>**

---

<sup>1</sup> [juluzar@gmail.com.ar](mailto:juluzar@gmail.com.ar) Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones

<sup>2</sup> [silviabeck@fcegyn.unam.edu.ar](mailto:silviabeck@fcegyn.unam.edu.ar) Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones.

<sup>3</sup> [vaniailchuk@gmail.com](mailto:vaniailchuk@gmail.com) Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones .

<sup>4</sup> [rominnaconiglio@hotmail.com](mailto:rominnaconiglio@hotmail.com) Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones.

## Resumen

En el presente trabajo se propone como mejora didáctica la resolución de problemas semiabiertos sobre el tema Interacción eléctrica en la cátedra de Física II de las carreras de Bioquímica y Farmacia de Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones. Siguiendo un enfoque curricular basado en competencias y utilizando una metodología de Investigación Acción Participativa, se realiza un análisis, revisión y posterior transformación de los enunciados tradicionales de los problemas con carácter cerrado usados habitualmente. Los resultados de esta innovación didáctica evidencian una buena recepción por parte de los alumnos que, en su gran mayoría, resolvieron los problemas formulando hipótesis de resolución, realizando esquemas gráficos y conclusiones y trabajando en forma grupal en un ambiente de reflexión y debate entre pares.

**Palabras clave:** fuerza eléctrica; campo eléctrico; representación vectorial; problemas semiabiertos; competencias.

## Abstract

This article is proposed as a didactic improvement of semi-open problems regarding Electric Interaction in the university chair of Physics II in the Biochemistry and Pharmacy bachelors and Faculty of Exact Chemical and Natural Sciences, National University of Misiones. Following a circular focus based on competences and using a Participatory Action Research methodology, an analysis, revision and subsequent transformation of the traditional closed problem statements commonly used were carried out. The results of this innovative didactic showed a good reception by the majority of the students who solved the problems formulating hypotheses of resolution, making graphic diagrams and conclusions and working as a group in an environment of reflection and debate among peers.

**Key words:** electric force; electric field; vectorial representation; semi-open problems; competences

### Resumo

Este trabalho propõe como aprimoramento didático a resolução de problemas semiabertos sobre o tema Interação Elétrica na Cátedra de Física II das carreiras de Bioquímica e Farmácia da Faculdade de Ciências Exatas, Químicas e Naturais da Universidade Nacional de *Misiones*. Seguindo uma abordagem curricular baseada em competências e utilizando uma metodologia de Pesquisa-Ação Participativa, realiza-se uma análise, revisão e subsequente transformação dos enunciados tradicionais dos problemas de caráter fechado habitualmente usados. Os resultados desta inovação didática mostram uma boa recepção dos alunos que, em sua maioria, resolveram os problemas formulando hipóteses de resolução, realizando esquemas gráficos e conclusões e trabalhando em grupo num ambiente de reflexão e debate entre pares.

**Palavras-chave:** força elétrica; campo elétrico; representação vetorial; problemas semiabertos; competências.

### Planteamiento del Problema

Este proyecto tiene como objetivo principal estudiar la factibilidad de transformación de las clases de Resolución de Problemas de Física siguiendo un enfoque curricular basado en competencias.

Con este fin, se expone una estrategia de resolución de problemas de física sobre el tema Interacción Eléctrica siguiendo un nuevo enfoque didáctico, en el marco del proyecto de investigación denominado “*Clases de resolución de problemas de Física según un enfoque curricular basado en competencias en la carrera de Bioquímica*”. El proyecto de investigación en el que se encuadra este trabajo, se desarrolla en la cátedra de Física II de las carreras de Bioquímica y Farmacia, correspondiente al segundo año del trayecto curricular de ambas carreras que se dictan en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales.

La experiencia docente nos ha demostrado que la motivación de los alumnos por aprender materias llamadas “duras”, como Física, Química y Matemática,

generalmente es menor en carreras con orientación biológica, en comparación con otras carreras de la rama de la ingeniería que también se dictan en esta unidad académica. Se cree que parte de esta falta de motivación radica en la no visualización de la importancia y aplicación concreta de la física en el desenvolvimiento profesional o en el ciclo específico de la carrera. Teniendo en cuenta esta dificultad, hace ya varios años, en el departamento de Física, se ha estimulado la participación de docentes con formación en el área de la biología a fin de readecuar las guías de resolución de problemas (coloquios) y también los trabajos de laboratorio. Esta tarea ha sido implementada de manera discontinua, y si bien se hicieron algunos avances, los mismos estuvieron centrados en la orientación de los contenidos y en ejemplificaciones sobre el uso de la física en ámbitos de aplicación, como ser, el uso de técnicas de diagnóstico en laboratorios de bioquímica clínica, en plantas de elaboración de medicamentos o en laboratorios científicos en el área de la biología y la genética. Se cree, sin embargo, que centrar solo el esfuerzo en impartir contenidos más relacionados con la biología no constituye una estrategia didáctica eficiente y puede llevar al alumno y al cuerpo docente a resultados desalentadores. Por ello, es preciso diseñar un plan pedagógico y didáctico más completo y moderno que sea adecuado a las nuevas corrientes de enseñanza. En este marco es que surge la idea de la transformación de las clases de coloquios con un nuevo enfoque pedagógico basado en competencias dentro del paradigma constructivista de la enseñanza. Este enfoque “enfatisa en asumir las competencias como: procesos complejos de desempeño ante actividades y problemas con idoneidad y ética, buscando la realización personal, la calidad de vida y el desarrollo social y económico sostenible y en equilibrio con el ambiente” (Tobón, 2007).

La formación de un profesional comprometido con estas premisas es uno de los objetivos buscados por los participantes de este proyecto. En este sentido, surge la necesidad de implementar clases de resolución de

problemas que tengan una estrecha relación con la realidad y con el posible escenario que el alumno encuentre en el ciclo específico de la carrera y también en el ámbito laboral cuando egrese de la Facultad. Es por esto que se propone ir modificando la propuesta educativa a través de la enseñanza de problemas de Física con características abiertas o no definidas, en contraposición a los problemas cerrados con algoritmos estrictos y memorísticos. Se piensa que los problemas reales con los que el estudiante se va a enfrentar en etapas futuras de su carrera y de su profesión, rara vez siguen una receta o un algoritmo infalible, por lo que la enseñanza tradicional de ese tipo de problemas en las asignaturas del Ciclo Básico pocas veces son útiles y aplicables.

Atendiendo a esto, en la presente investigación se trabaja en el diseño de problemas con enunciados de carácter semiabierto y no definido, para que el alumno aprenda a resolver genuinos problemas de Física, como anticipo de la problemática real que el mismo enfrente en etapas futuras de su formación y su desenvolvimiento profesional.

### **Antecedentes y fundamentación teórica**

Según Kozanitis (2017), la enseñanza por competencias busca la coordinación en la formación de los estudiantes. Lo importante no es solo si los estudiantes aprendieron los contenidos de cada asignatura, sino también cómo y cuándo utilizar estos contenidos para resolver problemas reales o para enfrentar con sentido crítico situaciones del mundo profesional.

En concordancia con Cuahonte Badillo y Hernández Romero (2015), nos adherimos al enfoque socio-constructivo, visto la necesidad de actuar sobre las prácticas, así como sobre las tareas multidisciplinares a las que el estudiante tiene que hacer frente. En general, este enfoque pone el acento en la similitud entre las competencias necesarias para una actuación exitosa en la sociedad (tales como la competencia del aprendizaje, la cooperación, la

solución de problemas, el procesamiento de la información, la toma de decisiones en función de una información incompleta, la valoración del riesgo) y desarrollo de la competencia colaborativa, como sinónimo de aprendizaje socio-constructivo.

Según Latorre (2003) la Investigación Acción Participativa:

- a) “Requiere una acción como parte integrante del mismo proceso de investigación.
- b) El foco reside en los valores del profesional, más que en las consideraciones metodológicas.
- c) Es una investigación sobre la persona, en el sentido de que los profesionales investigan sus propias acciones.”

En concordancia, García Carmona (2009) define a la Investigación-Acción (IA) como una forma de indagación en un contexto educativo específico que, si bien no proporciona conclusiones formales o científicas, ofrece datos de gran valor para mejorar la práctica educativa.

En esta Investigación Acción Participativa (IAP) se propone la implementación de una estrategia didáctica consistente en la introducción de problemas de Física con características más abiertas o no tan definidas en contraposición a los problemas cerrados con algoritmos estrictos y memorísticos, ya que estamos convencidos de que los problemas reales que el estudiante va a enfrentar en etapas futuras de su carrera y de su profesión, rara vez seguirán una receta o un algoritmo infalible.

La elección de esta estrategia, innovadora para nuestra asignatura, se sustenta en diversos autores como Elvia Ramos Delgado (2014) quien propone la resolución de problemas abiertos que ayudan al estudiante a desarrollar la capacidad de reconocer los problemas como una situación que plantea dificultades cuya solución no conoce y, por lo tanto, le demanda

procesos intelectuales y operativos que involucran: la descripción y análisis del problema, la síntesis y la evaluación de la solución.

Según Santiago Torres Torres (2013) el proceso de enseñanza y aprendizaje tradicional en donde el profesor toma un rol expositivo de ilustración de procedimientos y “soluciones de problemas”, y el estudiante un rol pasivo en el cual repiten esos procedimientos expuestos por el profesor o los comparan con algún libro de texto, casi siempre lleva a los alumnos a resolver los problemas sin hacerse una representación mental de los mismos, ni justificar por qué usaron una u otra fórmula sin estimar o evaluar los resultados obtenidos.

En lo que se refiere a la implementación de resolución de problemas abiertos, se coincide con Truyol y Gangoso (2010) que opinan que la construcción de representaciones comienza con la lectura del enunciado; por ello proponen trabajar sobre el enunciado de los problemas. El análisis de sus observaciones apoya la hipótesis de que los procesos de resolución de problemas presentan diferencias según el tipo de enunciado propuesto.

Falcón Alén y Montenegro Moracén (2014) identifican a los problemas abiertos como una vía para facilitar las tareas integradoras en la enseñanza, puesto que los mismos ayudan a que los estudiantes desarrollen actividades teóricas y prácticas haciendo valoraciones, argumentaciones e hipótesis, lo que favorece la apropiación e interiorización de los contenidos y, por tanto, un aprendizaje significativo. También destacan que los problemas abiertos están entre las situaciones genuinamente problemáticas y para abordarlos es necesario acotarlos, imponerle condiciones y simplificar.

De esta manera, se coincide con Sánchez Márquez, Pérez Boullosa y Furió Mas (2018) que una innovación didáctica que permita a los estudiantes tener mayor libertad de acción, ayudará a los alumnos a aprender a tomar decisiones fundamentadas en torno al cómo, cuándo y para qué realizar una actividad o para resolver un problema en un determinado contexto, siendo

conscientes de sus habilidades para reflexionar, controlar y modificar sus propias capacidades.

Adhiriendo a los investigadores que se citan a continuación, se propone como metodología de trabajo la Investigación-Acción-Participativa por los siguientes motivos:

- La investigación consiste en un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad estudiar algún aspecto de la realidad con una expresa finalidad práctica. (Colmenares, 2012).
- La acción no sólo es la finalidad última de la investigación, sino que ella misma representa una fuente de conocimiento, al tiempo que la propia realización del estudio es en sí una forma de intervención. (Colmenares, 2012).
- La participación significa que en el proceso están involucrados no sólo los investigadores profesionales, sino la comunidad destinataria del proyecto, que no son considerados como simples objetos de investigación, sino como sujetos activos que contribuyen a conocer y transformar su propia realidad. (Colmenares, 2012)
- Los profesores deberían ser capaces, dentro sus limitaciones de tiempo, de comprobar los resultados de la investigación en la acción analizando los resultados obtenidos en su propia práctica y en el contexto específico. (Stenhouse, 1985).
- El aula funciona como un laboratorio a cargo de docentes, no de investigadores. Esto significa que el acto de investigar debe estar conforme a los requerimientos del contexto profesional del docente. (Stenhouse, 1985).
- Como la investigación-acción contempla los problemas desde el punto de vista de quienes están implicados en ellos, solo puede ser válida a



través del diálogo libre de trabas con ellos. La investigación-acción implica necesariamente a los participantes en la autorreflexión sobre su situación. (Elliot, 1990).

Al ser la IAP un tipo de investigación dinámica y cíclica, no se pueden predecir los resultados esperados a través de indicadores de impacto predefinidos. Estos indicadores irán surgiendo desde el seno mismo de las clases y como resultado de la implementación del nuevo enfoque, su factibilidad de aplicación y el registro de los cambios y propuesta de mejoras. Se espera, sin embargo, que del análisis de los registros en el cuaderno de campo como herramienta de observación participante, de las encuestas al alumnado y de los registros observados en clase, referentes a la resolución de los problemas semiabiertos presentados, este cambio educativo en la resolución de problemas de Física implique una mejora didáctica evidenciable.

También se espera que el nuevo enfoque sea bien aceptado por los estudiantes, propiciando una motivación intrínseca para el aprendizaje de la materia.

Se cree que analizar, revisar y transformar los enunciados de los problemas con carácter cerrado y de respuesta única, reemplazándolos por enunciados con características más abiertas, ayudará a fomentar la enunciación de hipótesis de resolución, esquemas gráficos y conclusiones por parte de los alumnos trabajando y debatiendo en grupos de pares.

### **Diseño y metodología**

Los materiales o herramientas de investigación cualitativa utilizados fueron:

- Análisis retrospectivo de exámenes previos a la cursada donde se implementó la acción
- Análisis de los enunciados de carácter cerrado de los problemas usados habitualmente en el dictado de las clases.

- Cuaderno de notas o cuaderno de campo como herramienta de observación participante
- Encuestas sobre la innovación didáctica a los alumnos participantes.

La metodología implementada fue la IAP según las concepciones teóricas expuestas anteriormente.

El primer ciclo de la IAP se desarrolló en las siguientes cuatro etapas:

### **Primera etapa: Diagnóstico e identificación de dificultades.**

A fin de realizar un primer diagnóstico, se utilizaron dos herramientas de investigación: un estudio retrospectivo sobre el desempeño de los alumnos en el primer examen parcial en la resolución de problemas de Interacción Eléctrica en cursadas anteriores al año 2018 y un registro en cuaderno de campo o notas (observación participante) de las clases y debate interno entre docentes de la cátedra en la cohorte 2018.

#### **a) Estudio retrospectivo sobre las dificultades para resolución de problemas evidenciadas en el primer parcial sobre Interacción Eléctrica.**

A fin de obtener información sobre las dificultades de los alumnos a la hora de realizar estas evaluaciones, se estudiaron 10 evaluaciones ciegas del primer parcial (5 desaprobadas y 5 aprobadas con nota menor a 9), de tres cohortes: 2015, 2016 y 2017.

La cohorte 2015 se conformó con 46 alumnos (26 de la carrera de Farmacia y 20 de la carrera de Bioquímica), a la cohorte 2016 corresponden 38 alumnos (21 de la carrera de Farmacia y 17 de la carrera de Bioquímica), y a la cohorte 2017 corresponden 48 alumnos (22 de la carrera de Farmacia y 26

de la carrera de Bioquímica). Como puede observarse, no se presentan diferencias significativas en cuanto al número total de alumnos en las diferentes cohortes, como en su distribución por carrera.

En el primer parcial se estudiaron los siguientes parámetros pertenecientes al tema de Interacción Eléctrica:

- ✓ Concepto y representación de la fuerza eléctrica
- ✓ Operaciones (suma, resta) con vectores fuerza eléctrica
- ✓ Concepto y representación del campo eléctrico
- ✓ Operaciones (suma, resta) con vectores campo eléctrico.

**b) Registro en herramientas de observación participante (cuaderno de campo)**

Se tomaron los registros realizados en el año 2018 -año en que se comenzó con el trabajo de investigación- donde se propone esta herramienta como una forma de documentar los acontecimientos que se van observando en las distintas etapas de IAP. Aquí se plasman los problemas de implementación de la estrategia, los avances que se observen, las preguntas durante las clases obligatorias y las de consulta, los imprevistos durante las mismas, las opiniones sobre la metodología por parte de otros docentes, las dudas de los alumnos, sus opiniones y sus debates.

**Segunda etapa: Reflexiones, debates y análisis de fortalezas y debilidades del equipo de IAP basadas en el diagnóstico sobre el tema de Interacción Eléctrica.**

Los docentes que integran la presente IAP discuten entre sí la necesidad de reforzar los conceptos más problemáticos y dificultosos evidenciados en el estudio retrospectivo del primer parcial y registrado en el cuaderno de campo durante las clases dictadas y las de consulta.

Es de destacar que el equipo de trabajo que lleva a cabo esta IAP, desarrolla sus tareas docentes en la cátedra de Física II en las carreras de Bioquímica y Farmacia hace más de 15 años, razón que permitió un debate y análisis muy profundo en cuanto a las fortalezas y debilidades, tanto del equipo de trabajo como de las estrategias docentes desarrolladas a lo largo del tiempo en el dictado de la asignatura.

### **Tercera etapa: Implementación de la acción.**

Se trabajó con la cohorte de alumnos de Bioquímica y Farmacia del año 2019.

#### **Actividades propuestas:**

##### **1. Resolución de problemas cualitativos o semiabiertos sobre el tema de Interacción Eléctrica.**

Se dieron las siguientes consignas para la resolución de los problemas:

- ✓ Plantear una hipótesis de resolución del problema asignado
- ✓ Desarrollar el problema sin recurrir a valores numéricos, aunque si podían asignarle el signo (positivo o negativo) a las cargas
- ✓ Dar una conclusión final.

Los problemas presentados fueron los siguientes:

#### **Problema 1**

Tres cargas puntuales se encuentran en los vértices de un cuadrado. Determine la magnitud de la fuerza eléctrica sobre una de las cargas. Compárela con la magnitud de la fuerza eléctrica sobre una cuarta carga ubicada en el cuarto vértice. Esquematice la situación.

### **Problema 2**

Cuatro cargas puntuales se encuentran en los vértices de un rectángulo. Determine la magnitud de la fuerza eléctrica sobre una de las cargas.

Compárela con la magnitud de la fuerza eléctrica sobre una quinta carga ubicada en el centro de la figura. Esquematice la situación.

### **Problema 3**

Se disponen dos cargas sobre un eje horizontal. Estime el valor del campo eléctrico resultante en un punto equidistante de las mismas:

- a) Sobre el eje horizontal
- b) Sobre un eje perpendicular al eje horizontal
- c) Esquematice la situación.

### **Problema 4**

Tres cargas puntuales están colocadas sobre los vértices de un triángulo. Determine la magnitud de la fuerza eléctrica sobre cualquiera de las otras dos.

Esquematice la situación.

## **2. Encuesta anónima a alumnos participantes cohorte 2019.**

La encuesta se realizó de manera individual y anónima luego de la clase de resolución de problemas de tipo cualitativo con características más abiertas. Los alumnos depositaron sus respuestas en una urna ubicada a la salida del salón de clases.

### **Cuarta etapa: Limitaciones del estudio y propuesta de mejoras para un segundo ciclo de IAP.**

En esta etapa se hicieron los análisis, conclusiones y reflexiones del primer ciclo de IAP. Se analizaron las limitaciones del presente trabajo y se realizó una serie de propuestas de mejoras para un segundo ciclo a realizarse posteriormente.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Primera etapa**

#### **a) Estudio retrospectivo sobre las dificultades para resolución de problemas evidenciadas en el primer parcial sobre Interacción Eléctrica.**

Se estudiaron los errores que presentaron estas evaluaciones escritas, presentándose los siguientes resultados:

2015: Todos los alumnos seleccionados, aun los aprobados, se equivocaron en el problema de aplicación de fuerza eléctrica que involucraba la aplicación del concepto, la representación gráfica de las fuerzas y la obtención de la fuerza neta, como también en la aplicación del concepto de campo eléctrico, su representación gráfica y la obtención del campo neto en un punto.

2016: Un 20 % de los parciales del muestreo presentan inconvenientes en la aplicación del concepto de fuerza eléctrica y campo eléctrico, su correspondiente representación gráfica, y un 60 % presenta dificultades para operar vectorialmente.

2017: Los alumnos de la muestra no presentan inconvenientes a la hora de aplicar los conceptos de fuerza y campo eléctrico; sin embargo, entre un 20-40 % presenta inconvenientes a la hora de la representación gráfica y de la operación con vectores.

### **b) Registro en herramientas de observación participante (cuaderno de campo)**

Entre los registros realizados se destacaron:

- Abril de 2018: En las clases introductorias de conceptos físico-matemáticos se detectaron problemas en el concepto de versor y de vectores. También se detectan dificultades para interpretar el momento dipolar, dificultades en el concepto de potencial eléctrico y problemas conceptuales en los temas de trabajo y energía potencial. Se evidencia poca participación cuando se pretende debatir acerca de cuestiones teóricas relacionadas con esos temas.
- Abril de 2018: En clases de consulta, donde alumnos, en forma individual o en grupos, expusieron sus dudas e inconvenientes en la resolución de los problemas, se presentaron con mayor frecuencia dudas respecto a: Dirección del campo eléctrico - Movimiento de una partícula cargada en un campo eléctrico uniforme. Conceptos sobre potencial eléctrico y dipolo eléctrico - Vectores. Producto vectorial – Dipolo - Movimientos de partículas en campo eléctrico uniforme. Operaciones vectoriales y direcciones en el movimiento uniformemente acelerado.

### **Segunda etapa:**

En la primera fase se evidenció la falta de aprendizaje significativo de conceptos matemáticos referidos a la operatoria y representación vectorial, como también la necesidad de los alumnos de contar con conocimientos previos sobre el movimiento variado, contenido trabajado en la asignatura correlativa a Física II (Bioquímica)-Física 2 (Farmacia).

En vista de que las mayores dificultades se observaron en la representación gráfica de vectores, se propuso la incorporación en las clases de coloquios de

problemas cualitativos de resolución teórica, es decir, con características más abiertas, a fin de propender a la representación adecuada de los vectores fuerza eléctrica, campo eléctrico.

### **Tercera etapa:**

Se analizaron los siguientes ítems como evaluación de los resultados de la propuesta didáctica implementada:

1. Elaboración por parte de los docentes de los problemas a implementar en clase
2. Resolución de los problemas
3. Encuesta a los alumnos acerca de la actividad implementada.

#### **a) Elaboración de los problemas semiabiertos por el equipo docente**

En primer lugar, hay que destacar que durante la segunda mitad del año 2018 y a principios de 2019 el equipo de IAP se ocupó en buscar antecedentes y ejemplos prácticos de implementación de problemas abiertos o semiabiertos en las disciplinas de Física, Química y Físicoquímica en contextos similares, por ejemplo, en los trabajos de Torres Torres (2013), Gutierrez Somavilla (2016) y Ramos Delgado, entre otros (2014). También se hizo una revisión de la guía tradicional de Coloquios en la asignatura de aplicación del nuevo enfoque. Se aclara que la misma fue confeccionada por otros docentes con anterioridad a la formación del presente equipo de investigación. Específicamente, los docentes del equipo de la IAP debatieron los enunciados de los problemas sobre Interacción Eléctrica. De esa exhaustiva revisión se concluyó que todos los problemas propuestos en esa guía son de carácter cerrado, numéricos y de resultado único. Por esto, se modificaron los enunciados tradicionales presentando los problemas más arriba expuestos, dándoles características cualitativas y más abiertas a los mismos. En ellos se sacaron, en primer lugar, los datos numéricos. Si bien, las consignas siguen



un esquema de presentación geométrica bastante estricta, en los primeros tres problemas presentados se les dio la posibilidad de buscar soluciones alternativas de carácter cualitativo, ya que no se indican qué tipo de cargas (positiva o negativa) ni el valor de las mismas, lo que aumenta los grados de libertad a los estudiantes para la discusión de los conceptos teóricos involucrados en el planteo de los problemas. En el cuarto problema solo se detalló que se trata de un triángulo, dando la posibilidad de elegir a los alumnos el tipo de triángulo para efectuar sus hipótesis de solución o planteo. A fin de ayudar a la autoevaluación de los alumnos, se les pidió en el enunciado la esquematización gráfica de la situación planteada, con la cual ellos mismos pudieron contrastar si sus hipótesis de resolución guardaban coherencia conceptual. Esto último, siempre en un marco de trabajo grupal y con la orientación del docente a cargo del dictado. También se les pidió una conclusión final sobre la tarea realizada, como estrategia de debate y reflexión entre los participantes de cada grupo.

#### **b) Resolución de los problemas (evaluación):**

El número total de asistentes fue de 57 alumnos. El curso se dividió en 15 grupos conformados por 3 o 4 alumnos. Se asignó a cada grupo la resolución de 2 problemas semiabiertos de los 4 problemas propuestos.

Se analizaron, en cada presentación, la capacidad de formular una hipótesis de trabajo, la necesidad de sustentar esta hipótesis recurriendo a valores numéricos (propuestos por los participantes), la utilización de representaciones gráficas en concordancia con la hipótesis presentada y la elaboración de conclusiones sustentadas en el análisis de la situación problemática planteada.

Los resultados de este análisis se evidencian en los cuadros 1, 2 y 3.

**Cuadro 1:** Resultados de grupos a quienes se asignaron los problemas 2 y 3

<b>Grupo</b>	<b>Formulación de hipótesis</b>	<b>Utilización de valores numéricos</b>	<b>Representación gráfica de la situación analizada</b>	<b>Presentación de conclusiones</b>
1	Si	Si	Correcta	Si
2	No	Si	Incorrecta	Si
3	No	No	Incorrecta	No
4	Si	No	Correcta	Si
5	Si	No	Correcta	Parcial
6	Si	Si	Correcta	Si

**Cuadro 2:** Resultados de grupos a quienes se asignaron los problemas 1 y 3

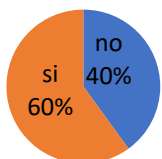
<b>Grupo</b>	<b>Formulación de hipótesis</b>	<b>Utilización de valores numéricos</b>	<b>Representación gráfica de la situación analizada</b>	<b>Presentación de conclusiones</b>
7	No	Si	Correcta	No
12	Si	No	Parcialmente correcta	Si
13	Si	No	Parcialmente correcta	Parcial
14	Si	No	Correcta	No
15	Si	No	Correcta	No

**Cuadro 3:** Resultados de grupos a quienes se asignaron los problemas 4 y 3

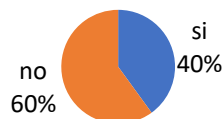
Grupo	Formulación de hipótesis	Utilización de valores numéricos	Representación gráfica de la situación analizada	Presentación de conclusiones
8	Si	Si	Parcialmente correcta	Si
9	No	Si	Correcta	Si
10	Si	No	Correcta	Si
11	No	No	No realizan	No

Los siguientes gráficos muestran los resultados globales

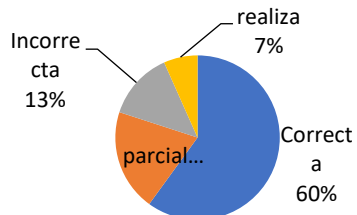
#### Formulación de hipótesis



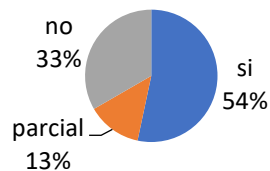
#### Utilización de recursos numéricos



#### Representación gráfica



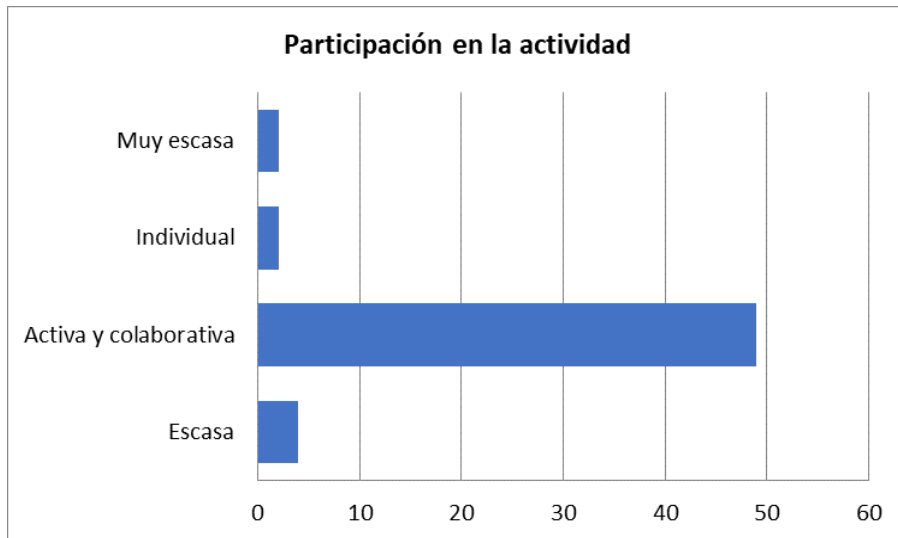
#### Presentación de conclusiones



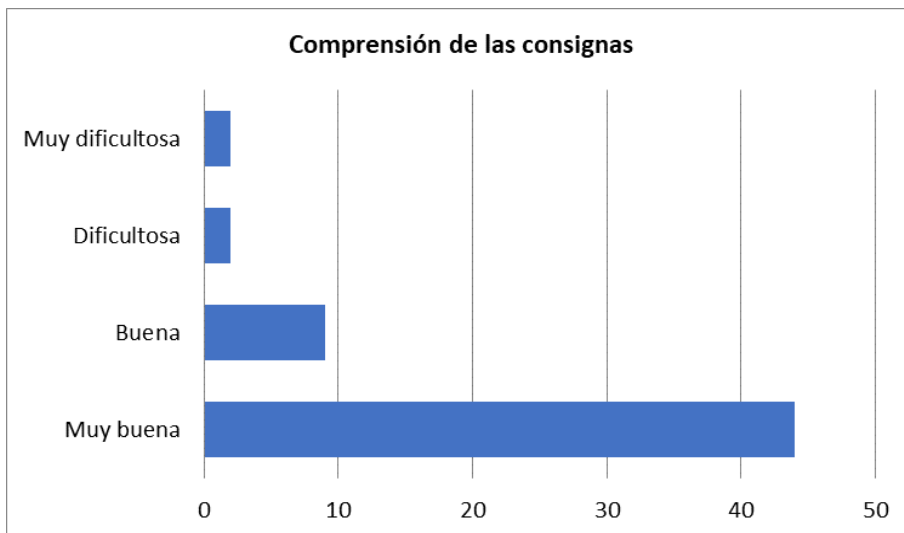
**Encuesta a los estudiantes.** Los alumnos que contestaron la encuesta fueron 57.

Mi participación en la tarea		Las consignas me resultaron		La actividad me resultó		El trabajo grupal me pareció	
No participé	0	Muy fáciles	44	No me interesó	0	Interesante	27
Muy escasa	2	Fáciles	9	Poco interesante	5	Interesante y muy activo	22
Escasa	4	Difíciles	2	Interesante	12	Tedioso	6
Activa y colaborativa	49	Muy difíciles	2	Muy interesante	36	No trabajé en grupo	2
Individual	2	Imposibles	0	Disruptiva (me partió la cabeza)	4	Nada interesante	0
Totales	57		57		57		57

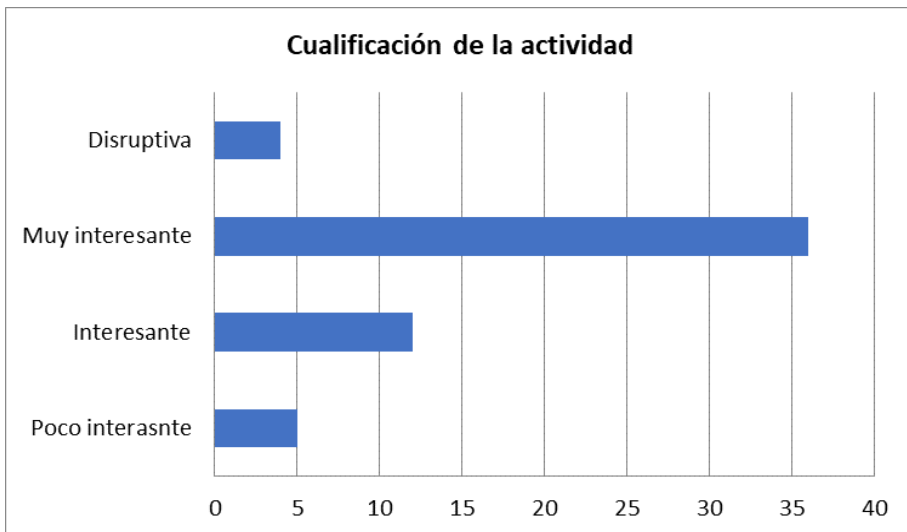
**Tabla 1-**Cuantificación de la Encuesta a estudiantes cohorte 2019- Problemas semiabiertos



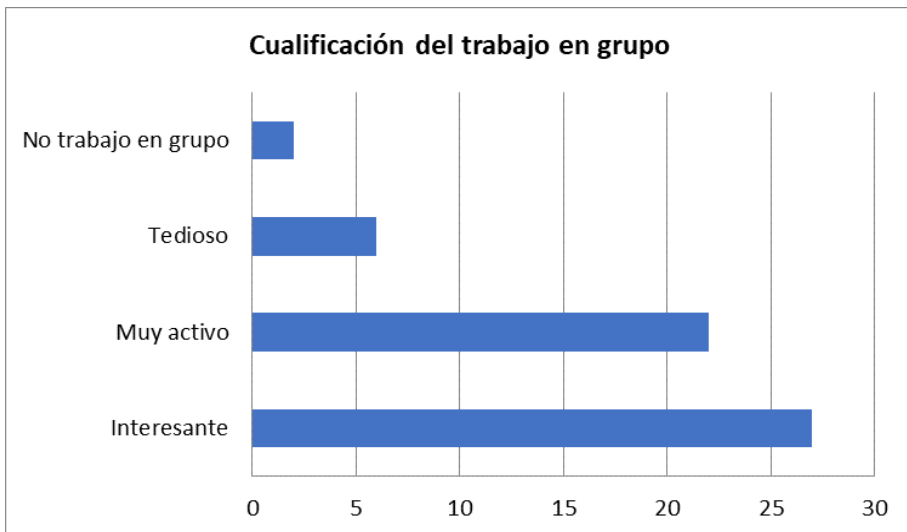
**Gráfico N°1:** Evidencia que el 85 % de los alumnos (49 de un total de 57 estudiantes) ha tenido una activa y colaborativa participación en la actividad



**Gráfico N°2:** Evidencia que el 92 % de los alumnos comprendió las consignas sin mayores dificultades.



**Gráfico N°3:** Se observa que un 91 % de los participantes ha considerado como interesante o muy interesante esta nueva propuesta áulica.



**Gráfico N°4:** Se observa que el 85 % de los alumnos participó activamente y con interés en el trabajo grupal.

### **Cuarta etapa: Limitaciones del estudio y propuesta de mejoras para un segundo ciclo de IAP**

Analizando la propuesta didáctica implementada, se cree que hay aspectos que aún no fueron rigurosamente indagados. En el debate interno del equipo de la IAP surgió el tema de la evaluación de los aprendizajes significativos o con sentido que puedan derivarse de esta innovación en la resolución de problemas de Interacción Eléctrica. Por ello, se cree que en ciclos posteriores se deben implementar mecanismos o herramientas de evaluación de esos aprendizajes. Para este fin, es menester profundizar el conocimiento de esas herramientas y ponerlas en práctica en futuras cursadas utilizando esta metodología de investigación desde el aula.

Se cree que algunos aspectos podrían mejorar la continuidad, en un segundo ciclo de IAP, de la innovación didáctica implementada, a saber:

1. Ampliación del estudio de las dificultades evidenciadas en las evaluaciones previas de las asignaturas, utilizando para ellos mayor cantidad de exámenes analizados en el estudio retrospectivo.
2. Utilizar Mapas conceptuales como herramienta de diagnóstico de saberes previos.
3. Utilizar Mapas conceptuales como herramienta de evaluación del proceso de aprendizaje significativo.
4. Ampliar el número de docentes involucrados en estos procesos de innovación didáctica, incluyendo no solo a docentes del departamento de Física, sino también a docentes de otros departamentos.
5. Estudiar formas de evaluación en proceso que permitan mecanismos de autoevaluación entre pares.

6. Indagar sobre otras formas de evaluación, como ser el Portafolios o la Rúbrica.
7. Invitar a profesores que no pertenezcan al equipo de IAP como observadores externos de las clases de resolución de problemas de Física.
8. Profundizar el debate interno en cada etapa de la implementación de este nuevo enfoque.

### **Conclusiones finales y reflexiones del primer ciclo de IAP.**

El uso de una herramienta de observación participante (cuaderno de notas o de campo) demostró ser útil para tener un registro de las dificultades evidenciadas en la resolución de problemas en ciclos anteriores. También sirvió para, a partir del diagnóstico realizado en el estudio retrospectivo, registrar el debate, propuesta de mejoras y trabajo sobre los enunciados por parte de los docentes del equipo de la IAP. También quedó registrado en este cuaderno el aspecto actitudinal y motivacional de los alumnos durante la clase de implementación de los problemas semiabiertos.

Estos aspectos se vieron reflejados también en las encuestas anónimas efectuadas una vez finalizada la clase. Del análisis de las mismas se puede concluir que un 85 % de los alumnos se sintió motivado por la propuesta, trabajando activa y colaborativamente en los grupos conformados. **(Gráficos 1 y 4).**

Esta buena recepción por parte del alumnado nos motiva a continuar con la transformación de los enunciados tradicionales en otros con características más abiertas, puesto que no es habitual que el estudiante acepte tareas adicionales y de mayor dificultad, especialmente en los primeros años de las carreras.



Más allá del análisis estructurado de las ecuaciones utilizadas y las soluciones a los problemas a los que arribó cada grupo, la evaluación en la resolución de los problemas presentados se centró en tres aspectos: Presentación de hipótesis, Desarrollo y Conclusión. En tal sentido podemos ver que, de los 15 grupos conformados, 10 grupos formulan hipótesis de resolución. En el desarrollo del problema 10 grupos no recurren a valores numéricos para resolver los problemas elegidos, y en lo que concierne a la presentación de conclusiones, también son 10 los grupos que presentan conclusiones, constituyendo un 54 % los que presentan de forma completa en los dos problemas resueltos.

El hecho de que el 60 % de los grupos haya formulado hipótesis de resolución a los problemas, nos hace creer que es posible la motivación intrínseca de los alumnos. La aceptación de desafíos intelectuales en ambientes de libre discusión entre pares parece ser una consecuencia favorable para la profundización del enfoque y la metodología didáctica elegida por el grupo de IAP.

Según estos resultados, puede concluirse que el nuevo enfoque implementado es factible de desarrollarse, a pesar de tratarse de un grupo numeroso de alumnos. La tarea ha sido bien aceptada por los estudiantes y la mayoría cumplió con la expectativa de los docentes del equipo de IAP. Sin embargo, se cree que es preciso profundizar en la transformación de los enunciados a fin de formular problemas con más grados de libertad de resolución, es decir, problemas totalmente abiertos.

#### Referencias bibliográficas

Colmenares, A. M. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 3(1), 102-115. <https://doi.org/10.18175/vys3.1.2012.07>

Cuahonte Badillo, L. C. y Hernández-Romero, G. (2015). Una interpretación socio-crítica del enfoque educativo basado en competencias. *Perspectivas docentes*, 57, 26-34.

- Elliot, J. (1990). *La investigación-acción en la Educación*. Madrid, España: Morata.
- Falcón Alén, M. y Montenegro Moracén, E. (2014) [Los problemas abiertos: una vía para facilitar las tareas integradoras en la enseñanza](#). *Cuadernos de Educación y Desarrollo* (43).
- García Carmona, A. G. (2009). La investigación-acción en la enseñanza de la Física: un escenario idóneo para la formación y desarrollo profesional del profesorado. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(2), 388 – 394.
- Gutierrez Somavilla, G (2016). Desarrollo de tareas o problemas abiertos para lograr aprendizaje significativo en la materia de Física (tesis de maestría) Universidad de Cantabria, Cantabria, España. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10902/9007>
- Kozanitis, A. (2017) “¿Por qué es importante el enfoque por competencias en el sistema educativo?” Fuente: Centro de Desarrollo Universidad (CDU). Recuperado de <https://noticias.universia.net.co/educacion/noticia/2017/09/11/1155616/importante-enfoque-competencias-sistema-educativo.html>
- Latorre, A. (2003). La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa. Barcelona, España: Ed. Grao.
- Ramos Delgado, E. (2014). Una Propuesta de Trabajo en el Aula: Resolución De Problemas Abiertos. *Revista Básicamente* (13) 1. Recuperado de <https://revistas.usantotomas.edu.co/>
- Sánchez Márquez, G.; Pérez Boullosa, A.y Furió Mas, C. (2018) “Contribuciones y limitaciones de las estrategias educativas en el desarrollo de competencias” Universidad de Valencia. España. Recuperado de <https://www.uv.es/ees/archivos/contrib>
- Stenhouse, L. (1985). *La investigación como base de la enseñanza*. Madrid, España: Morata.
- Tobón, S. P. (2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *Acción Pedagógica* (16), 14 - 28.
- Torres Torres, S. (2013). La enseñanza de la cinemática apoyada en la teoría del Aprendizaje Significativo, la solución de problemas y el uso de Applets. (Tesis de maestría) Universidad de Colombia. Medellín.
- Truyol, M. E. y Gangoso, Z. (2010). La selección de diferentes tipos de problemas de Física como herramienta para orientar procesos cognitivos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 3 (15), 463-484.