

# Implementación de actividades colaborativas en las clases de Física del ciclo inicial universitario

Implementation of collaborative activities during undergraduate introductory physics lessons

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Nicolás Budini<sup>1,2</sup>, Silvia Giorgi<sup>1</sup>, Leandro M. Sarmiento<sup>3</sup>,  
Cristina Cámara<sup>1,4</sup>, Ricardo Carreri<sup>1</sup>, Luis Marino<sup>5</sup>, Carolina  
Gómez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral,  
Santiago del Estero 2829, S3000AOM Santa Fe, Argentina.

<sup>2</sup>Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET), Güemes 3450,  
S3000GLN Santa Fe, Argentina.

<sup>3</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco,  
Av. de la Universidad 501, X2400SQF San Francisco, Córdoba, Argentina.

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, 86-  
Kreder 2805, 3080HOF Esperanza, Santa Fe, Argentina.

<sup>5</sup>Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Lito-  
ral, Ciudad Universitaria, Paraje El Pozo, 3000 Santa Fe, Argentina

**E-mail:** nicolas.budini@ifis.santafe-conicet.gov.ar

## Resumen

Se presentan resultados de actividades, relacionadas con la implementación de una modalidad de enseñanza que involucra instancias de aprendizaje colaborativo, llevadas a cabo por estudiantes en clases de física de un primer curso universitario. La modalidad se denomina *instrucción entre pares* y pone especial énfasis en mejorar el manejo conceptual de los contenidos de física por parte de los estudiantes. Se utilizaron recursos tecnológicos que posibilitaron una retroalimentación inmediata entre docentes y estudiantes, y que permitieron detectar fácilmente dificultades conceptuales generales. Coincidiendo con los alcances logrados a partir de la aplicación de la metodología en otros contextos, los resultados encontrados permiten aseverar que los estudiantes mejoran no sólo en sus respuestas sino también en la confianza con que las realizan. Esto alienta a continuar implementando el tipo de actividades que se presentan. No obstante, se señalan advertencias para aquellos docentes interesados en implementar la *instrucción entre pares* en sus clases de física.

**Palabras clave:** Física; Nivel universitario; Enseñanza y aprendizaje; Instrucción entre pares; TIC.

## Abstract

We present results of activities, in relation with the implementation of a teaching-learning modality that involves collaborative learning instances, carried out by students during lessons of a first undergraduate physics course. This modality is called *peer instruction* and emphasizes on improving the conceptual skills of students regarding the physics topics being developed. We have made use of technological resources that allowed an immediate feedback between teachers and students, which helped detecting general conceptual misunderstandings. In coincidence with the already proved usefulness of the implemented methodology in other contexts, the results obtained in this work allow asserting that students improve not only in their answers but also in their self-confidence. This pushes to continue and broaden the scope of the activities shown. However, by analyzing these results we have detected and pointed out some warnings that should be taken into account by those teachers willing to implement the *peer instruction* modality on their physics lessons.

**Keywords:** Physics; Teaching and learning; Peer instruction; TIC; Conceptual questions.

## I. INTRODUCCIÓN

Se describen actividades realizadas por estudiantes que cursan la asignatura Física I, correspondiente al ciclo inicial de las carreras que se ofrecen en la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). Dichas actividades se llevaron a cabo en el marco de un proyecto de investigación que propone implementar la modalidad de enseñanza denominada *instrucción entre pares* (IP), desarrollada por Mazur (1997), y evaluar sus alcances en el desempeño de los estudiantes.

Las dificultades que encuentran los estudiantes para promocionar el curso introductorio de física en el ciclo inicial universitario son generalizadas. Eric Mazur desarrolló la IP, un estilo de enseñanza interactivo que probó ser beneficioso en universidades estadounidenses. La misma persigue una mejor comprensión conceptual de la física introductoria por parte de los estudiantes e involucra a los mismos de manera activa en las clases. Este docente e investigador sostiene que su propuesta es simple y puede ser fácilmente adaptada a los distintos contextos de enseñanza, señalando que con su implementación la física no sólo resulta más accesible para aprender, sino también más fácil de enseñar.

Durante sus clases, Mazur contrastó las respuestas de los estudiantes a preguntas cualitativas simples con las respuestas dadas a problemas cuantitativos más complejos sobre un mismo concepto físico. El análisis de los resultados reveló que, a pesar de que las respuestas a las preguntas cualitativas fueron erróneas, muchos estudiantes lograron resolver correctamente el problema matemático. De esto concluyó que los estudiantes tienden a desempeñarse significativamente mejor en la resolución algorítmica de problemas estándares, como los que se presentan en los libros de texto, respecto de la resolución de problemas conceptuales que abordan el mismo concepto.

Lo anterior evidencia serias dificultades relacionadas a la enseñanza de las ciencias en general y de la física en particular. En primer lugar, es posible que los estudiantes obtengan buenos resultados al resolver problemas convencionales, memorizando los algoritmos sin entender las leyes físicas subyacentes. En segundo lugar, es posible que un docente, incluso con experiencia, pueda creer equivocadamente que los estudiantes han aprendido de manera efectiva. Por su lado, los estudiantes están sujetos a la misma idea errónea: creen que han dominado los contenidos que estudiaron y luego se frustran cuando descubren que su *receta* no funciona bien en algún problema. Mazur (1997) señala que una mejor comprensión de los conceptos conduce también a un mejor desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas.

En el presente trabajo se informan actividades realizadas en clases en las que se implementó la IP. En particular, se muestran resultados derivados de la formulación de las denominadas *preguntas conceptuales* que conforman la base metodológica de dicha modalidad, sobre el tema cinemática del punto. También se señalan algunas ventajas y advertencias que podrían ser de utilidad para los docentes interesados en implementar la IP.

## II. MARCO TEÓRICO Y OBJETIVOS

Los resultados derivados de la investigación sobre la enseñanza de la física muestran la conveniencia de que los estudiantes estén involucrados activamente en su proceso de aprendizaje, en el contexto de la construcción de su conocimiento (Ausubel y col., 1991; Redish, 2003; Sokoloff y Thornton, 2004; Camilloni, 2012). En esta visión se sostiene que los conceptos se instauran en la estructura cognitiva del estudiante y brindan apoyo a las nuevas ideas, sirven de anclaje, permitiendo que el nuevo conocimiento no sea incorporado de manera memorística. La meta principal de las actividades de aprendizaje propuestas a los estudiantes es entonces, propiciar en los mismos la construcción de un cuerpo claro, estable y organizado de conocimientos, ya que una vez internalizado este conocimiento, la nueva estructura cognoscitiva es la variable más importante que influye en la capacidad del estudiante para construir conocimientos nuevos dentro del mismo campo.

Por otro lado, la enseñanza y el aprendizaje de la física no pueden despegarse actualmente del empleo de TIC. Se sostiene que el profesor, teniendo en cuenta la realidad del estudiante, debe orientar desde su disciplina actividades de aprendizaje que apunten al desarrollo de valores, habilidades y conocimientos significativos en una sociedad cada vez más tecnológica (Forinash y Wisman, 2014).

Las clases en las que se implementa la IP involucran instancias de *aprendizaje colaborativo* (AC). Esta modalidad didáctica promueve el aprendizaje del alumno basado en el trabajo en pequeños grupos, donde los estudiantes, con diferentes niveles de habilidad, realizan actividades para mejorar su comprensión sobre un tema. El AC brinda un marco propicio para construir conocimientos, parte de concebir a la educación como un proceso de socio-construcción que permite hacer explícitas diferentes perspectivas para abordar un determinado problema, lo cual conlleva a desarrollar capacidades interpersonales para reelaborar una nueva alternativa.

Las clases basadas en AC son más amenas y más dinámicas que las tradicionales, ya que los estudiantes aprenden en un ambiente más relajado y flexible. Se coincide con Calzadilla (2002) en señalar que el AC conduce a los estudiantes al logro mutuo de un nuevo nivel de conocimiento y satisfacción.

En el contexto de cursado de Física I en la FIQ-UNL, la modalidad IP se pone en marcha en *clases complementarias* (CC) de teorías no obligatorias. Las mismas se realizan luego de que los estudiantes hayan asistido a la clase de teoría tradicional en la que se desarrolla el tema a abordar, y hayan leído un breve material escrito (notas de clase) del que disponen con anterioridad a la clase. Cabe señalar que en las clases sustentadas en la IP es necesario que los estudiantes hayan tenido un contacto previo con el tema a abordar, de manera de enfocar la atención en los conceptos físicos básicos involucrados. El diseño de estas clases requiere tener en cuenta los siguientes puntos claves: (1) identificar las cuestiones que más dificultades presentan a los estudiantes y elegir unos pocos conceptos físicos involucrados en las mismas para reforzar en las CC;(2) diseñar actividades interactivas alrededor de esos pocos conceptos que resulten motivadoras, es decir que sean participativas, amenas y colaborativas;(3) formular preguntas conceptuales (Mazur, 1997) alrededor de los conceptos que se desean reforzar, previamente seleccionadas, para que los estudiantes respondan en el momento.

En una primera instancia de las CC, a través de una breve exposición del docente ( $\approx 20$  min), se repasan los conceptos a abordar. La IP se pone en marcha presentando a los estudiantes preguntas conceptuales acerca de los conceptos y relaciones que deberían reforzar durante el desarrollo de las clases. Las mismas son con respuestas de opción múltiple, en la que sólo una es la correcta. A medida que los estudiantes van respondiendo estas preguntas, reciben inmediatamente la retroalimentación por parte del profesor. Este aspecto es muy importante en la IP para aclarar por qué, una de las opciones de respuesta es la correcta y por qué las otras son incorrectas. De esta manera se busca generar motivación y mejorar el desempeño de los estudiantes, ya que pueden reflexionar acerca de la retroalimentación que reciben para aclarar los conceptos en el momento y mejorar sus metas de aprendizaje.

La modalidad IP implica una mayor responsabilidad de parte de los estudiantes, ya que tienen que leer las notas de clase antes de asistir a las CC. Sin embargo, Mazur (1997) sostiene que la educación en ciencias requiere de un importante cambio de actitud con algún incentivo simple, como lo es el hecho de que los estudiantes lean el tema antes de las clases con la convicción de que las van a aprovechar mejor para su propio aprendizaje.

La mayoría de los problemas de los libros de texto ponen a prueba los conocimientos matemáticos en vez de poner en juego habilidades de pensamiento analítico, lo cual debería ser motivo de preocupación para los docentes. Mazur (1997) señala que, como docentes, no deberíamos estar satisfechos cuando un estudiante simplemente sabe cómo insertar números en una ecuación en una situación dada, cómo resolver una ecuación diferencial o cómo recitar una ley física. Es responsabilidad de los docentes aspirar a una enseñanza comprometida con la formación de los estudiantes, promoviendo estrategias no tradicionales de enseñanza. La aplicación de la propuesta que aquí se presenta busca fortalecer el aprendizaje conceptual de los estudiantes complementando a las demás instancias de aprendizaje tradicionales.

### III. LAS CLASES BASADAS EN LA “INSTRUCCIÓN ENTRE PARES”

Como ya se mencionó, durante el cursado de Física I se están implementando CC de las clases teóricas tradicionales. Las mismas son no obligatorias, se desarrollan con frecuencia semanal y tienen una duración de alrededor de dos horas. En estas clases se aplica la modalidad de IP a través de la formulación de *preguntas conceptuales*. Estas preguntas se formulan con respuestas de opción múltiple, entre las que sólo una respuesta es la correcta. Ya que el éxito de la modalidad IP depende en gran medida de la calidad y relevancia de estas preguntas, las mismas se seleccionan entre las presentadas por Mazur (1997) o se diseñan teniendo en cuenta los criterios básicos señalados por este docente investigador: deben centrarse en un solo concepto, no deben poder ser contestadas a través del reemplazo de valores numéricos en ecuaciones, deben tener suficientes opciones de respuestas (opción múltiple), deben estar redactadas de forma inequívoca y deben ser de dificultad moderada. Todos estos criterios afectan directamente a la retroalimentación por parte del docente. Si en la pregunta se encuentran involucrados muchos conceptos es difícil para el docente interpretar correctamente los resultados y evaluar la comprensión. Si los estudiantes pueden obtener la respuesta basándose en el reemplazo numérico en ecuaciones la respuesta no refleja necesariamente la base conceptual de conocimiento del estudiante. Idealmente, las opciones de respuestas incorrectas deberían reflejar los errores más comunes en los estudiantes. Además, hay preguntas que para los docentes pueden parecer completamente claras e inequívocas pero que son malinterpretadas por muchos estudiantes; una pregunta que es mal interpretada por los estudiantes no proporciona información útil. Otra cuestión refiere al nivel de dificultad de las preguntas, lo cual va a depender de lo

que se pregunta, del tratamiento de los temas en la clase de teoría tradicional, de la claridad de las notas de clase y de la preparación de los estudiantes.

En la FIQ, las actividades que se implementan alrededor de cada pregunta conceptual que se presenta, se desarrollan en las siguientes etapas: (1) el docente presenta la pregunta y las opciones posibles de respuestas, de las cuales sólo una es la correcta, en una pantalla haciendo uso de un proyector, y las lee en voz alta para que asegurese de que no haya confusiones sobre el enunciado; (2) los estudiantes acceden a la pregunta a través de un formulario web utilizando sus smartphones (quien no posea lo puede realizar en las notebooks que se ponen a disposición en la CC); (3) se otorga alrededor de dos minutos para que cada estudiante, individualmente, seleccione la respuesta que cree correcta y la registre en el formulario web junto con el nivel de confianza (*Muy seguro, Todavía pensando y Poco seguro*); (3) luego se dan alrededor de cinco minutos para que los estudiantes discutan con sus vecinos (discusión entre pares, propiamente dicha) acerca de qué opción seleccionaron y por qué, de tal manera que ellos mismos elaboren los argumentos que los llevaron a seleccionar tal o cual opción; (4) luego de esta discusión los estudiantes vuelven a registrar las respuestas y niveles de confianza en el formulario, de esta manera, aquellos que hayan cambiado de idea al terminar la discusión puedan modificar su respuesta y nivel de confianza; (5) se muestra a todos la proporción de respuestas y niveles de confianza antes y después de la discusión entre ellos, y se discute entre todos (el docente guía la discusión) cuál es la respuesta correcta y por qué.

La discusión de los estudiantes con sus vecinos luego de la primera elección, obliga a los mismos a pensar a través de los argumentos que se están desarrollando en grupos (AC) y les brinda (así como al profesor) una forma de evaluar el grado de comprensión que han logrado del concepto. Es conveniente que el docente participe en las discusiones de los grupos de estudiantes, lo cual le permite detectar los errores en las explicaciones no adecuadas que dan y escuchar cómo los estudiantes que tienen la respuesta correcta explican su razonamiento. Las interacciones personales durante las discusiones ayudan a estar en contacto con la clase. El nuevo formato de clase da lugar a que los estudiantes formulen muchas más preguntas que en las clases tradicionales. Las clases de IP, al ser menos rígidas que las convencionales, generan un ambiente flexible necesario para que los estudiantes exterioricen respuestas a veces inesperadas a las preguntas conceptuales.

El uso de formularios web resulta muy eficiente para tener un panorama inmediato de la distribución de respuestas y niveles de confianza. Esto también permite cuantificar la eficacia de la discusión para que los estudiantes logren “convencer” o “persuadir” a sus vecinos. Además de la ventaja consistente en contar con realimentación inmediata, es importante para el docente que queden registros de las opciones elegidas por los estudiantes antes y después de las discusiones entre ellos. Así, este método genera un enorme cuerpo de datos.

La experiencia de Mazur demostró que a través de la IP siempre hay un aumento, y nunca una disminución, en el porcentaje de respuestas correctas. Sostiene que la razón es que es mucho más fácil que cambie el pensamiento de alguien que no está muy seguro de haber respondido correctamente respecto de aquel que seleccionó la respuesta con un mayor nivel de confianza y con fundamentos adecuados. Así, los estudiantes que están inicialmente convencidos pero no muy seguros, tienen más confianza cuando sus vecinos han elegido la misma respuesta, o cuando se ve reforzada por el razonamiento que conduce a la respuesta correcta.

Durante las discusiones entre los estudiantes, el docente puede participar encontrando dos beneficios. En primer lugar, puede escuchar cómo explican la respuesta con sus propias palabras. A veces los estudiantes ofrecen una perspectiva completamente diferente sobre el problema, que con frecuencia puede ser útil para el docente. En efecto, ellos son en definitiva los que pueden enseñar a los docentes cómo mejorar su labor. Lo que también es importante es que, al escuchar a los estudiantes que van por el camino a la respuesta equivocada, el docente consigue una idea de cómo piensan o razonan. Esto implica un aporte al docente para entender mejor las dificultades a las que se enfrentan los estudiantes y le permite abordar estos problemas directamente en sus explicaciones. Además, mientras los estudiantes trabajan con las preguntas conceptuales el docente puede ir organizando los próximos pasos a seguir en la clase.

En cuanto a los resultados obtenidos a través de la implementación de la IP, Mazur (1997) señala que las ventajas son numerosas. Las discusiones para que los estudiantes traten de “convencer a sus vecinos” rompen la monotonía inevitable de una clase pasiva. Algo más importante aún, los estudiantes no se limitan a asimilar el material que se les presenta, ya que deben pensar por sí mismos y poner sus pensamientos en palabras. A veces, los estudiantes son capaces de explicar conceptos a sus compañeros con más eficacia que el docente. Probablemente, porque los estudiantes que entienden el concepto, y que lo han dominado recientemente, son conscientes de las dificultades que implica entender ese concepto, en consecuencia, saben exactamente qué enfatizar en su explicación.

Se espera que al utilizar las estrategias basadas en la IP en la asignatura Física I de la FIQ-UNL mejore la comprensión de los temas por parte de los estudiantes con la consecuente mejora en el desempeño académico de los mismos.

### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan algunos resultados obtenidos al implementar la modalidad IP en las mencionadas CC. En particular se muestran tres de las preguntas conceptuales que fueron trabajadas por los estudiantes sobre el tema Cinemática del punto, para así describir y discutir en términos generales cuál es la dinámica de la metodología, y qué aspectos deben tenerse en consideración a la hora de implementarla. Todas las preguntas conceptuales trabajadas, incluyendo las opciones de respuestas y gráficos, fueron extraídas del libro de Mazur (1997) y traducidos *ad hoc*.

Una de las preguntas trató sobre la representación gráfica de un movimiento unidimensional: “Una persona está inicialmente en el punto P de la figura, se queda ahí un momento. Luego se mueve a lo largo del eje x hacia Q y se queda ahí un momento. Después corre rápidamente hacia R, se queda ahí un momento, y luego vuelve paseando lentamente hacia P. ¿Cuál de estos gráficos (Figura 1) representa correctamente este movimiento?”

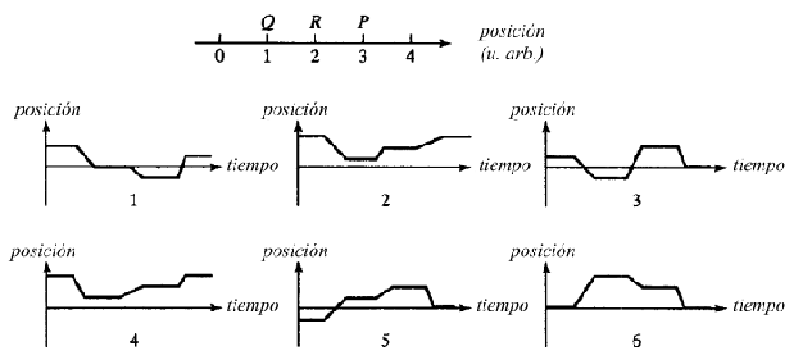


FIGURA 1. Opciones gráficas de respuesta a la primera pregunta.

La opción 2 es la correcta. En la Figura 2 se muestran los resultados registrados por los estudiantes ( $n=37$ ) al trabajar esta pregunta bajo la modalidad de IP.

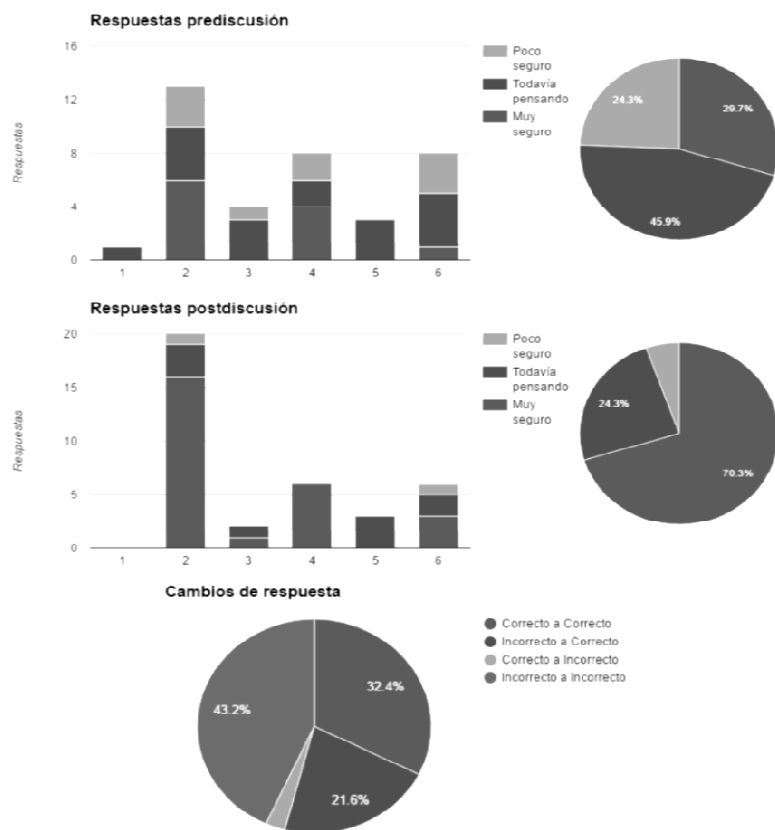
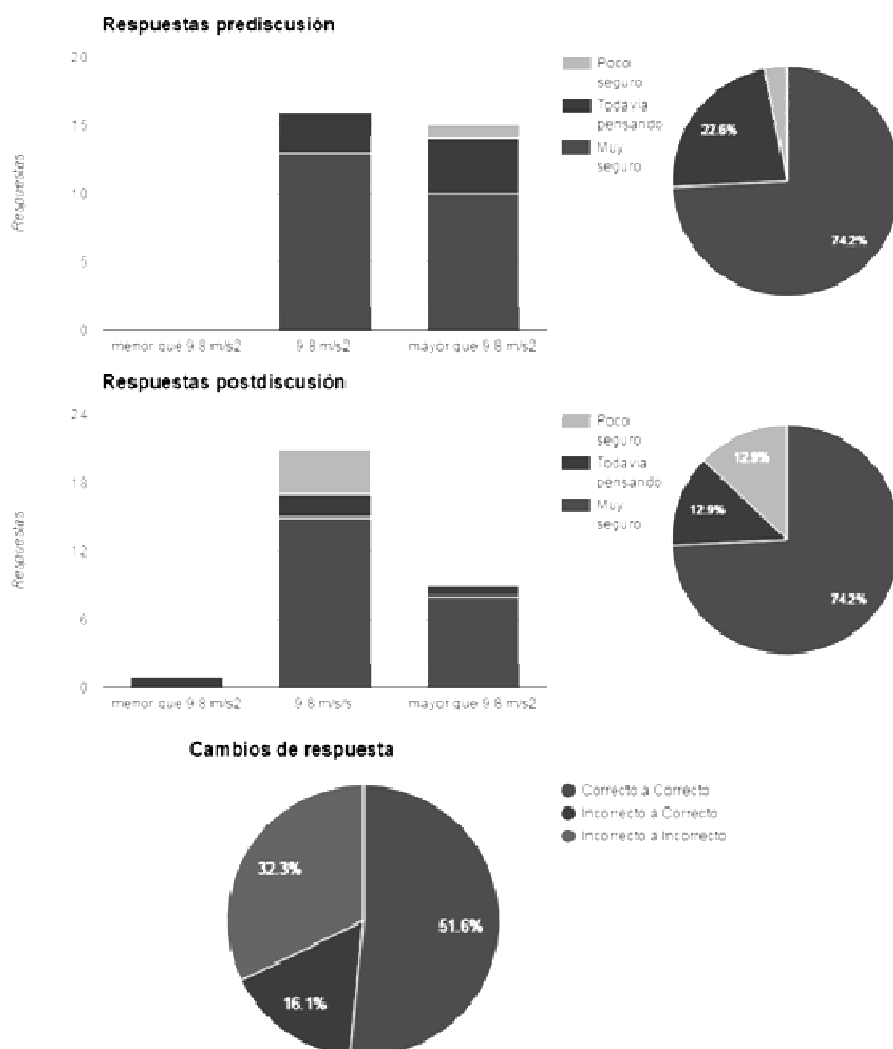


FIGURA 2. Resultados obtenidos acerca de la primera pregunta conceptual trabajada por los estudiantes ( $n = 37$ ).

Se puede observar que, tanto antes como después de la discusión entre pares, la respuesta más votada por los estudiantes fue la correcta y que luego de la discusión el número de respuestas correctas aumentó, como también lo hizo el porcentaje de respuestas en el nivel de confianza *Muy seguro*. Con respecto a los cambios en las respuestas, se puede notar que casi un 22% de estudiantes que había seleccionado en primera instancia una respuesta incorrecta optó por la respuesta correcta luego de la discusión con sus pares. No obstante, se puede ver también que el porcentaje de estudiantes que pasaron de la respuesta correcta a una incorrecta es muy bajo. El análisis que puede hacerse de la dinámica de las respuestas puede llegar a ser mucho más exhaustivo pero por cuestiones de espacio nos resulta imposible presentarlo en extenso aquí.

En esta pregunta se observó una notable mejora en las respuestas y en los niveles de confianza a partir de la discusión entre pares. Cabe destacar aquí que no hubo ninguna intervención del docente, lo cual deja ver el potencial de la discusión de pares en cuanto a que los estudiantes inseguros se acoplen a los argumentos y convicciones de los estudiantes más seguros de haber encontrado la respuesta correcta.

A continuación de esta pregunta se trabajó sobre otra que involucró el concepto de aceleración, en el caso particular de la aceleración de la gravedad que actúa sobre un objeto que se deja caer verticalmente o bien que se lanza verticalmente hacia arriba. Su enunciado y opciones eran: “Si se deja caer un objeto sin que haya resistencia del aire, éste se acelera hacia abajo a  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Si, en cambio, se arroja el objeto hacia abajo, su aceleración vertical luego de soltarlo es: (a) menor que  $9,8 \text{ m/s}^2$ ; (b)  $9,8 \text{ m/s}^2$ ; (c) mayor que  $9,8 \text{ m/s}^2$ ”. La opción correcta es la (b). Los resultados registrados ( $n = 31$ ) se muestran en la Fig. 3.



**FIGURA 3.** Resultados obtenidos acerca de la segunda pregunta conceptual trabajada por los estudiantes ( $n = 31$ ).

Se puede notar que, al igual que en la pregunta anterior, el número mayor de elecciones de la respuesta correcta se dio antes y después de la discusión y que este valor aumentó notablemente luego de la discusión entre pares. En cuanto a los niveles de confianza, se puede ver que el porcentaje de estudiantes

*muy seguros* se mantuvo mientras que algunos estudiantes que estaban *todavía pensando* pasaron a estar *poco seguros*. Con respecto a los cambios en las respuestas, se ve que más del 16% de estudiantes cambió su respuesta incorrecta a la correcta. No hubo, en cambio, respuestas correctas que pasen a incorrectas. No obstante esto, cabe mencionar que una de las opciones incorrectas que no había sido votada en primera instancia fue elegida luego de la discusión entre pares. En esta pregunta se observó una notable mejora en las respuestas a partir de la discusión entre pares, pero no así en los niveles de confianza.

La tercera pregunta conceptual que aquí se presenta trató también sobre la representación gráfica de movimientos unidimensionales, al igual que en la primera pregunta, pero en este caso el gráfico mostraba la posición en función del tiempo para dos móviles. Su enunciado y opciones fueron: “El gráfico muestra la posición en función del tiempo de dos trenes (A y B) que se mueven a lo largo de vías paralelas. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?... 1) Al tiempo  $t_B$ , ambos trenes tienen la misma velocidad; 2) Ambos trenes aceleran todo el tiempo; 3) Ambos trenes tienen la misma velocidad para algún tiempo anterior a  $t_B$ ; 4) En algún punto del gráfico ambos trenes tienen la misma aceleración.” La respuesta correcta es la 3. En la Fig. 3 se muestran los resultados obtenidos para esta pregunta ( $n=33$ ).

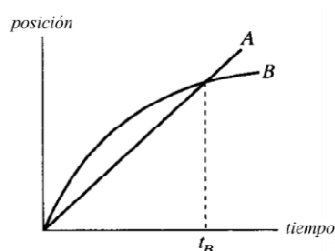


FIGURA 4. Gráfico de posición en función del tiempo de la tercera pregunta conceptual.

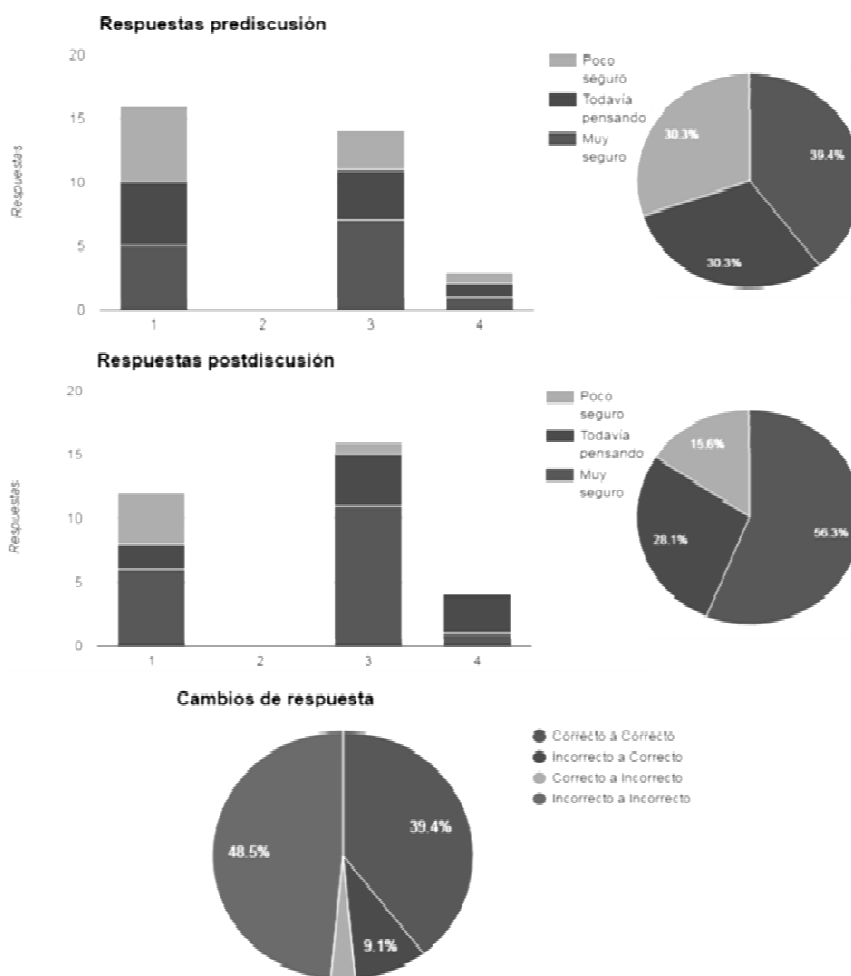


FIGURA 5. Resultados obtenidos luego de que los ( $n = 33$ ) estudiantes trabajaran sobre otra pregunta conceptual.

Se observa que, en primera instancia, el mayor número de elecciones de respuestas se evidenció en la opción 1 (incorrecta) con niveles de confianza repartidos homogéneamente en las tres opciones disponibles. Si bien luego de la discusión entre pares el número de respuestas correctas aumentó, también aumentó el número de elecciones de la opción 4 (incorrecta). En cuanto a los niveles de confianza se observa un aumento considerable de estudiantes *muy seguros* de haber elegido la opción correcta y también un aumento de la confianza en la opción 1 (incorrecta). Con respecto a los cambios en las respuestas luego de la discusión entre pares se puede notar que hubo más de un 9% de respuestas incorrectas que pasaron a correctas y un pequeño porcentaje que cambió en sentido inverso. Se puede decir entonces que luego de la discusión entre pares mejoró tanto el número de respuestas correctas como el nivel de confianza. Sin embargo, no debe dejar de señalarse que hubo un bajo porcentaje de cambio de respuestas correctas a incorrectas.

Se observó, en términos generales a lo largo de las CC, que la metodología de IP requiere un número relativamente elevado de estudiantes ( $n \geq 30$ ) para ser más provechosas para los estudiantes, de manera generar más espacio de discusión durante la retroalimentación. Además, es importante fomentar en ellos la conformación de grupos para interactuar y discutir, dado que el aprendizaje de los estudiantes se nutre fundamentalmente de esta interacción. En ciertos casos en que se trabajó con un número reducido de estudiantes ( $n \approx 15$ ), donde hubo algunos que quedaron aislados y sin participar en las discusiones grupales, se pudo ver claramente una menor eficiencia de la metodología.

## V. CONCLUSIÓN

Del análisis de los resultados mostrados en este trabajo, se acuerda en que a partir de la aplicación de la instrucción entre pares se consigue que los estudiantes mejoren, tanto en sus respuestas como en sus niveles de confianza. No obstante, cabe destacar que hubo casos de estudiantes que, luego de la discusión, cambiaron sus respuestas correctas a incorrectas. En estos casos resulta crucial que el docente pueda intervenir inmediatamente, lo cual se pudo concretar gracias a la rápida retroalimentación que permitió el uso de formularios digitales para registrar las respuestas.

Dado que los resultados mostrados se derivan de la aplicación de la nueva modalidad en una clase, se concluye que la misma resulta beneficiosa para los estudiantes a corto plazo. Se espera que estos resultados se reflejen en las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas formuladas en las distintas instancias de evaluación a lo largo del cursado de la asignatura, así como también en la promoción final de la misma.

Por último, ya que con la discusión entre pares se dieron casos de migraciones de respuestas correctas a incorrectas, se enfatiza en que es de suma importancia la inmediata retroalimentación del docente en la discusión final con los estudiantes.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se llevó a cabo en el marco de un proyecto CAI+D–UNL.

## REFERENCIAS

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1991). *Psicología educacional, un punto de vista cognitivo*, México: Trillas.

Calzadilla, M. E. (2002). Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1(10), 1-10.

Camilloni, A. (2012). La evaluación de trabajos elaborados en grupo. En: Camilloni, A. (Ed.). *La Evaluación Significativa*, 151-176. Argentina: Paidós Educador.

Forinash, K. y Wisman, R. (2014). Using Technology to Provide an Interactive Learning Experience. Presentado en la *International Conference on Teaching/Learning Physics: Integrating Research into Practice*, 7–12 de Julio, Palermo, Italia.

Mazur, E. (1997). *Peer Instruction. A User's Manual*. Estados Unidos: Prentice Hall.



Redish, E. F. (2003). *Teaching Physics with the Physics Suite*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Sokoloff, D. y Thornton, R. (2004). *Interactive Lecture Demonstrations, Active Learning in Introductory Physics*. USA: John Wiley & Sons, Inc.