

Análisis y resultados de la implementación de una guía de laboratorio basada en el aprendizaje activo de la física: estática de fluidos–tensión superficial

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Analysis and results of the implementation of a laboratory guide based on the active learning of physics: fluid static–surface tension

María Fernanda Reynoso Savio¹, Cristian Alexander Glusko¹ y Gilda Noemí Dima¹

¹*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Uruguay 151, CP 6300, Santa Rosa, La Pampa. Argentina.*

E-mail: mfer_reynososavio@yahoo.com.ar

Resumen

Como docentes de Física de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), hemos observado las dificultades que presentan los alumnos en el aprendizaje del tema fluidos. Por este motivo, implementamos estrategias didácticas que favorezcan la relación entre la teoría y la práctica. Así, las actividades de laboratorio no están ajenas a estos cambios. Modificamos entonces, la dinámica de trabajo en el laboratorio a fin de fomentar el aprendizaje de conceptos, actitudes y procedimientos mediante la participación activa de estudiantes y docentes. El alumno es participe activo en la construcción de su propio conocimiento, y el rol docente se modifica para facilitar la información y acompañar en el proceso de aprendizaje. En este artículo, y en continuidad con trabajos anteriores, presentamos la guía y el análisis de una práctica de laboratorio sobre tensión superficial, basada en el aprendizaje activo de la física.

Palabras clave: Aprendizaje Activo; Estrategia didáctica; Guías de Laboratorio; Física Básica Universitaria; Tensión Superficial.

Abstract

As physics teachers of the Agronomic Engineering career at the National University of La Pampa (UNLPam), we have observed the difficulties presented by students in fluids learning. For this reason, we implemented didactic strategies that favor the relationship between theory and practice. Thus, laboratory activities are not unaware to these changes. We then, modify the dynamics of work in laboratory, in order to promote the learning of concepts, attitudes and procedures through the active participation of students and teachers. The student is an active participant in the construction of his own knowledge, and the teaching role is modified to facilitate information and accompany in the learning process. In this article, and in continuity with previous works, we present the guide and the analysis of a laboratory practice on surface tension, based on the active learning of physics.

Keywords: Active Learning; Didactic strategy; Laboratory Guides; College Basic Physics; Surface Tension.

I. INTRODUCCIÓN

Cuando implementamos una práctica de laboratorio, es muy común que la iniciemos desde una perspectiva tradicional, determinando que se vuelva una práctica sin interés, aislada de las características propias del quehacer científico (Ayala y otros, 2011). Los estudiantes perciben el laboratorio como una mera verificación de los conceptos, sin alcanzar la abstracción y la contextualización de los conceptos estudiados.

Desde esta perspectiva, se hace importante la modificación de nuestras prácticas docentes. Debemos atender a las necesidades de los alumnos, generando interés y motivación por la disciplina.

Una posible intervención es haciendo partícipe al alumno de su propio proceso de aprendizaje (Bene-gas y Villegas, 2006; Huber, 2000), y una herramienta para hacer esto posible, es la reestructuración de

las guías de laboratorio, en guías basadas en el aprendizaje activo de la física. Aquí, el centro de atención está puesto en quien aprende, mediante una lógica específica de trabajo: predecir, observar y contrastar.

Durante la etapa de predicción cada alumno realiza la lectura de un problema rico en contexto (PRC) (Heller y Heller, 1999), para luego resolver una serie de preguntas. Estas serán la guía para el desarrollo experimental. Luego, en grupos de trabajo cooperativo, cada integrante expone sus ideas al resto de los miembros para llegar al consenso, y desde allí plantear el desarrollo de la actividad. Por último, se realiza una puesta en común en todo el grupo.

Investigaciones demuestran que, esta metodología de trabajo basada en la interacción entre pares, permite que el estudiante se sienta libre de expresarse, da lugar a la interpretación y aplicación de los conceptos previamente estudiados, y promueve el aprendizaje de la física (Reigosa y Jiménez Aleixandre, 2011; Redish, 2004).

La etapa de observación es el momento en que los alumnos realizan la práctica, registrando y observando. Dicha observación va a estar guiada por las características que permita, con posterioridad, dar respuesta a la situación inicial propuesta.

El último eslabón de la secuencia, es la contrastación. Aquí se enfrentan las ideas previas de los alumnos (etapa de predicción) con los resultados obtenidos de la experiencia. Los estudiantes deben analizar, interpretar, comunicar, de manera oral o escrita los resultados alcanzados. Este análisis será plasmado en un informe final que involucrará la descripción y respuesta al PRC.

La necesidad de implementar estrategias, como la mencionada, basada en el aprendizaje activo, se extiende a todos los niveles. Particularmente, los autores de este artículo nos desempeñamos como docentes en la cátedra Física, de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Motivados por la necesidad de generar cambios, diseñamos una pregunta que sería el eje disparador de nuestro estudio: las prácticas de laboratorio basadas en la metodología de aprendizaje activo de la física, ¿mejoran el proceder y el aprendizaje de los estudiantes? Fue así como, desde este interrogante decidimos presentar en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam, un proyecto de investigación titulado: *Las experiencias de laboratorio en temas de fluidos. Una mirada desde el Aprendizaje Activo de la Física para estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica*, (Proyecto N° 46, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Res 193/14 CD). La selección del tema a tratar se realizó dada la importancia del mismo, manifestada por docentes de otras cátedras. Es de relevancia profesional para los futuros agrónomos y son escasas las investigaciones realizadas al respecto (Cordiviola, 1985; Castillo y otros, 2001; Concari y otros, 2002; Szigety y otros, 2012; Maturano y otros, 2005; Buteler y otros, 2014; Buteler y Coleoni, 2014).

II. METODOLOGÍA

Se trabajó con una muestra de 20 alumnos de la cátedra Física de la carrera de Ingeniería Agronómica de la UNLPam. La materia se dicta durante el segundo cuatrimestre y corresponde al primer año de la carrera.

Los contenidos conceptuales dictados en la asignatura, están seleccionados según los contenidos mínimos de la carrera, y corresponden a ejes temáticos físicos de interés y utilidad para el futuro profesional de los estudiantes. Los mismos se diagraman con la siguiente secuencia: óptica, leyes del movimiento, estática, trabajo y energía, estática y dinámica de fluidos, electrodinámica.

La cátedra está organizada en teóricos y clases prácticas, de problemas y de laboratorio. Durante estas últimas, los alumnos, divididos en comisiones, realizan actividades experimentales de cada eje temático. Como las guías de laboratorio basadas en el Aprendizaje Activo y la resolución de PRC, requieren de una lógica de trabajo específica, y el desarrollo de ciertos esquemas mentales por parte del alumno, se implementan guías con estas características, durante todo el ciclo lectivo. En este caso en particular, evaluamos la incidencia en el aprendizaje al implementar este tipo de instrumentos en la sección de estática y dinámica de fluidos.

Como mencionamos en la Introducción, las guías fueron diseñadas con una etapa de predicción y método, que los alumnos debían realizar individualmente y de manera previa a la clase de laboratorio. Al llegar a la clase, los alumnos debían poner en común, implementar la experimentación de manera planificada y por último realizar el análisis de datos y la redacción de un informe final escrito.

Mediante este proyecto, redactamos protocolos de tres guías de laboratorio basadas en el aprendizaje activo de la física: estática de fluidos–tensión superficial (reynoso savio y otros, 2016), dinámica de fluidos–teorema de Torricelli (Glusko y otros, 2015), y dinámica de fluidos–viscosidad (Reynoso Savio y otros, 2015). A continuación, se presentan los resultados del análisis de datos recolectados en el año 2016, para la primera guía diseñada y validada sobre estática de fluidos, particularmente sobre tensión superficial. Cabe destacar que, desde su presentación, esta guía sufrió una pequeña modificación en el PRC

propuesto, dado que, al ser probada en un grupo de similares características, notamos la necesidad de delimitar adecuadamente la temática a abordar durante la práctica.

Para el análisis de los resultados alcanzados por los alumnos, se recabó información a través de: etapa de predicción incluida en la guía de aprendizaje activo (tabla I), informes escritos, grillas validadas de observación participante (Reynoso Savio y otros, 2009), y respuestas al PRC inicial explicitadas en los informes.

TABLA I. Guía de Laboratorio basada en el Aprendizaje Activo de la Física sobre el tema Estática de Fluidos– Tensión Superficial.

| GUIA DE LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO: ESTÁTICA DE FLUIDOS – TENSIÓN SUPERFICIAL |
|--|
| <p><i>El Problema:</i> Te encuentras estudiando en la clase de Física el concepto de Tensión Superficial. El docente te presenta el siguiente fragmento de un texto: <i>En el estudio de las propiedades fisicoquímicas de bebidas alcohólicas, particularmente en el caso de las bebidas alcohólicas espumosas, los conceptos de viscosidad y tensión superficial cobran una relevancia importante. Determinan en gran medida la cantidad y tamaño de las burbujas producidas.</i> <i>Dentro de los componentes que afectan a la tensión superficial de estas bebidas, se pueden mencionar a los taninos, colorantes y materias mucilaginosas y pécticas. Además, existen sustancias disueltas, como los azúcares, y sustancias disociadas, como los ácidos y las sales. Algunos de estos componentes elevan el valor de la tensión superficial y otros la bajan, siendo su estudio muy complejo. El principal componente que baja la tensión superficial de las bebidas alcohólicas es precisamente el alcohol.</i> <i>En los líquidos de baja tensión superficial la espuma es abundante y permanente, como ocurre en la cerveza, cuya tensión superficial es muy pequeña a causa de la elevada riqueza en dextrina y sustancias gomosas. Los vinos espumosos de calidad, deben tener también una tensión superficial relativamente baja, aunque siempre mayor que la de las cervezas, para dar burbujas de menor tamaño y una espuma más ligera, pero que no desaparezca de modo total e instantáneo. Esto requiere de un grado alcohólico no demasiado bajo y de una riqueza conveniente en materias como las pécticas, que disminuyen la tensión superficial.</i> (Texto adaptado del artículo de Juan Marcilla, “Nuevas Orientaciones para el estudio de los Vinos”. Agricultura, Revista Agropecuaria, Año VII, N° 73, 1935.) Teniendo como referencia el texto antes mencionado, te pregunta cuál es tu opinión respecto a la relación entre la graduación alcohólica de una bebida y su tensión superficial.</p> |
| <p>Objetivo: Determinar el coeficiente de tensión superficial de una solución V/V mediante el uso del estalagmómetro de Traube.</p> |
| <p>Predicciones: Antes de la clase de laboratorio debes realizar, individualmente, la tarea de Predicción. Esta tarea tiene por objetivo que pienses en la física del problema experimental a resolver. Si no realizas el esfuerzo de entender la física de la situación planteada, muy poco podrás aprender en la clase de laboratorio y no tiene sentido que la realices.</p> <p>a) ¿Por qué el objetivo de este laboratorio es obtener un valor aproximado de la graduación alcohólica de una bebida y no exacto? b) ¿Qué mediciones deberá realizar en el laboratorio? c) ¿Qué datos deberán ser conocidos? d) ¿Qué precauciones deberá tener para desarrollar la experiencia?</p> |
| <p>Desarrollo Experimental: Materiales provistos por la cátedra: estalagmómetro, agua destilada, alcohol, termómetro, vasos de precipitado, probetas, pipetas y material de secado y limpieza Materiales pedidos a los alumnos: calculadora y elementos para tomar apuntes. Procedimiento: 1. Medir la temperatura ambiente. 2. Cargar el estalagmómetro con agua destilada y determinar el número de gotas para el volumen comprendido entre los dos enrasas. Repetir esta experiencia tres veces y calcular el promedio del número de gotas. 3. Preparar una solución de alcohol en agua y anotar la concentración % V/V 4. Efectuar la misma operación con la solución preparada lavando y enjuagando previamente el estalagmómetro con la solución varias veces. Repetir tres veces y calcular el promedio del número de gotas. 5. Determinar el coeficiente de tensión superficial para la solución de alcohol mediante los datos obtenidos. Utilizar datos tabulados de densidades para el agua, el alcohol y soluciones de alcohol en agua y coeficientes de tensión superficial del agua. (Buscar en tablas)</p> |
| <p>Análisis de datos: Analiza los resultados en base a los datos obtenidos: - ¿Qué diferencias encuentras entre realizar las mediciones con agua y con la solución de alcohol en agua? ¿A qué crees que se deben estas diferencias? - ¿Qué conclusión puedes extraer respecto a la relación entre las variables: tensión superficial y tamaño de la gota? - Utilizando los datos obtenidos por los diferentes grupos establezca una relación entre la concentración de alcohol de la solución y la tensión superficial de la misma. Extraiga conclusiones que le permitan dar respuesta al problema inicial. - En otro contexto, en la aplicación de herbicidas y fertilizantes líquidos a cultivos, el tamaño de la gota también cobra importancia. A partir de lo trabajado y mediante la búsqueda bibliográfica en libros de textos y/o artículos de revistas responda: ¿Qué relación existe entre el tamaño de la gota y su impacto sobre el suelo o la vegetación?</p> |

III. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

A. Análisis y resultados de la etapa de predicciones

Como se observa en la Tabla I, la etapa de predicciones consistió en la respuesta a cinco cuestiones fundamentales. A continuación, se detallan minuciosamente, cada una por separado.

Respecto a la pregunta (a), la totalidad de las respuestas de la muestra de alumnos, se pudieron reunir en cinco:

- *Respuesta 1:* Porque solo se trabajará con sustancias puras o soluciones de alcohol y agua, no con otros agregados como tiene una bebida alcohólica en realidad.
- *Respuesta 2:* Porque en cualquier experiencia los datos nunca son exactos debido al error experimental.
- *Respuesta 3:* Necesitamos saber aproximadamente la graduación alcohólica de la bebida, debido a que influye en su calidad. Al tener un alto porcentaje alcohólico, su tensión superficial es más baja, y por lo tanto su calidad es más alta
- *Respuesta 4:* El principal componente que baja la tensión superficial de una bebida es el alcohol, por eso es necesario obtener un porcentaje aproximado de su graduación.
- *Respuesta 5:* Lo que se busca es hallar un valor aproximado de la graduación alcohólica, ya que el valor de tensión superficial exacto es muy difícil de conocer. En primer lugar son varios los factores que pueden alterar el resultado, uno de ellos es la temperatura y para que esto no ocurra deberíamos contar con un líquido, en este caso alcohol, que sea ideal.

La mayoría de los alumnos respondieron únicamente por alguna de ellas. Sin embargo, seis de ellos, respondieron de manera relacionada, optando simultáneamente por dos de estas posibles. En la Tabla II, podemos observar los porcentajes correspondientes a cada una.

TABLA II. Porcentajes de respuestas obtenidas al ítem (a), etapa de predicciones.

| Pregunta/Respuesta | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 y 2 | 1 y 4 | 2 y 4 |
|--------------------|-----|-----|-----|----|----|-------|-------|-------|
| (a) | 20% | 30% | 10% | 5% | 5% | 15% | 10% | 5% |

A partir de estos resultados, podemos evaluar que más de un 50% de los estudiantes pueden reconocer el manejo de errores experimentales, presentes en cualquier práctica de laboratorio, y particularmente en este caso el papel que juega la tensión superficial en la graduación de bebidas alcohólicas. Perciben a esta como una característica no solo del alcohol, sino también la modificación que se producen en su valor al combinar varios componentes.

En la pregunta (b), donde se preguntaban los materiales necesarios para el laboratorio, un 85% de los alumnos atendieron de manera puntual a los materiales que figuraban en la guía: estalagmómetro, agua destilada, alcohol, termómetro, vasos de precipitado, probetas, material de limpieza, calculadora, apunte. Los mismos fueron escritos de manera secuenciada mediante ítems, como ingredientes de una receta. Solo un 15%, correspondiente con tres alumnos, presentó sus respuestas de manera más amplia y redactada. El primero menciona la necesidad del estalagmómetro como instrumento de medición de la tensión superficial de un líquido. Así mismo propone el uso de material de laboratorio. Sin embargo, no menciona los líquidos a evaluar. El segundo alumno propone, todos los elementos y solo agua destilada. Esto da lugar a una interpretación favorecedora respecto al tratamiento teórico previo del uso y manejo del estalagmómetro, en el cuál se utiliza el agua como medio de comparación con el líquido a calcular su tensión. Esta misma evidencia se hace presente en el tercer estudiante, cuya respuesta propone el uso del estalagmómetro, una solución a averiguar su tensión, un recipiente graduado y agua. El grupo mencionado, del 15%, permite tener una mirada más abierta respecto a si interpretan o no la situación inicial planteada, el PRC.

Las mediciones que se debían realizar, según la pregunta (c), estuvieron en relación a la cantidad de líquido. El 100% propone la medición de la temperatura y la tensión superficial. Sin embargo, un 80% de los estudiantes proponen la necesidad de medir el número de gotas de líquido. De este 80%, la gran mayoría remite particularmente al uso de agua y alcohol, mientras que dos alumnos demarcan una distinción. Uno de ellos habla del número de gotas de dos líquidos diferentes, y el segundo hace referencia a comparar el número de gotas de agua con las de vino. Interpretamos que alude al PRC inicial. Del 20% restante, un 5% propone la medición del volumen de agua y alcohol. Otro 5% propone la concentración de la solución, y el 10% final plantean como importante evaluar la presión.

En esta instancia, no podemos reconocer a qué se refieren cuando determinan la medición de la presión, dado que, no se pide en ningún momento de la guía. Aunque, puede ser un indicador de que están teniendo en cuenta la presión ambiente, como modificador de las características de los líquidos.

Respecto al ítem (d), los datos que deben ser conocidos, según las respuestas de los estudiantes, apuntan a: la temperatura (25%); la concentración de las soluciones o el porcentaje de alcohol V/V (20%); el volumen de alcohol y agua (15%); la tensión superficial del agua (60%); la densidad del agua (70%); la densidad del alcohol (60%). Los mismos dos alumnos que habían referido a otras sustancias en lugar de alcohol, en esta otra etapa, continúan con la misma mirada. Uno de ellos propone conocer la densidad del líquido a evaluar, y el otro la densidad del vino. En ninguna pregunta dejan al margen el PRC de partida.

Por último, al momento de realizar la experiencia los alumnos respondieron que debían tener precaución en:

- lavar correctamente del estalagmómetro (55%)
- contar con la mayor exactitud posible el número de gotas (55%)
- enrazar adecuado (45%)
- medir de la forma más correcta posible (20%)
- manipular con cuidado los materiales, especialmente los de vidrio (15%)
- repetir la experiencia varias veces y realizar un promedio, de modo de disminuir el error (15%)
- evitar las burbujas dentro del estalagmómetro (10%)
- contar con un espacio adecuado de ejecución de la práctica (5%)
- conocer la teoría previa sobre tensión superficial (5%)
- tener cuidado al preparar las soluciones si es que deben hacer (5%)

B. Análisis y resultados de observaciones no participantes sobre actitudes, procedimientos y conceptos

Los indicadores de contenidos procedimentales, actitudinales y conceptuales fueron evaluados a partir de la observación participante, durante la actividad de laboratorio, y de la lectura de los informes finales.

Respecto de los procedimientos, como se observa en la Tabla III, un alto porcentaje de alumnos identifican el problema, organizando el registro, lectura y análisis de los datos obtenidos. Logran extraer conclusiones haciendo uso del vocabulario disciplinar, y elaborar el informe final solicitado.

TABLA III Resultados de evaluación de contenidos procedimentales durante el desarrollo de la práctica.

| Indicador | % de alumnos |
|--|--------------|
| a. Identifica el problema, sus partes y las variables | 60% |
| b. Representa esquemáticamente la situación | 20% |
| c. Selecciona los instrumentos adecuados | 55% |
| d. Mide en forma precisa | 55% |
| e. Organiza los datos obtenidos | 65% |
| f. Identifica posibles fuentes de error | 45% |
| g. Sintetiza el procedimiento y extrae conclusiones | 60% |
| h. Elabora el trabajo final incluyendo la información solicitada | 100% |
| i. Utiliza el lenguaje específico de la disciplina | 70% |

La actitud de motivación e interés hacia la materia y la actividad en particular se evidencian también en el reconocimiento de errores, en la participación permanente, en el lenguaje utilizado y en la responsabilidad y criticidad frente a la actividad. Atribuimos esto a que los alumnos, a largo de todo el cuatrimestre, han trabajado con la dinámica propuesta por esta metodología de aprendizaje activo. Los resultados generales pueden verse en la Tabla IV.

TABLA IV. Resultados de evaluación de contenidos actitudinales durante el desarrollo de la práctica.

| Indicador | % de alumnos |
|--|--------------|
| a. Llega a la hora indicada | 100% |
| b. Trae la guía de laboratorio | 100% |
| c. Tiene presente los objetivos de la actividad | 55% |
| d. Planifica su tarea | 60% |
| e. Toma iniciativa en la tarea | 45% |
| f. Demuestra empeño y perseverancia al realizar la actividad | 55% |
| g. Establece relaciones entre los hechos | 65% |
| h. Detecta posibles fuentes de error | 45% |
| i. Se esfuerza por superar sus errores | 30% |
| j. Evita conclusiones prematuras | 20% |
| k. Es responsable, preciso y crítico en su trabajo | 55% |
| l. Es preciso en el lenguaje utilizado | 45% |
| m. Consulta cuando lo necesita | 85% |
| n. Hace más de lo que se le pide | 25% |
| ñ. Participa permanentemente | 65% |
| o. Organiza y lidera | 20% |
| p. Tiene buena comunicación con docentes y compañeros | 100% |
| q. Presenta su tarea | 100% |

Por último, el manejo de los contenidos disciplinares trabajados y abordados particularmente en esta experiencia, se puede asegurar que fueron altamente consolidados por un gran número de estudiantes. Esto se ve claramente en la precisión de los términos, la organización del informe y de los datos, la validez de las conclusiones. En este último caso, todos los grupos plasmaron sus conclusiones de manera adecuada, haciendo relación con el caso inicial presentado. Sin embargo, la asignación de excelente, muy bueno o bueno, se estableció en función de la cantidad de detalles que presentaban, la redacción adecuada y la relación de conceptos presentada. Los porcentajes alcanzados se presentan en la Tabla V.

TABLA V. Resultados de evaluación de contenidos conceptuales, obtenidos a partir de la lectura de los informes de laboratorio.

| Indicador | % sobre un total de 6 grupos | | | | |
|---|------------------------------|--------|--------|----|----|
| | E | MB | B | R | D |
| a. Claridad en las ideas | 33,33% | 50% | 16,67% | 0% | 0% |
| b. Precisión en el significado de los términos | 33,33% | 50% | 16,67% | 0% | 0% |
| c. Expresión en el lenguaje científico de la disciplina | 83,33% | 16,67% | 0% | 0% | 0% |
| d. Ortografía | 83,33% | 16,67% | 0% | 0% | 0% |
| e. Secuencia de las ideas o redacción estructurada | 33,33% | 50% | 16,67% | 0% | 0% |
| f. Validez de las conclusiones | 16,67% | 66,66% | 16,67% | 0% | 0% |
| g. Relación entre las conclusiones y el desarrollo | 50% | 33,33% | 16,67% | 0% | 0% |
| h. Adecuada cantidad de detalles | 66,66% | 16,67% | 16,67% | 0% | 0% |
| i. Presentación en tiempo y forma | 100% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| j. Empleo de gráficos y/o ilustraciones | 50% | 33,33% | 16,67% | 0% | 0% |

C. Resultados de la resolución de los PRC, incluidos en el informe final de laboratorio

El total de los grupos, pudo responder adecuadamente al PRC inicial, donde se solicitaba su opinión respecto a la relación entre la graduación alcohólica de una bebida y su tensión superficial. El 100% pudo realizar los gráficos correspondientes, aclarando que, a menor concentración de alcohol en una solución, mayor será su tensión superficial. Particularmente, mencionan la relación entre el número de gotas contenidas en un cierto volumen con su tamaño: a mayor cantidad de gotas en un mismo volumen, menor será

el tamaño de cada una, indicando una menor tensión superficial. Todos mencionan la concentración de una solución (agua y alcohol), pero solo dos grupos (33,33%), argumentan de manera general para cualquier bebida alcohólica.

Por otro lado, todos los grupos alcanzan la recontextualización. Logran llevar los contenidos estudiados a otras situaciones aplicadas, como la propuesta en la última pregunta de la sección de análisis, sobre la acción de fertilizantes líquidos en relación a la tensión superficial que éstos poseen.

IV. CONCLUSIONES

A partir del análisis del desenvolvimiento de los alumnos durante la práctica basada en la metodología de Aprendizaje Activo, vemos que existen mejoras notorias en su proceder y en el aprendizaje y consolidación de los temas propuestos. Se logró percibir una mayor predisposición por parte del grupo, así como mayor participación en el proceso de aprendizaje, alcanzando independencia en el hacer. Simultáneamente, se favoreció el trabajo colaborativo; se amplió el vocabulario específico disciplinar, logrando la argumentación y transposición a otras situaciones propias de la profesión de un ingeniero agrónomo. Se potenció el uso de gráficos, percibiendo una disminución en la dificultad de realización y lectura de los mismos.

Los registros de las observaciones participantes han mostrado el compromiso de los estudiantes para con la discusión, guiada por el docente, de la etapa de predicción. Concluimos que, sobre la base de una estrategia de laboratorio fundada en el Aprendizaje Activo, hemos promovido cambios positivos en los estudiantes frente a las clases experimentales de Física.

REFERENCIAS

Ayala, M. M., Malagón, J. F. y Sandoval, S. (2011). Magnitudes, medición y fenomenologías *Revista de Enseñanza de la Física*, 24(1), 43–54.

Benegas, J. y Villegas, M. (2006). La enseñanza Activa de la Física: la experiencia en la UNSL. IX Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física, San José de Costa Rica.

Buteler, L. M., Coleoni, A. y Perea, M. A. (2014). Aprendiendo empuje durante la resolución de problemas: un análisis desde la Teoría de Clases de Coordinación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 511–528.

Buteler, L. y Coleoni, E. (2014). El aprendizaje de empuje y sus variaciones contextuales: un análisis de caso desde la teoría de clases de coordinación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 13(2), 137–15.

Castillo, A, Granados, D. I. y Marino, L. A. (2001). Fluidos: un estudio comparativo de diseños didácticos constructivistas. *Revista de Enseñanza de la Física*, 14(2), 39–48.

Concari, S., Kofman, H. y Cámara, C. (2002). *Experiencias de laboratorio y simulaciones computacionales para la enseñanza de los Fluidos*. Argentina: Editorial Universidad Nacional del Litoral.

Cordioviola, C. A. (1985). Caída Libre de los fluidos viscosos. *Revista de Enseñanza de la Física*, 1(1), 57–60.

Glusko, C. A., Reynoso Savio, M. F., Dima, G. N. (2015). Guía de Laboratorio sobre Fluidos basada en el Aprendizaje Activo de la Física. Segunda Parte. *Revista de Enseñanza de la Física*. 27(Extra), 519–524.

Heller, K. y Heller, P. (1999). *Cooperative Group Problem Solving in Physics*. University of Minnesota, Illinois.

Hüber, G. (2000). *Aprendizaje Activo en Contextos desarrollados*. U. Barcelona.

Maturano, C., Mazzitelli, C. Nuñez, G. y Pereira R. (2005). Dificultades conceptuales y procedimentales en temas relacionados con la presión y los fluidos en equilibrio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 4(2).

Redish, E. F. (2004). *Teaching Physics with the Physics Suite*, Hoboken, NJ: Wiley.

Reigosa, C. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2011). Formas de actuar de los estudiantes en el laboratorio para la fundamentación de afirmaciones y propuestas de acción. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 023–034.

Reynoso Savio, M. F., Glusko, C. A., Dima, G. N. (2015). Guía de Laboratorio sobre Fluidos basada en el Aprendizaje Activo de la Física. Primera Parte. *Revista de Enseñanza de la Física*. 27(Extra), 511–517.

Reynoso Savio, M. F., Girelli, M., Dima, G. (2009). Instrumentos para evaluar actividades de laboratorio en física: su construcción y validación. *Memorias en CD de la XVI Reunión Nacional de Educación en Física (REF XVI)*. San Juan, Argentina.

Reynoso Savio, M. F., Glusko, C. A. y Dima, G. N. (2016). *Memorias V Jornadas nacionales y I Latinoamericanas de Ingreso y permanencia en Carreras Científico–Tecnológicas*. Bahía Blanca, Argentina.

Szigety, E., Viau, J., Tintori Ferreira, M. A. y Gibbs, H. (2012). Tensión superficial: un modelo experimental con materiales sencillos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(3), 393–400.