

Estrategias didácticas motivadoras en física para estudiantes de agronomía

Motivating teaching strategies in physics for students of agronomics

Marta A. Losada*¹, Claudia M. Giletto¹, Sandra E. Silva¹, María N. Cassino¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, RN 226, km. 73,5, Buenos Aires. Argentina.

*E-mail: mlosada@mdp.edu.ar, losadamarta@hotmail.com

Recibido el 15 de febrero de 2021 | Aceptado el 6 de septiembre de 2021

Resumen

El objetivo de este trabajo fue comparar estrategias de enseñanza tradicional de clases expositivas y actividades en grupos de discusión, a través del análisis del desempeño en la resolución de problemas y en las prácticas de laboratorio de estudiantes que cursaron Física general y biológica. También, se realizaron encuestas a los estudiantes y a los docentes. El 42 % de los estudiantes que resolvieron los problemas ricos en contexto y el 10 % de los que resolvieron los problemas con la modalidad tradicional, alcanzaron el nivel de logro "muy bueno", elaborando producciones más completas, reflexivas y ricas en contenido teórico. El trabajo en grupos de discusión de las actividades de laboratorio tuvo ventajas respecto a la modalidad de clase expositiva, ya que los estudiantes fueron más activos y autónomos. Concluimos que las estrategias de enseñanza que convierten a los estudiantes en protagonistas del proceso de aprendizaje, los motiva a lograr aprendizajes más profundos y duraderos.

Palabras clave: Innovación; Universidad; Laboratorio; Problemas.

Abstract

The objective of this work was to compare traditional teaching strategies of lectures and activities in discussion groups through the analysis of performance in problem solving and in the laboratory practices of students who studied General and Biological Physics. Also, surveys were conducted among students and teachers. 42 % of the students who solved the problems rich in context and 10 % of those who solved the problems with the traditional modality, reached the level of achievement "very good", achieving more complete, reflective and rich productions in theoretical content. The work in discussion groups of the laboratory activities had advantages over the lecture class modality, since the students were more active and autonomous. We conclude that teaching strategies that let students have a leading role in their learning processes motivate them to achieve deeper and more lasting learning.

Keywords: Innovation; University; Laboratory; Problems.

I. INTRODUCCIÓN

La evolución social, científica y técnica actual parece requerir un aprendizaje diferente del tradicional. En efecto, si hace unas décadas un enfoque basado en la transmisión del conocimiento parecía adecuado, actualmente no es suficiente. La creación del conocimiento y los cambios tecnológicos se suceden a un ritmo tal que los actuales estudiantes se verán obligados a renovar sus conocimientos y profundizar en los descubrimientos e innovaciones que se produzcan. Por ello, un objetivo fundamental de la formación universitaria actual es que los estudiantes "aprendan a aprender" de forma independiente capaces de adoptar de forma autónoma una actitud crítica. Además, en el mundo laboral son cada vez menos los profesionales que trabajan de forma aislada, con frecuencia deben unir sus fuerzas y conocimientos a las de otros profesionales para ser capaces de analizar los problemas de forma precisa. Así, los futuros profesionales deben ser capaces de trabajar en equipos de forma natural y productiva, de escuchar, de entender, de tener en cuenta

y respetar otros puntos de vista diferentes a los propios, de comunicar de forma efectiva lo que puede aportar al trabajo del grupo de forma constructiva (Vizcarro y Juárez, 2008). Como consecuencia, los docentes debemos preocuparnos por incorporar herramientas pedagógicas que permitan a los estudiantes adquirir esas competencias durante su aprendizaje.

Como expresan Martínez *et al.* (2013) los modos que asume el desafío de enseñar y aprender se construyen, se resignifican y recrean en estrecha interacción de aprendices y docentes. Podemos generar debate en torno a sus percepciones, aportando nuevos contenidos desde nuestro dominio del tema, contribuyendo a sintetizar ideas, conduciendo un proceso de reflexión progresivamente más profundo; incentivando la capacidad crítica, la búsqueda, la investigación y la construcción de aprendizajes individuales y colectivos.

La modalidad tradicional del dictado de Física general y biológica, asignatura de segundo año de las carreras de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, consiste en clases teóricas expositivas magistrales con clases de resolución de problemas y prácticas de laboratorio. Al inicio del trabajo práctico (TP), el docente desarrollaba con modalidad magistral, una descripción de la técnica de laboratorio y resolvía situaciones problemáticas, con el objetivo que todos tengan similares conocimientos al abordar el TP, usando pizarrón, diapositivas y efectuando preguntas al grupo, el protagonista principal en esta etapa fue el docente. Posteriormente los estudiantes resolvían en pequeños grupos, ejercicios y problemas de aplicación consultando a los profesores y auxiliares cuando lo consideraban necesario.

Con esta metodología observamos que los estudiantes en general asumen un rol eminentemente pasivo, escuchan, toman apuntes y son poco participativos efectuando escasas preguntas y cuando son interrogados pocos son los que responden, a pesar de los esfuerzos realizados por los docentes. Esto se fundamentaría posiblemente, en que las clases expositivas tradicionales, por sí solas no proporcionan el marco adecuado para estimular las habilidades del pensamiento crítico. Las dificultades que normalmente aparecen son que tienden a resolver los ejercicios en forma mecánica, preocupándose principalmente por el resultado numérico, que pocas veces analizan si los valores obtenidos son lógicos y comparables a los esperados en forma intuitiva y que, cuando se les presenta una problemática diferente a las abordadas en clase, encuentran dificultades para resolverlas. Esta modalidad de enseñanza entrenaría a los estudiantes dentro de una rutina de pensamiento algorítmico, buscando leyes y fórmulas que se apliquen ciegamente para obtener la respuesta correcta, generando la falsa creencia que la Física es una ciencia aburrida y sin ningún tipo de atractivo (Planella *et al.*, 2009). Con respecto a las experiencias de laboratorio advertimos que los estudiantes se limitan a cumplir con el protocolo preestablecido, no toman la iniciativa, esperan que el docente les asigne tareas y se advierte que no hay lectura previa. El protocolo tiene como finalidad orientar a los estudiantes en el montaje, uso y cuidado de los equipos de laboratorio y en la realización de la experiencia como tal, coincidiendo con lo mencionado por Castiblanco Abril y Vizcaino Arévalo (2008). Frente a estas dificultades, surgió una preocupación en el equipo docente y, como consecuencia, nos planteamos la necesidad de modificar la estrategia habitual de enseñanza en las clases prácticas mediante el desarrollo de una innovación.

El objetivo de este trabajo fue comparar estrategias de enseñanza tradicional de clases expositivas y actividades de discusión en la resolución de problemas y práctica de laboratorio, analizando el desempeño de los estudiantes.

A. El aprendizaje basado en problemas. El trabajo de laboratorio. Referencia a perspectivas teóricas

La investigación en enseñanza de la Física desde finales de los setenta ha demostrado apoyándose en la psicología cognitiva, que el estudiante debe estar activamente involucrado en el proceso de construcción de su propio conocimiento (Benegas y Villegas, 2011). Por ello, en la última década, estrategias de enseñanza que abarcan actividades tradicionales de instrucción, como las clases teóricas numerosas, han pasado de ser magistrales a contar con gran participación estudiantil, también se ha extendido al trabajo de laboratorio y de resolución de problemas (Laws, 2004; Sokoloff *et al.*, 2004; Heller y Heller, 1999).

En este encuadre, la resolución de problemas al igual que los experimentos en laboratorio han dejado de tener un rol básicamente de verificación de leyes y práctica de habilidades ya adquiridas para convertirse en una herramienta muy valiosa para el aprendizaje conceptual. Como señalan Bertelle *et al.* (2014) las clases de laboratorio deberían integrar los diferentes aspectos de la actividad científica y no restringirse a una mera ilustración de la teoría. Durante el desarrollo de una clase de laboratorio los estudiantes deberían establecer puentes entre los datos y evidencias y las conclusiones, utilizando el conocimiento científico para explicar las observaciones, cuestiones y problemas que se pudieran suscitar durante la realización, desarrollando de esta manera una forma de razonar que es propia del campo de las ciencias (Díaz de Bustamante, 1999; Jiménez Aleixandre, 1998; 2010).

En el aprendizaje basado en problemas (ABP), estrategia en la que tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes resultan trascendentales, un grupo pequeño de alumnos se reúne con un tutor, a analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje. El desarrollo del pensamiento crítico en el mismo proceso de enseñanza busca que el alumno comprenda y

profundice adecuadamente en la respuesta, lo cual motiva a un aprendizaje consciente y al trabajo de grupo sistemático en una experiencia colaborativa (Minnaard y Minnaard, 2013; Roldán Borassi, 2015). Esta actividad tiene como finalidad aportar a los estudiantes herramientas que le permitan realizar un aprendizaje independiente y crítico trabajando en grupos de discusión.

En el laboratorio de Física los estudiantes no solo comprueban experimentalmente las leyes fundamentales de la Física recibidas en sus actividades lectivas, sino que éste tiene un papel importante en la formación educativa de los estudiantes. Compartimos con lo expresado por Pesa *et al.* (2014) que

Es posible plantear los trabajos prácticos de manera que tanto el diseño como la experimentación se articulen dentro de una investigación centrada en la resolución de problemas (Gil Pérez; Valdéz Castro, 1996; Valdéz Castro et al., 1999; André, 2004)", superando la práctica habitual de prácticos tipo "receta" centrados sólo en mediciones y cálculos de algoritmos. Se trata de resignificar el laboratorio como un espacio de construcción de conocimientos y metodologías científicas donde se discuta la relevancia de los trabajos a desarrollar, la problemática en la que se insertan, la formulación de hipótesis y modelos, el diseño de experimentos, el análisis e interpretación de datos y resultados y la elaboración crítica de síntesis y conclusiones. Todos estos aspectos son fundamentales para formar un ingeniero capaz de generar nuevas tecnologías y/o adaptar las existentes a diferentes contextos. (Salinas, 1996)

Dentro de las tantas funciones del mismo está la elaboración y discusión de un informe, donde los estudiantes aplican los procedimientos y métodos del trabajo científico. También, prepara al estudiante en el acto de defensa de los resultados por él obtenido. Según Losada *et al.* (2013) en la elaboración del informe, la falta de lectura previa limita a los estudiantes poder emitir claramente las conclusiones. Los docentes consideramos que escribir los resultados y emitir las conclusiones es una tarea reflexiva que necesita tiempo y adiestramiento. En su práctica pedagógica es necesario que el docente promueva la discusión centralizada en el grupo, salvaguarde la libertad de expresión, facilite el diálogo de modo que todos puedan participar de la tarea colectiva designada y tenga sensibilidad para organizar las actividades de modo tal que faciliten el autoaprendizaje (Cohen E.G, 1994)

Existen referencias que demuestran que estas propuestas de innovación tienen claras ventajas respecto a la práctica docente tradicional, ya que motivan a los estudiantes a reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje y a los docentes a promover el desarrollo de habilidades, tales como el pensamiento crítico, la cooperación, la comunicación, la creatividad y la toma de decisiones, convirtiendo a los estudiantes en los protagonistas del proceso de aprendizaje. Sin embargo, la metodología exige mayor tiempo de planeamiento y compromiso de los docentes involucrados, quienes deberán realizar una selección cuidadosa de los contenidos que consideran más apropiados para implementar la metodología.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo durante el ciclo lectivo 2017 en las clases de trabajos prácticos con estudiantes que cursaron la asignatura Física general y biológica (FGyB) correspondiente al segundo año del Plan de estudios de las carreras de grado que se dictan en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMdP (Ingeniería Agronómica, Licenciatura en Producción Vegetal, Licenciatura en Producción Animal y Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los alimentos). Dicha asignatura es la única del área disciplinar de la Física para las cuatro carreras. Se inscribieron 81 estudiantes que tenían aprobadas la asignatura Matemática I y al menos la cursada de Matemática II (ambas correspondientes al primer año de las carreras), según lo establecido en el régimen de correlatividades de los correspondientes Planes de estudios. Conforman el plantel docente un profesor asociado, dos profesores adjuntos, dos jefes de trabajos prácticos, un auxiliar docente graduado y cuatro auxiliares docentes estudiantes. La totalidad de los docentes participan en el desarrollo de las clases de resolución de problemas y de laboratorio, distribuyendo tareas y alternando las responsabilidades en las mismas entre los docentes graduados. Para aprobar la cursada deben aprobar dos parciales y los trabajos prácticos, instancias obligatorias que tienen un recuperatorio y deben ser aprobadas con una calificación no menor a cuatro puntos. La nota de los trabajos prácticos se construyó ponderando el desempeño en el laboratorio y en el informe escrito.

A. Situaciones problemáticas

La clase de trabajos prácticos se realiza posterior a la clase teórica con la intención de que en la misma se impartan los conceptos teóricos que se abordan en la clase práctica a través de experiencias de laboratorio y de resolución de situaciones problemáticas en grupos de discusión. Las clases de problemas tradicionales en la enseñanza de Física general y biológica (PT) consisten en aplicar conocimientos en una situación planteada fuera de contexto y en general no relacionada con la actividad profesional, el estudiante identifica datos e incógnitas, elige ecuaciones adecuadas y

procede matemáticamente con los datos para encontrar las incógnitas, muchas veces están acompañados de esquemas y con contenidos que en la mayoría de las ocasiones no están vinculados con problemas reales. Se realizó una modificación en la estrategia de enseñanza tradicional en la clase de problemas, donde los estudiantes indagaron sobre las situaciones problemáticas aplicando una modificación al ABP, las cuales de ahora en adelante identificamos como problemas ricos en contexto (PRC), para ello recurrieron a los apuntes teóricos y libros universitarios de física suministrados por los docentes y la biblioteca de la Facultad de Ciencias Agrarias, como material de consulta. Estos problemas se diseñan de tal modo que el alumno se ve obligado a preparar una estrategia organizada en forma lógica y no alcanza con aplicar las ecuaciones y obtener resultados en forma automática y sin comprender para qué lo hace como suele ocurrir con frecuencia. Estas problemáticas lo llevan a considerar y aplicar los conceptos físicos dentro de un contexto concreto insertado en el mundo real y asociados a la actividad profesional. Los PRC consistieron en una narración breve y en lenguaje sencillo conectada con la realidad cotidiana agropecuaria, la que involucró los objetivos de aprendizaje de la unidad temática correspondiente y contó con “palabras claves” que sirvieron de referencia para que los estudiantes deliberen enfocados en la situación física, consulten la bibliografía y escojan la predicción más adecuada a la situación, en base a la comprensión e interpretación de los principios físicos pertinentes. La formulación de la situación problemática fue previamente elaborada y consensuada por el equipo docente. A un de grupo de estudiantes se les entregó actividades relacionadas con los PT y al resto actividades de PRC. Para analizar el desempeño de los grupos de manera objetiva se utilizó una rúbrica. La misma es una matriz de valoración de la calidad del proceso de realización de la tarea asignada, constituye una guía para asignar puntaje, a través de la cual se identifican los estándares y los criterios con respecto de un determinado trabajo. Permite que los estudiantes conozcan los criterios que el docente utiliza para evaluar sus desempeños (Van Gool, 2009). El desempeño en la resolución de situaciones problemáticas fue evaluado en los aspectos: comprensión de la propuesta, planificación de estrategias para la resolución, ejecución, verificación y comunicación de los resultados, asociado con una escala de valoración literal y numeral: excelente (10), satisfactorio (7), puede mejorar (4) e inadecuado (0). Los estudiantes recibían la devolución de la tarea realizada, con el detalle de los aspectos a mejorar, si era necesario volvían a entregar sus producciones para mejorar su performance.

A lo largo de la cursada los estudiantes abordaron situaciones problemáticas con ambas modalidades de estrategias de enseñanza (PT y PRC) en diversas temáticas de la asignatura, y a modo de ejemplo se presentan los enunciados de un mismo problema de la unidad Trabajo y Energía expresado de las dos formas. Para evaluar la influencia de la práctica docente sobre el aprendizaje de los estudiantes, se impartieron a unos grupos los enunciados PT y a otros grupos los PRC y se analizaron los resultados obtenidos de sus producciones.

Enunciado clásico de PT incluido en textos principales de física usado en universidades.	Modelo de PRC, de índole agropecuario relativo a una necesidad concreta.
<p>i) Un cuerpo A de 250g cae libremente desde una altura de 25 cm. a) ¿Cuál es el incremento de energía cinética? y b) ¿Cuál es la velocidad final un instante antes de llegar al suelo?</p> <p>ii) Considerando que el cuerpo A desciende sobre la superficie de un plano inclinado rugoso de 5 m de largo y 60cm de altura partiendo del reposo, y que la velocidad final es la calculada en el inciso i). a) ¿Cuál es el trabajo neto realizado sobre el cuerpo? b) Calcular el incremento de energía potencial del cuerpo c) ¿Cuál es el coeficiente de rozamiento cinético entre las superficies?</p>	<p>Un productor debe reparar la cinta transportadora de su cosechadora de papas, los tubérculos sufren daños mecánicos provocando disminución en su calidad. Consultó con un ingeniero quien recordó que la energía de tubérculos de 250 g que caen libremente desde una altura de 25 cm produce bajo porcentaje de daño y asumiéndose que su energía mecánica se mantiene constante durante la caída. La cinta es fija, lisa y está inclinada respecto al plano horizontal, con una diferencia de alturas entre los extremos superior e inferior de 60 cm, y los tubérculos deslizan 5 m por la cinta hacia abajo partiendo del reposo. Acordaron reemplazar dicha cinta por otra rugosa asegurándose que los tubérculos lleguen al extremo inferior con la misma variación de energía cinética y velocidad final que aquellos que caen libremente desde 25 cm de altura. El productor se cuestionó, si con la cinta nueva: a) ¿El trabajo neto realizado sobre los tubérculos será nulo? b) ¿En qué se transformará la energía potencial de los tubérculos durante la caída a través de la cinta? c) ¿Qué coeficiente de roce deberá existir entre las superficies de la cinta y de los tubérculos cuando éstos deslizan, para minimizar los daños en los mismos?</p>

B. Experiencia en el laboratorio

Con la finalidad de evaluar la modalidad de trabajo de laboratorio en grupos de discusión, comparada con la tradicional, se utilizó información de los ciclos lectivos 2009 y 2017. Laboratorio tradicional (LT): durante 2009, el docente como protagonista, al inicio de la clase práctica, resumía conceptos fundamentales y pasos de la experiencia, a los efectos de asegurar que los estudiantes posean los conocimientos mínimos necesarios para llevar a cabo el experimento, los estudiantes permanecían en actitud pasiva, abocándose a la toma de apuntes y algunas consultas de dudas.

Laboratorio en grupos de discusión (LGD): durante 2017, los estudiantes analizaron el fundamento teórico y la técnica de la experiencia de laboratorio, para lo cual resulta inevitable haber realizado previamente la lectura del TP en la guía de trabajos prácticos aportada por la cátedra y explorar los contenidos abordados por el profesor en la clase teórica. El docente tutor a través de preguntas monitoreó la comprensión del tema, promoviendo en todo momento la reflexión y participación de todos los estudiantes. Para realizar la actividad los estudiantes tienen a su disposición la guía de las experiencias de laboratorio, cada una de las cuales consta de los objetivos, fundamento teórico, materiales o equipos, técnica de laboratorio detallada paso a paso y bibliografía sugerida para la consulta. En esta instancia de la investigación se evaluó el impacto del cambio en la modalidad de la estrategia de enseñanza por parte de los docentes sobre el desempeño de los estudiantes en sus tareas en el laboratorio y cómo pudieron influir sobre sus aprendizajes. Si bien en ambas modalidades se utilizaron las mismas guías de laboratorio, queda pendiente reestructurar las guías de acuerdo a la nueva propuesta de LGD.

En ambos ciclos lectivos, se realizó la experiencia de laboratorio en pequeños grupos de 5 a 6 estudiantes, cada uno de ellos relevó datos, obtuvo resultados con sus correspondientes incertezas, los contrastó con valores de tablas y enunció conclusiones respecto a lo procedido. Distribuyeron las tareas de la práctica entre cada uno de los integrantes del grupo y entre todos elaboraron y entregaron un informe escrito según pautas básicas comunicadas por los docentes. El docente tutor graduado responsable del grupo en cada TP, fue el encargado de corregir y realizar la devolución con las observaciones pertinentes, recurriendo a una rúbrica que valora el desempeño por competencias. El seguimiento en el laboratorio fue evaluado utilizando la rúbrica de laboratorio y el control del informe escrito fue realizado recurriendo a la rúbrica del informe. El desempeño del laboratorio fue evaluado en los aspectos: participación del grupo (Pt), lectura previa (Lp), y desempeño en la práctica (Dpr), y se lo asoció con una escala de valoración literal y numeral: excelente (10), satisfactorio (7), puede mejorar (4) e inadecuado (0). En el informe escrito se analizaron los aspectos: organización, redacción, relevamiento de datos, cálculos y análisis de los resultados, y se utilizó la misma escala mencionada. Los estudiantes examinaban la devolución de ambas rúbricas y si era requerido entregaban nuevamente el informe mejorado, a los efectos de contribuir oportunamente a mejorar su aprendizaje y que permita ser utilizado como material de estudio confiable. Cada grupo obtuvo una calificación del desempeño en el laboratorio, las prácticas se relacionaron con los siguientes temas: densidad por el picnómetro (DP), centro de gravedad del tractor (CG), plano inclinado (PI), presión (Pr), tensión superficial (TS) y viscosidad (Visc), experimentos cuantitativos que requieren la recopilación ordenada de datos.

C. Encuestas a los estudiantes y equipo docente

Al finalizar la cursada se realizaron encuestas (ver modelos en anexo) a los estudiantes. Se indagaron aspectos relacionados con las situaciones problemáticas abordadas en grupos de discusión, sobre el beneficio para abordar situaciones más complejas de aplicación agronómica, opiniones sobre la discusión del procedimiento de laboratorio y el informe grupal del trabajo práctico. Respondieron 55 alumnos seleccionados al azar del total de los 81 inscriptos. También se solicitó la opinión a integrantes del equipo docente de la cátedra: su apreciación personal sobre el problema de discusión y sobre la discusión del procedimiento en el laboratorio; y aspectos positivos y negativos, sondeados por medio de preguntas abiertas, para obtener mayor riqueza de detalles.

D. Análisis de los resultados

Para evaluar las estrategias de enseñanza tradicional de clases expositivas y actividades en grupos de discusión, se analizaron las calificaciones de los estudiantes en la resolución de problemas y en las prácticas de laboratorio comparando ambas estrategias, las encuestas administradas a cada estudiante y las opiniones de los integrantes del equipo docente.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Situaciones problemáticas

El nivel de logro alcanzado por los grupos de estudiantes que resolvieron el PT y el PRC se muestra en la figura 1, La innovación contribuyó a una mejor comprensión del tema por permitir resolver de manera más reflexiva la situación problemática casi en su totalidad. Con respecto al grupo que resolvió el problema tradicional se observa un elevado porcentaje que no logró interpretar la totalidad del contenido del problema, y sólo el 10 % de ellos resolvió el problema tradicional en forma completa. Mientras que al aplicar el problema de discusión se observa que el 58 % logró completarlo en forma regular, y el resto lo resolvió totalmente. Los estudiantes que resolvieron el PRC con el nivel de

logro “muy bueno”, con la ayuda conversacional del docente fueron más activos para resolver la situación problemática; en principio emprendieron la búsqueda de la información en sus apuntes teóricos y en internet; luego recurrieron a los libros de textos que les brindamos para consulta. Sus producciones fueron más completas, reflexivas y ricas en contenido teórico explicativo. Mientras que los estudiantes que resolvieron el PT con el nivel de logro “regular” sus producciones tuvieron escaso contenido teórico, conceptualización y observación reflexiva. Ello indicaría que el problema rico en contexto mejoró notablemente la performance de los estudiantes, lo que supone que la innovación en las clases prácticas con el abordaje de problemas concretos y reales en un contexto colaborativo mejoró la capacidad de desarrollar competencias complejas que permitirán resolver problemáticas propias de la profesión, entendemos que el antiguo modelo de aprender situaciones fuera de contexto ya no es suficiente para preparar a los alumnos en el mundo actual.

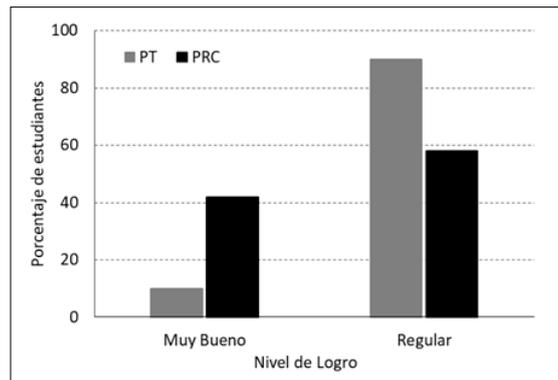


FIGURA 1. Proporción de estudiantes que alcanzaron el nivel de logro “Muy Bueno” y “Regular” con la modalidad de resolución de problemas tradicionales (PT) y ricos en contexto (PRC).

Con la práctica de problemas tradicionales no siempre los estudiantes comprenden lo esencial de la física, y como expresan Carcavilla Castro y Escudero Escorza (2004) son considerados poco motivadores, de escaso interés, pero los encontramos con frecuencia en los textos universitarios, los profesores consideran que es difícil sustituirlos en el proceso de enseñanza y que son imprescindibles para etapas iniciales. Según Magallanes (1998), cualquiera sea la metodología siempre es necesario que haya un contenido tal que despierte en el estudiante una motivación suficiente para que no se desanime en la tarea. Para que haya contenido motivante tiene que serle familiar o estar vinculados a sus reales y actuales intereses. En la tarea de resolución y discusión en los grupos, puede ocurrir que los estudiantes no encuentren la solución en forma inmediata, lo importante es que se originen situaciones de discrepancia para ser discutidas y analizadas entre los integrantes. El docente tutor es el encargado de orientar la discusión haciendo preguntas, sugerencias directas y ayudando a los estudiantes a reflexionar e identificar las necesidades de información. Los grupos entregaban sus producciones escritas y los docentes realizamos una devolución, indicando sugerencias de modificación y mejoras (Giletto *et al.*, 2016). De esta manera, el estudiante adopta un aprendizaje profundo, porque está interesado en la tarea académica y disfruta realizándola (Biggs, 1987). En el aprendizaje se integran conocer, percibir, sentir y actuar. Lo que ha adquirido el estudiante de saber y habilidad en una situación determinada se vuelve un instrumento para comprender y tratar efectivamente cualquier situación similar a futuro (Camilloni, 2012).

B. Prácticas de laboratorio

En la fig. 2 se muestra el promedio de notas obtenidas por el desempeño durante las prácticas de laboratorio en las modalidades de LT y LGD. En general, con la nueva metodología los estudiantes tuvieron una apreciable mejora en sus rendimientos, los mayores incrementos se dieron en CG con un 27,5 % y PI con 25,9 %, en tanto que los incrementos en DP, TS y PR fueron de 22,8 %, 22,17 % y 22,08 %; respectivamente. Solamente en el práctico Visc la calificación obtenida con la modalidad LGD fue levemente inferior a la LT por 3,18 %. En la modalidad LGD, al ingresar al laboratorio los integrantes de cada grupo se organizaron distribuyendo las tareas de manera rápida y sin dificultades para llevar adelante la actividad, deliberaron de manera crítica sobre los resultados obtenidos, reflexionaron sobre fuentes de incertezas presentes en el desarrollo de la experiencia y establecieron relaciones de conceptos teóricos. Mientras que, en la modalidad LT, los grupos tuvieron dificultades en tener iniciativa propia para comenzar en forma independiente la práctica, debido a que no tenían los conceptos teóricos prácticos mínimos necesarios, para salvar esto debieron leer la guía en forma simultánea a la realización del TP. Sin embargo, una vez iniciada la tarea los grupos mostraron buena predisposición e interés para realizarla. Esto muestra que los estudiantes con la nueva metodología

han adquirido estrategias para el trabajo independiente y de esta forma el estudiante ya que tiene la oportunidad de participar activamente en la solución práctica de los problemas, además de experimentar con mayor autonomía, se convierte en el protagonista de su aprendizaje, siendo miembro activo en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, para afianzar y facilitar una mejor comprensión de los fenómenos generados en cada práctico. Los docentes muchas veces nos hemos cuestionado por qué los estudiantes no participan en clase, por qué leen tan poco la bibliografía, en dónde o en qué estaban cuando fueron explicados los temas sobre los que hablamos, por qué esa brecha entre lo que los docentes queremos y lo que los estudiantes logran, ¿qué podemos hacer los docentes para disminuir en parte esta brecha inevitable?

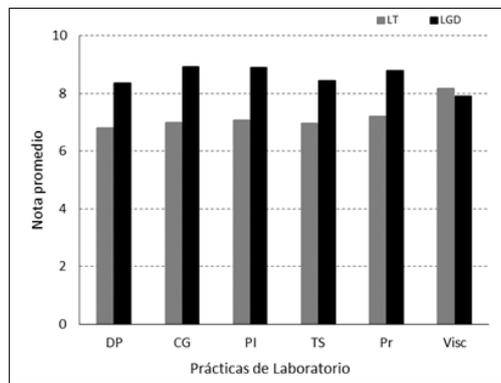


FIGURA 2, Desempeño promedio en las prácticas de laboratorio para las modalidades tradicional (LT) y grupos de discusión (LGD). Densidad por el picnómetro: DP, centro de gravedad del tractor: CG, plano inclinado: PI, tensión superficial: TS, presión: Pr, y viscosidad: Visc.

Según expresa Hogan (1996) citado por Carlino (2005) cuando el profesor expone, el que más aprende es el docente, ya que la mayor actividad cognitiva queda de su parte, es decir investigar y leer para preparar las clases, conectando textos y autores diversos para abordar un problema teórico, escribir para planificar su tarea. En este esquema, sólo el alumno que por su cuenta está ya capacitado y motivado para emprender una serie de acciones similares - vinculadas a estudiar, poner en relación y reelaborar la información obtenida- es el que verdaderamente aprende; quien no sabe o no está movido internamente a hacerlo apenas se instruirá en forma superficial. Este psicólogo educacional australiano expresa que *"lo que el alumno hace es realmente más importante para determinar lo que aprende que lo que el profesor hace"*.

Las notas promedio obtenidas en los criterios utilizados para evaluar el desempeño en competencias de los estudiantes en el laboratorio considerando todos los TP y los distintos pequeños grupos para LT y LGD, se muestran en la figura 3.

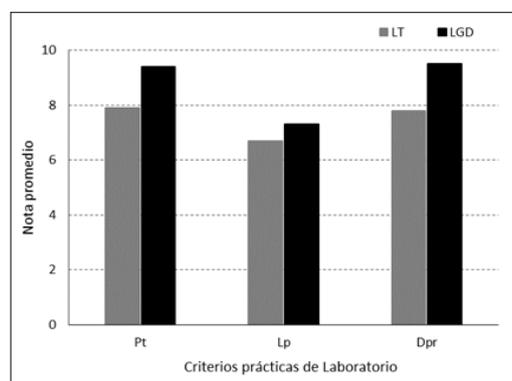


FIGURA 3, Desempeño promedio para las modalidades tradicional (LT) y grupos de discusión (LGD) en participación (Pt), lectura previa (Lp) y desempeño en la práctica (Dpr).

Para la modalidad LGD se evidenciaron calificaciones distinguidas para las categorías participación y desempeño en la práctica con 9,5 puntos, siendo menor para lectura previa con una calificación promedio de 7,3, dichos valores superan en gran medida a los alcanzados en la modalidad LT, donde los mayores corresponden a Pt con 7,9 y DPr con

7,8 siendo para Lp 6,7, Como puede observarse hubo un marcado incremento en las calificaciones con la implementación de la innovación pedagógica del trabajo en grupos de discusión, de alrededor de un 20 % en Pt y Dpr, mientras que de un 9 % en Lp, para nada desalientan al equipo docente y estimula a seguir trabajando para aumentar el rendimiento correspondiente a dicho criterio. Esto demuestra que los estudiantes bajo la modalidad LGD asumieron una actitud proactiva respecto al desempeño del grupo LT.

Autores comprometidos con la problemática de la lectura en la universidad afirman que la comprensión lectora es un proceso cognitivo complejo, requisito necesario para muchas otras operaciones de alto nivel, como el aprendizaje o el razonamiento, cuando en ello se ve implicado material textual escrito, las estrategias de comprensión lectora serían aquellos procedimientos cognitivos y lingüísticos que un lector realiza con el fin de cumplir un determinado objetivo cuando enfrenta una tarea de lectura (Parodi *et al.*, 2010). El hecho de que ciertos estudiantes se mostraran más confiados en sus respuestas que otros puede estar asociado a que los primeros tienen un mayor entrenamiento o mejor dominio de ciertas destrezas que hacen que confíen en sus capacidades de procesamiento de información en contexto de la práctica. Como se expresa en Losada *et al.* (2010) los docentes observamos que los estudiantes poseen dificultades para escribir adecuadamente las conclusiones, debido a que no tienen la experticia necesaria para tal fin. Esto coincide con lo mencionado por Carlino (2005), quien expresa que los estudios en alfabetización académica constatan que la lectura y escritura exigidas en la Universidad se aprenden en ocasión de enfrentar las prácticas de producción discursiva y consulta de texto propios de cada materia. En esta parte del desarrollo de la clase de trabajo práctico, observamos un cambio notable comparando con la modalidad tradicional, en cuanto a las modalidades de participación de los estudiantes y la intervención del docente. Éste último interroga, da tiempo para que respondan y se elaboran conceptualizaciones con la contribución de los estudiantes. Uno de los objetivos más importantes del trabajo de laboratorio con estudiantes que recién inician su formación universitaria es que les sirva para elaborar explicaciones y argumentaciones, para que reflexionen, para que utilicen modelos e integren conocimientos, confronten e intercambien ideas entre compañeros, analicen y trabajen con datos experimentales. De este modo, a través de las actividades de laboratorio, se favoreció el desarrollo de diferentes aspectos de su formación.

C. Encuesta a los estudiantes

En la fig. 4 se graficaron los porcentajes de estudiantes que eligieron cada una de las opciones de la encuesta referidas al *problema de discusión* presentado al inicio del trabajo práctico, eligieron las opciones muy bueno, bueno, regular y malo y opinaron sobre el análisis al inicio del trabajo práctico, modo en que favorece el abordaje de situaciones complejas y si las situaciones problemáticas abordadas les permitieron encontrar aplicaciones agronómicas de la Física

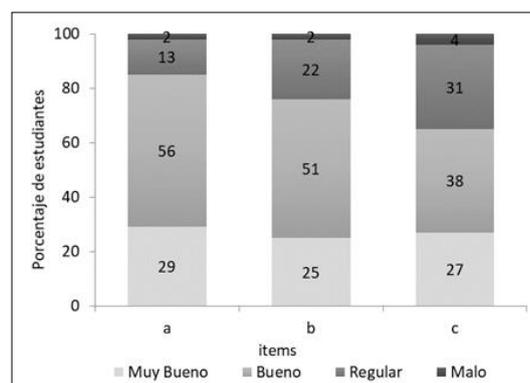


FIGURA 4. Porcentaje de estudiantes que eligieron las opciones “Malo”, “Regular”, “Bueno” y “Muy Bueno” para los ítems a, b y c de la sesión “Problemas” de la encuesta.

En general los estudiantes opinaron que para los PRC fue conveniente el análisis en grupos de discusión (ítem a), ya que el 85 % que eligió las opciones “Muy Bueno” y “Bueno”, mientras que el 15 % consideró que esta modalidad de análisis no fue del todo conveniente para el aprendizaje. El 76 % de los estudiantes consideró que fue favorable el abordaje de situaciones complejas (ítem b), mientras que el 22 % y el 2 % eligieron las opciones “Regular” y “Malo”, respectivamente. El 65 % de los estudiantes reconoció la importancia de la aplicación agronómica de la Física (ítem c) y el 31 % de los estudiantes eligió la opción regular, lo que nos estaría indicando que menos de la tercera parte de los entrevistados consideró que no le resultaría suficiente dicha metodología para vislumbrar las aplicaciones posibles de las situaciones problemáticas abordadas en clase a cuestiones de índole agronómica, por lo que posiblemente debe-

ríamos seguir ensayando nuevas estrategias para que nuestros estudiantes logren visualizar las aplicaciones a la agricultura de esta asignatura básica del segundo año de sus carreras. Del análisis de la encuesta una pequeña proporción de estudiantes prefieren la forma tradicional donde el docente explica detalladamente el problema modelo en el pizarrón a la totalidad del grupo.

Los resultados de las opiniones de los estudiantes son muy satisfactorios, a pesar de que algunos estudiantes parecerían no estar totalmente de acuerdo con la metodología aplicada. Estamos convencidos en que los resultados son optimistas, teniendo en cuenta que solamente poseen un entrenamiento en la resolución de este tipo de problemas durante un cuatrimestre, la instrucción debería contemplar por lo tanto la continuidad del trabajo en grupos cooperativos para resolver problemas en diferentes contextos por un período de tiempo mayor al de esta experiencia, sería conveniente continuar con este trabajo en otras asignaturas en otros cuatrimestres, coincidimos con lo que expresa Benegas *et al.* (2011) en que aquellas situaciones cercanas a la vida diaria lejos del aula, les induce a contestar de manera ingenua, sin hacer uso de sus conocimientos conceptuales y procedimentales. Parecerían separar la Física del aula de los principios y leyes que rigen su vida diaria. Por lo que al analizar problemas con significado agronómico sería de gran utilidad de abordar esta metodología. Como así también el mismo autor expresa que los procesos utilizados para adquirir y/o desarrollar conceptos y procedimientos en situaciones noveles, se corresponden con los de desarrollo de las capacidades de resolución de problemas. Pero para que ello sea posible, los problemas deben representar un salto entre lo que el alumno sabe y aquello que debe lograr. Problemas que simplemente exigen la aplicación de datos dados en ecuaciones conocidas o inclusive dadas o sugeridas, son simples tareas o ejercicios y no cumplen la función de aprendizaje indicada más arriba.

En la fig. 5 se graficaron los porcentajes de estudiantes que eligieron cada una de las opciones referidas al *trabajo práctico en el laboratorio* con relación a la instancia de discusión previa y al informe del trabajo práctico considerando las opciones muy bueno, bueno, regular y malo al opinar sobre su conveniencia para llevar a cabo la experiencia, su utilidad como material de estudio y como una producción grupal. Las opciones muy bueno y bueno alcanzaron elevados porcentajes, un 90 % reconoció estar de acuerdo en que la discusión en pequeños grupos del procedimiento de laboratorio es conveniente para llevar a cabo la experiencia, el 10 % considera como regular dicho procedimiento mientras que nadie opinó que es mala dicha metodología (ítem a).

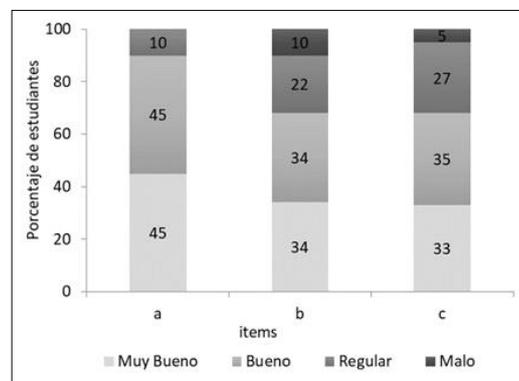


FIGURA 5, Porcentaje de estudiantes que eligieron las opciones “Malo”, “Regular”, “Bueno” y “Muy Bueno” para los ítems a, b y c de la sesión “Trabajo práctico en el Laboratorio”.

Como expresa Sanmartí y Jorba (1995) coincidimos en que la discusión oral permite solucionar las falencias conceptuales de los estudiantes, fortalece el diálogo reflexivo y permite comprobar la participación de los alumnos en este diálogo. Ello se minimiza con la metodología tradicional donde el docente expone para todo el grupo el procedimiento del trabajo práctico y repasa los conceptos teóricos involucrados, observándose la mínima participación del alumnado, quienes se dedican a escuchar y tomar nota, con escasos cuestionamientos. Estamos convencidos de que los alumnos deben asumir el control de las actividades de aprendizaje y el docente trabajar como guía, ofreciendo ayuda cuando ésta sea necesaria, planteando algunas pistas con nuevas preguntas que ayuden a los estudiantes a orientarse y superar ciertas dificultades, en coincidencia con lo expresado por Kofman (2004). Con respecto al informe del trabajo práctico, el 68 % opinó que es muy bueno o bueno para ser adoptado como material de estudio, un 22 % consideró regular su aporte mientras que el 10 % lo evaluó como malo (ítem b). Y en cuanto a la confección grupal de dicho informe, también el 68 % consideró esta opción como buena o muy buena, el 27 % regular y sólo un 5 % la consideró como mala (ítem c).

La discusión colectiva con los grupos de estudiantes, precisando compromisos para el alcance de los objetivos planteados, involucrando de forma protagónica a todos los alumnos nos permitió motivarlos y generar un clima de aprendizaje significativo. El cambio de enfoque expositivo a una modalidad de enseñanza con actividades de discusión y preguntas disparadoras, permitió que los estudiantes participen activamente, reflexionen críticamente, debatan las problemáticas y fundamentalmente se interesen por temas de aplicación específica en su futuro profesional. Coincidimos con lo que expresan distintos autores, con que en la universidad la mayoría de los estudiantes no pregunta en clase por temor al ridículo, si no se genera un clima favorable para mejorar la capacidad del pensamiento crítico y para la comprensión se enfatizan los aprendizajes repetitivos y mecánicos, con incidencia negativa sobre la comprensión. Sin embargo, cuando se emprenden tareas con una motivación, no se necesita superar ningún preconceito respecto a aburrimiento, temor al fracaso o falta de aplicación del tema (Migues Palermo, 2006). Con la implementación de nuevas estrategias motivacionales, los métodos participativos constituyen una de las categorías didácticas de mayor impacto en la práctica educativa contemporánea. Los mismos contribuyen de manera directa al aprendizaje activo y garantizan la formación integral de los futuros profesionales (Valdez Aldama, 2008). Si el alumno desarrolla las clases prácticas de laboratorio separadas del razonamiento científico, estas se transforman en algoritmos cerrados (Reigosa Castro y Jiménez Aleixandre, 2000), solo se desarrollan destrezas de tipo manipulativo y escaso desarrollo conceptual.

D. Entrevista a equipo docente

Los docentes consideramos importante la opinión de los integrantes del equipo para evaluar la propuesta de innovación, consultamos sobre aspectos positivos y negativos de la clase de discusión a dos profesores, dos docentes graduados (JTP) y un docente estudiante (ADE). Los profesores opinamos que el trabajo en el aula con grupos de discusión para el análisis de situaciones problemáticas orientados a la práctica profesional, y no al estudio situaciones fuera de contexto, favorece la comprensión y la aplicación de las disciplinas básicas como física. El trabajo en grupo en el laboratorio invita a que los estudiantes sean los protagonistas de la tarea que lleva a cabo, y que la misma se realice con compromiso y responsabilidad.

Con respecto a la clase de problemas, entre los aspectos positivos, los JTP coinciden en que es útil la discusión de problemas de aplicación agronómica, entrena a los estudiantes en las resoluciones, no se sienten inhibidos al estar reunidos en pequeños grupos y se animan a preguntar. La mayoría logra realizar los ejercicios razonando en base a la teoría. Se genera una rica discusión de la pertinencia de los resultados, actuando el docente como guía. Deja de ser un proceso mecánico para pasar a ser significativo. El ADE opinó que es una buena idea para “ponerlos en órbita”, sin embargo, no todos los estudiantes muestran la misma capacidad y entusiasmo, en general resuelve uno de ellos, agregó que estaría bueno explicarlo en el pizarrón como antes y tomar un parcialito. Entre los aspectos negativos, los JTP opinan que a veces se exceden en el lapso asignado y se reduce el tiempo para resolver los problemas de la guía. Un pequeño porcentaje de estudiantes copia sin comprender mucho.

En cuanto a la discusión previa al trabajo práctico de la técnica de laboratorio, los JTP opinaron como aspectos positivos que facilita el desempeño en la experiencia, se visualiza muy buena predisposición a participar en la tarea, manifiestan sus dudas y refuerza la lectura previa, si ésta no fue suficiente. Hace más dinámico el desempeño grupal en el laboratorio. El docente debe actuar como orientador y reflexionar con el grupo. Como aspectos negativos los JTP señalan que reconocen que algunos no han leído previamente la guía, lo que lleva a invertir más tiempo del estimado, reduciendo el correspondiente a la realización de la practica en el laboratorio. A lo que la ADE agrega que se debería hacer dos preguntitas de evaluación antes del TP lo que los obligaría a leer.

Se puede advertir que estarían más satisfechos con la innovación los docentes graduados que la docente estudiante quien prefiere la metodología tradicional con explicación por parte del profesor, evaluaciones tipo parcialito para conocer si el estudiante estaría en condiciones de realizar la tarea asignada.

IV. CONCLUSIONES

Consideramos que la propuesta de innovación tiene claras ventajas respecto a la modalidad de enseñanza tradicional, comenzando por la motivación de los estudiantes y la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje. Tanto la resolución de problemas como la práctica en el laboratorio han mostrado claramente que es fundamental incentivar el interés por la tarea a realizar, explicitar su utilidad, a los fines de que los estudiantes busquen aprender y no solo acreditar. La motivación en el curso de Física general y Biológica se puede lograr si se implementan múltiples innovaciones pedagógicas, entendemos que el hecho educativo es dinámico, cambiante y no admite comportamientos estancos ni estilos docentes prefijados, las innovaciones propuestas en las clases de problemas y laboratorio son dinámicas y creemos pueden ser replicadas en otras situaciones de la enseñanza universitaria. Una innovación requiere compromiso y voluntad del equipo docente de realizar cambios en la forma de dictar las clases, los docentes

tenemos el rol de promover el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la cooperación, la comunicación, la creatividad y la toma de decisiones, y así convertir a los estudiantes en los protagonistas del proceso de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros estudiantes por su valioso aporte, son ellos quienes nos motivan permanentemente para seguir adelante, buscando la excelencia académica con entusiasmo.

REFERENCIAS

- Benegas, J. y Villegas, M. (2011). Influencia del texto y del contexto en la Resolución de Problemas de Física. *Lat. Am. J. Phys. Educ*, 5(1), 217-224, <http://www.lajpe.org>.
- Bertelle, A., Rocha, A., Domínguez Castineiras, J. M. (2014). Análisis de las discusiones de los estudiantes en una clase de laboratorio sobre el equilibrio químico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 114-134,
- Biggs, J. B. (1987). *Student approaches to learning and studying*. Melbourne: Consejo Australiano de investigación educativa.
- Camilloni, A. R. W. (2012). Situaciones, tareas y experiencias de aprendizaje en las didácticas de las disciplinas. *Actualidades Pedagógicas*. 15-32,
- Carcavilla Castro, A. y Escudero Escorza, T. (2004). Los conceptos en la resolución de problemas de física “bien estructurados”: aspectos identificativos y aspectos formales. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 213-228,
- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la Universidad*. Argentina: Fondo de cultura económica.
- Castiblanco Abril, O. L. y Vizcaíno Arévalo, D. F. (2008). La experiencia del laboratorio en la enseñanza de la física. *Revista Educación en Ingeniería*, 3(5), 68-74, <https://doi.org/10.26507/rei.v3n5.151>,
- Cohen, E.G. (1994). Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64, 1-35,
- Díaz de Bustamante, J. (1999). Problemas de aprendizaje en la interpretación de observaciones de estructuras biológicas con el microscopio. *Tesis Doctoral*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Giletto, C., Losada, M., Silva, S., Cassino, N., Mateos Inchauspe, F., Di Matteo, J. (2016). Estrategia de enseñanza en aula para el aprendizaje independiente en Física. *Desafíos y experiencias de la enseñanza de las Ciencias Agropecuarias. Experiencias en el aula, trabajos a campo, consultorios*. 1(1), 121-125.
- Heller, P, y Heller, K. (1999). Problem-solving Laboratories. *Cooperative Group Problem Solving in Physics*, University of Minnesota, Minneapolis.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 203-216,
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. *Educatio Siglo XXI*, 29(1), 363-366,
- Kofman, H. A. (2004). Integración de las funciones constructivas y comunicativas de las NTIC en la enseñanza de la Física universitaria y la capacitación docente. *Revista de Enseñanza de la Física*, 17(1), 51-62,
- Laws, P. W. (2004). *Workshop Physics. Activity Guide*, 1(2nd edition). New York: Wiley.
- Losada, M., Giletto, C., Murias, J., Van Gool, M., Cassino, M., Silva, S. (2010). Innovación pedagógica para las clases de laboratorio de física. *Revista de la enseñanza de la Física*, 23(1,2), 95-108,

- Losada, M., Giletto, C., Cassino, M., Silva, S. (2013). Propuesta didáctica para las experiencias de laboratorio de Física en la carrera de Agronomía. *Avances en Ciencias e Ingeniería*. 4(3), 95-102,
- Magallanes, C. (1998). Problemas con Contexto. *El Profesor de Ciencias*. 7(1). <http://biblioteca.unsl.edu.ar/website/baea/prof-cs/numero7/index.html>
- Martínez, M. C, Branda, S. y Porta, L. (2013). ¿Cómo funcionan los buenos docentes? Fundamentos y valores. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 4(2), 26-35,
- Míguez Palermo, M. (2006). ¿Motivar en la Universidad? Motivación y rendimiento académico. <http://revista.ie-red.org/v1n3/html/mmiguez.html>
- Minnaard, C. y Minnaard, V. (2013). Ponencia presentada en XV Workshop de investigadores en Ciencias de la Computación. Paraná, Entre Ríos.
- Parodi, G., Peronard, M. y Ibáñez, R. (2010). *Saber leer*. Valparaíso, Chile: Santillana.
- Pesa, M., Bravo, S., Pérez, S., Villafuerte, M. (2014). Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(3), 642-665, <http://dx.doi.org/10,5007/2175-7941,2014v31n3p642>,
- Planella, J., Escoda, L., Suñol, J. (2009). Análisis de una experiencia de aprendizaje basado en problemas en la asignatura de Fundamentos de Física. *Revista de Docencia Universitaria*. http://www.um.es/ead/Red_U/3/
- Reigosa Castro, C. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias* 18(2), 275-284,
- Roldán Borassi, M. I. (2015). Introducción al Aprendizaje Basado en Problemas. Curso de Extensión. ADUM Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Sanmartí, N. y Jorba, J. (1995). Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos. *Alambique* 4(1), 59-77,
- Sokoloff, D., Thornton, R. y Laws, P. (2004). *Real Time Physics Active learning Laboratories* 1. (1st ed). Hoboken, N. J.: John Wiley & Son.
- Pesa, M, Bravo, S, Pérez, S, Villafuerte, M. (2014). Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(3), 642-665, <http://dx.doi.org/10,5007/2175-7941,2014v31n3p642>,
- Valdez Aldama, R. (2008). Reseña del aprendizaje activo en el aula con estudiantes de 1er año de agronomía. Los Arabos. Cuba. Disponible en: www.ilustrados.com/tema/12691/Resena-aprendizajeactivo-aula-estudiantes-agronomia.html.
- Van Gool, M. (2009). Metodología de investigación en ciencias agrarias: proceso y estrategia de enseñanza. En libro de resúmenes. *Primer congreso internacional de pedagogía universitaria*. UBS. Eudeba, pp.806,
- Vizcarro, C. y Juárez, E. (2008). ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas? *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria*, pp. 17-36, Editum. Univ. Murcia.

ANEXO

TABLA I. Modelo de la encuesta implementada a los estudiantes:

FISICA GENERAL Y BIOLÓGICA 2017

Por favor serías tan amable de marcar con una cruz en el casillero que consideres más conveniente, según tu percepción sobre aspectos relativos al problema de discusión grupal y a la práctica de laboratorio abordados en la clase de trabajos prácticos, según las categorías *Muy Bueno, Bueno, Regular y Malo*.

Dicha información es totalmente confidencial y será utilizada como insumo para optimizar nuestras clases.

Muchas gracias por tu valioso aporte.

I) PROBLEMAS DE DISCUSION GRUPAL					
	Categorías Criterios	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo
a)	El análisis de problemas en grupos de discusión al inicio del trabajo práctico, lo considera...				
b)	¿Considera que el análisis de problemas en grupos de discusión favorece el abordaje de situaciones complejas?				
c)	¿Las situaciones problemáticas permitieron encontrar la aplicación agronómica de la Física?				

II) TRABAJO PRÁCTICO EN LABORATORIO					
		Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo
a)	¿La discusión en pequeños grupos en el Aula del procedimiento de Laboratorio, es conveniente para llevar a cabo la experiencia?				
b)	¿El informe del trabajo práctico sirve como material de estudio?				
c)	¿La elaboración grupal del informe le resulta útil?				

TABLA II: Modelo de encuesta administrada a integrantes del equipo docente.

Serías tan amable de emitir tu opinión sobre la implementación de innovación realizada en las clases de trabajos prácticos. Muchas gracias

Cargo docente en la asignatura Física general y biológica:

I) Problemas de discusión grupal:
a) Aspectos positivos:
b) Aspectos negativos:
II) Discusión del Trabajo práctico de laboratorio:
a) Aspectos positivos:
b) Aspectos negativos: