



ANÁLISIS DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO ELABORADOS POR FUTUROS DOCENTES DE CIENCIAS NATURALES

ANALYSIS OF PRACTICAL LABORATORY WORKS PREPARED BY FUTURE TEACHERS OF NATURAL SCIENCES

ANÁLISE DE TRABALHO PRÁTICO DE LABORATÓRIO PREPARADO POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS NATURAIS

Erica Gabriela Zorrilla^{*}, Laura Morales^{}, Claudia Alejandra Mazzitelli^{***},
Adela del Carmen Olivera^{****}**

Cómo citar este artículo: Zorrilla, E.G., Morales, L., Mazzitelli, C.A. y Olivera, A.C. (2019). Análisis de trabajos prácticos de laboratorio elaborados por futuros docentes de Ciencias Naturales.. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 286-302. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13750>

Resumen

Este artículo aborda el estudio sobre los Trabajos Prácticos de Laboratorio elaborados por un grupo de futuros docentes en Física y en Química de la provincia de San Juan, en la República Argentina. El objetivo consiste en analizar las propuestas presentadas por estos estudiantes en el marco de un taller extracurricular. Este taller fue desarrollado para identificar fortalezas y debilidades a fin de proponer acciones para el mejoramiento del futuro desempeño docente. Analizamos los protocolos propuestos, basándonos en categorías previamente diseñadas. Los resultados obtenidos evidencian distintos elementos que podrían resultar facilitadores u obstaculizadores del desempeño exitoso en la futura práctica docente en Ciencias Naturales. Entre los elementos facilitadores, encontramos la presencia de situaciones contextualizadas y la adecuación al nivel escolar de los alumnos.

Recibido: 09 de agosto de 2018; aprobado: 20 de noviembre de 2018

* Profesora en Física. Doctora en Ciencias de la Educación, adscrita al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Actualmente es docente del Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Correo electrónico: ericagabriela@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6460-3319>

** Profesora de Enseñanza Media y Superior en Química. Actualmente es docente del Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Correo electrónico: lauramoraes68@hotmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9508-5064>

*** Profesora de Enseñanza Media y Superior en Física. Doctora en Ciencias de la Educación, adscrita al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Actualmente es docente del Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Correo electrónico: mazzitel@ffha.unsj.edu.ar – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1199-4843>

**** Profesora de Enseñanza Media y Superior en Química Actualmente es docente del Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Correo electrónico: ericagabriela@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7212-6727>

Mientras entre los elementos obstaculizadores se destaca la ausencia de actividades que medien el tránsito de las observaciones a las interpretaciones. Por todo esto, sería recomendable formar a los futuros docentes en la revisión de sus diseños experimentales, de modo que consideren las observaciones, incorporen análisis que conduzcan a interpretaciones, y finalmente, propongan actividades tendientes a movilizar estos nuevos aprendizajes para aplicar en el análisis y resolución de situaciones cotidianas.

Palabras clave: experiencias de laboratorio, formación de profesores, física, química.

Abstract

This work aims to study on practical laboratory works elaborated by a group of future teachers in physics and chemistry, at the province of San Juan in the Argentine. The objective was to analyze the proposals presented by students in the framework of an extracurricular workshop. We identify strengths and weaknesses, in order to propose actions for the improvement of future teaching performance. We analyze protocols based on previously established categories. Results show different elements that could be facilitators or impediments to the successful performance in the future teaching practice on Natural Sciences. Among facilitator elements, we found the presence of contextualized situations, and the adaptation to the school level of the students. Meanwhile, among the obstacles, can be mentioned the absence of activities that promote progress from observations to interpretations. For all of this, it would be advisable to train future teachers in the revision of their experimental designs, looking to consider observations, incorporate analyzes that lead to interpretations, and finally, propose activities to mobilize these new learnings to apply in the analysis and resolution of everyday situations.

Keywords: laboratory experiments, teacher training, physics, chemistry.

Resumo

Este artigo trata do estudo de trabalhos práticos de laboratorio desenvolvido por um grupo de futuros professores de Física e Química da província de San Juan, na Argentina. Se propoe a analisar suas propostas no âmbito de uma oficina extracurricular sobre a formação de professores, desenvolvida para identificar pontos fortes e fracos, a fim de elaborar propostas para a melhora da atuação docente. Os resultados mostram diferentes elementos que poderiam ser facilitadores ou impeditivos do desempenho bem sucedido na futura prática docente em Ciências Naturais. Entre os elementos facilitadores, encontramos a presença de situações contextualizadas e a adaptação ao nível escolar dos alunos. Entretanto, entre os obstáculos está a ausência de atividades que facilitem o trânsito de observações para interpretações. Por tudo isso, seria aconselhável educar os

futuros profesores para rever seus projetos experimentais, de modo a orientar o uso de observações, incorporar análises que levam a interpretações e, finalmente, propor atividades para mobilizar estas novas aprendizagens na análise e resolução de situações cotidianas.

Palavras chaves: experiências laboratoriais, formação de professores, física, química.



Introducción

Una de las características que se destaca de las Ciencias Naturales es su carácter experimental, y, vinculado a esta, la necesidad de que en las propuestas en las aulas interactúen teoría y práctica. Esta interacción puede lograrse a través de la implementación de trabajos prácticos de laboratorio (TPL). La línea de investigación acerca de los TPL en el ámbito educativo ha venido configurándose desde hace un tiempo como un área de alta proyección en la investigación didáctica, siendo un campo fundamental de apoyo para la enseñanza de las Ciencias Naturales (FRANCO MORENO, VELASCO VÁSQUEZ, RIVEROS TORO, 2017).

Sin embargo, más allá del avance en las investigaciones en enseñanza de las Ciencias Naturales, en la realidad del aula la forma de trabajo en el laboratorio no parecería haberse modificado de manera sustancial, ya que gran cantidad de los TPL resultan, al menos, confusos en cuanto a sus aportes a la enseñanza y al aprendizaje (HODSON, 2005; FERNÁNDEZ, AMÓRTEGUI, 2017).

El estudio de los TPL cobra especial importancia en el caso particular de la formación de docentes de Ciencias Naturales, ya que se vuelve necesario fortalecer los distintos aspectos que la constituyen, incluyendo la formación experimental. Por esta razón, el propósito de este trabajo es avanzar en el estudio de los TPL en la formación docente inicial y su incidencia en la enseñanza de las Ciencias Naturales y el aprendizaje de estas disciplinas.

1. Marco teórico

Como ya se mencionó, la enseñanza de las Ciencias Naturales, debido a las características de estas disciplinas, se ha desarrollado tradicionalmente de manera teórico-práctica (CHINCHILLA BUELVAS, 2017). Existen múltiples investigaciones realizadas en esta área (BARBERÁ, VALDÉS, 1996; CAAMAÑO, 2004; PÉREZ, ALEIXANDRE, 2015; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, CRUJEIRAS PÉREZ, 2016; entre otras), que acuerdan sobre la importancia de las actividades

de laboratorio para la educación en Ciencias Naturales, ya que proporcionan la oportunidad de que los estudiantes desarrollen distintas competencias científicas básicas y herramientas como pensamiento crítico, observación, construcción de hipótesis y análisis de resultados.

Una de las tendencias en la enseñanza de las Ciencias Naturales considera que es necesario atender no solo al aprendizaje de conocimientos conceptuales sino también de aquellos relacionados con los procesos de la ciencia, la relación entre ciencia, tecnología y sociedad, y la formación en valores y actitudes (KAUDERER, 1999; ACEVEDO DÍAZ, 2004), que conduzcan al alumno a reflexionar, entre otras cosas, acerca de los fenómenos y los problemas ambientales que afectan a la salud y al entorno (OSORIO, 2002). Al respecto LATOUR (1983) señala que es necesaria una traducción de los intereses y necesidades de la gente ajena a los experimentos al lenguaje de la ciencia, a fin de ganar su interés y atención. Es decir, es pertinente evidenciar la conexión entre la ciencia y la vida cotidiana, la ciencia como respuesta a las problemáticas cotidianas. De esta manera lograremos un estudiante científicamente alfabetizado que podrá interactuar responsablemente con el medio (SUÁREZ ARROYO, 2005).

Entre las alternativas que favorecen el desarrollo del aprendizaje del conocimiento científico se encuentran aquellas que combinan la enseñanza de las ciencias como producto y como proceso en forma integrada. La visión acerca de la ciencia como producto considera a las Ciencias Naturales como un conjunto de hechos y explicaciones científicas integradas en leyes y teorías que se emplean para entender los fenómenos de la naturaleza. La ciencia entendida como proceso, en cambio, reviste el interés de conocer cómo se produjeron los conocimientos científicos, en qué evidencias se sustentan; tiene que ver con el aspecto metodológico; hace referencia a un conjunto de procedimientos manuales e intelectuales como la observación, la formulación de hipótesis, las predicciones, el diseño de experiencias y la experimentación, el análisis

de resultados, la propuesta de explicaciones, la interpretación en base a textos científicos, entre otros (GELLON *et al.*, 2005; ADÚRIZ BRAVO, 2008; FURMAN, 2006).

Teniendo en cuenta la investigación en educación en Ciencias Naturales principalmente la relacionada con el trabajo experimental en el aula, resulta indudable que todo cambio significativo que apunte a una mejora en los TPL facilitará al estudiante la comprensión de los aspectos tanto teóricos como aplicados de las Ciencias Naturales (SARMIENTO *et al.*, 2017).

Sin embargo, a pesar de que los TPL pueden ayudar a comprender mejor algunos contenidos conceptuales y procedimentales, no se debe pensar que basta con implementarlos para mejorar el aprendizaje (VALENCIA, TORRES, 2017), ya que por distintos factores, no siempre se aprovecha todo el potencial de estas prácticas, y quedan limitadas a *prácticas receta*, donde no se promueve la emisión de hipótesis o el análisis cualitativo de datos, y se reduce a la obtención de resultados preestablecidos para la realización del posterior informe y la verificación de la teoría ya presentada. Además, muy a menudo, los estudiantes no encuentran la relación entre estas prácticas y el desarrollo de los contenidos teóricos a los cuales refiere (ZORRILLA, 2019). La conjunción de estas situaciones no solo dificulta el aprendizaje de los contenidos involucrados en los TPL, sino que también obstaculiza la posibilidad de que los estudiantes desarrollen las habilidades para proponer soluciones a problemas que puedan presentarse en el futuro (SANJUÁN MOLTÓ *et al.*, 2017). En definitiva, no contribuyen con la transferencia y vinculación de los aspectos analizados en el TPL, a futuras situaciones problemáticas.

Según JIMÉNEZ VALVERDE, LLOBERA JIMÉNEZ, LLITJÓSVIZA (2005), estas *prácticas recetas* presentan bajos niveles de apertura, los cuales se relacionan con la proporción en la que el docente explicita:

- los problemas,
- las maneras y medios para afrontar ese problema,
- la respuesta a esos problemas.

Cabe destacar que las prácticas cerradas, de bajo nivel de apertura, requieren poco esfuerzo por parte de los estudiantes, por lo que solo permiten desarrollar procesos cognitivos de bajo orden, como conocimiento, comprensión y aplicación (PRIESTLEY, 1997, citado por JIMÉNEZ VALVERDE, LLOBERA JIMÉNEZ, LLITJÓSVIZA, 2006), limitando las posibilidades de desarrollo de los procesos cognitivos más complejos. Por otro lado, prácticas experimentales que presenten mayores niveles de apertura estarán menos pautadas que las anteriormente mencionadas y demandarán a los estudiantes una participación mucho mayor a la hora de realizar el trabajo experimental (DOMIN 1999; FLORES, CABALLERO, MOREIRA, 2009). Estos TPL favorecen el desarrollo de procesos cognitivos más complejos, como análisis, síntesis y evaluación.

De esta manera, los TPL con mayores niveles de apertura, resultan beneficiosos para el aprendizaje y el desarrollo de la concepción de ciencia y del proceso de construcción del conocimiento científico en los estudiantes.

2. Metodología

Desarrollamos este estudio desde un enfoque cualitativo con el objetivo de conocer la formación alcanzada por estudiantes de carreras de formación docente en Ciencias Naturales durante el proceso inicial, a fin de identificar fortalezas y debilidades para proponer acciones para el mejoramiento del futuro desempeño docente.

La muestra con la que trabajamos se encuentra constituida por cuatro estudiantes de los profesoradores en Física y en Química, de la Universidad Nacional de San Juan, que participaron en un taller extracurricular realizado con el objetivo antes mencionado, en el cual se abordaban distintos contenidos, entre ellos el uso de los TPL (MAZZITELLI *et al.*, 2017). El requisito para participar del taller extracurricular fue que los estudiantes hubieran cursado más del 70 % de las materias correspondientes al plan de estudio de sus respectivas carreras. Los alumnos que integraron la muestra del estudio presentado en este artículo fueron los que llegaron a

las instancias finales de dicho taller, y presentaron la evaluación requerida para su aprobación.

En este punto conviene detallar las instancias desarrolladas durante el taller en relación con el trabajo experimental. Se llevaron a cabo dos instancias, en una de ellas se trabajó sobre los distintos niveles de apertura que se pueden tener en cuenta a la hora de desarrollar un TPL. Posteriormente se les entregó un protocolo y se les solicitó que identificaran su nivel de apertura y que lo reelaboraran a fin de modificarlo a otros niveles de apertura, adaptándolo según las características de diferentes grupos de alumnos. En la otra instancia se trabajó en el laboratorio el desarrollo de un TPL y la elaboración de su informe, además, la actividad se analizó de forma conjunta y reflexiva.

Como ya se mencionó, al finalizar el taller los estudiantes debieron formular una evaluación que consistió en la elaboración de una propuesta didáctica destinada a alumnos de secundaria, que debía incluir actividades de lectura y trabajo experimental, de un tema de Física o Química a elección de los estudiantes. En este artículo, solo se analizan los protocolos experimentales propuestos, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- *Adecuación al nivel escolar*: analizando el grado de apertura del TPL en función de los sujetos para los cuales se pensó la propuesta.
- *Contenidos procedimentales*: teniendo en cuenta cuáles de ellos se favorecen con las actividades.
- *Elementos de seguridad*: identificamos la existencia o ausencia de precauciones relacionadas con la seguridad en el trabajo en el laboratorio.
- *Observación y/o interpretación*: se analizó si se favorecían o no, en cada una de las actividades experimentales presentadas.
- *Análisis de los datos*: se identificaron las actividades de análisis de los datos propuestos y se clasificaron según si se trataba de actividades cuantitativas o cualitativas.
- *Vinculación con situaciones de la vida cotidiana*: se identificó si se proponían vinculaciones y también cómo se trabajaban.

- *Vinculación del TPL con el resto de la evaluación del taller*: se analizó si el protocolo se complementaba con el resto de las actividades desarrolladas en la propuesta, así como también qué papel cumplía el TPL propuesto en la enseñanza y en el aprendizaje de los contenidos abordados.
- *Vinculación entre los objetivos del TPL y las actividades propuestas*: en caso de que dichos objetivos se encontraban explícitos o podían inferirse de manera sencilla.

Cabe mencionar que los aspectos mencionados se seleccionaron teniendo en cuenta investigaciones previamente desarrolladas (ZORRILLA, MAZZITELLI, 2016; ZORRILLA, 2019), así como también las características comunes de los protocolos analizados.

Para el análisis de los datos, inicialmente se realizó una descripción general de cada TPL, con el fin de tener en cuenta la secuenciación de actividades propuesta por los estudiantes. A continuación, se analizaron las actividades presentes en cada uno de estos protocolos, a partir de los criterios anteriormente señalados. Por último, se destacaron elementos comunes y particularidades de cada TPL, para poder señalar cuáles de estos elementos resultaban favorecedores u obstaculizadores de la futura práctica docente en Ciencias Naturales, en relación con el trabajo experimental.

3. Resultados

A continuación se presenta el análisis para cada uno de los TPL elaborados por los estudiantes, atendiendo a los aspectos señalados:

a. Protocolo 1: Transmisión del calor

Está compuesto por tres experiencias que deben realizarse para obtener una conclusión acerca de las mismas. Hay una pregunta inicial que es común a las tres experiencias (figura 1), para que luego de su desarrollo se pueda arribar una conclusión en común (figura 2). En cada una de estas experiencias se detallan los materiales necesarios para llevarlas a cabo, y una sección de

procedimientos, que incluye también preguntas sobre las actividades realizadas, interpretaciones y relaciones con la vida cotidiana.

La propuesta es adecuada para tercer año del ciclo básico de una escuela técnica, tal como lo propone la estudiante. En el desarrollo del protocolo no se especifican objetivos. De todas formas, las experiencias planteadas sí se encuentran vinculadas al tema seleccionado.

Los procedimientos que predominan en las actividades propuestas son la observación e interpretación. Si bien los contenidos son adecuados para el nivel propuesto, no hay un escalonamiento de las demandas cognitivas requeridas para los estudiantes, ya que luego de la observación se encuentra la fundamentación de interpretaciones realizadas, sin incluir una guía, dejando libre a los estudiantes la decisión de qué se observa y qué se interpreta.

Las tres actividades experimentales presentan relación con la pregunta inicial y la mayoría de los análisis son de tipo cualitativo, cuya intención sería identificar las diferentes formas de propagación del calor, que a su vez es el eje de las actividades trabajadas en relación con la lectura. De esta manera hay una inserción del TPL en el marco de la propuesta general, aunque en el protocolo no hay una referencia explícita a dichas actividades previas.

También se destaca que la vinculación con situaciones de la vida cotidiana se presenta para cada una de las experiencias propuestas en el TPL, aunque estas vinculaciones parecen formar parte de la interpretación de los fenómenos.

Por último, no hay ninguna mención a elementos de higiene o seguridad en el laboratorio.

Tema: "Propagación del calor"

¿Qué forma de propagación del calor observamos?

EXPERIENCIA 1

- Materiales:
- Una varilla de hierro
 - Un mechero o vela
 - Una pinza
 - Algunos trozos de parafina (vela)

Procedimiento:

1. Coloque los trozos de parafina pinchándolo en un extremo de la varilla metálica.
2. Tome la varilla con la pinza en el centro y acérquelo al mechero para calentar el otro extremo (opuesto al del punto anterior).
3. ¿Qué observa? Explique.
4. Si se utilizara una varilla de otro material, como madera, ¿sucedería lo mismo?
5. ¿Por qué algunos materiales son buenos conductores del calor y otros no? ¿De qué depende esta propiedad? Explique.
6. Piense:
 - Para mantener caliente un plato de sopa ¿conviene servirla en un plato de loza o en uno de metal?
 - ¿Por qué un termo conserva la temperatura? ¿Con qué materiales está formado?

Figura 1. Introducción y experiencia 1 del TPL sobre transmisión del calor.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo observado en cada experiencia, ¿cómo se transmite el calor en cada una de ellas?

Figura 2. Sección final del TPL sobre transmisión del calor.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

b. Protocolo 2: Reacciones redox

El TPL sobre reacciones redox presenta dos objetivos: el primero de ellos resulta un poco confuso, ya que daría a entender que la comprensión del fenómeno se realizará a través de un método que está destinado al balance de ecuaciones redox (figura 3). Este objetivo no se logra porque las actividades tienden a favorecer la comprensión del fenómeno, sin el uso del ajuste de la ecuación. En cuanto al segundo objetivo, a lo largo del protocolo se trabaja con tendencia a que este se alcance, debido a la cantidad de procedimientos propuestos.

Practica de Laboratorio

Tema: Reacciones Redox

Objetivos

- Comprender el fenómeno de óxido-reducción mediante la interpretación de ecuaciones químicas utilizando el método del número de oxidación.
- Manipular adecuadamente el material de vidrio e instrumental de laboratorio, como así también el manejo de sustancias químicas.

Figura 3. Sección introductoria del TPL sobre reacciones redox.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

La propuesta es adecuada para quinto año del ciclo orientado, tal como lo propone la estudiante. En este punto debe destacarse que el ciclo se presupone orientado en Ciencias Naturales y no en otra de las posibles modalidades.

Hay referencias a precauciones relacionadas con la seguridad, ya que en la sección de prelaboratorio se pide investigar (entre otras características) el nivel de toxicidad de algunos de los reactivos que van a utilizarse luego (figura 4). En algunos casos se explicitan precauciones antes de la descripción de la experiencia.

Las actividades de lectura y de laboratorio presentan el mismo tema en común, y se encuentran articuladas entre sí (figura 4). De esta manera, se

favorece la inserción de las actividades experimentales con el resto de las actividades propuestas.

En general, el protocolo no explicita qué deben observar los alumnos, como tampoco el registro de datos solicitado, aunque en dos experiencias, de las cinco propuestas, adelanta lo que se observará antes de la realización de la experiencia y del registro de observaciones (figura 5).

Se incluye un comentario previo del uso de la reacción que van a experimentar en una situación cotidiana, adelantando la interpretación (figura 5), pero no incluye preguntas que lleven al alumno a relacionar el fenómeno observado con fenómenos del entorno para construir su aprendizaje vinculado al análisis de situaciones de la vida cotidiana. En este sentido, si bien el TPL se contextualiza, no favorece la transferencia. Cabe destacar que en ningún caso las actividades conducen o favorecen la realización de análisis de los datos, ni cualitativo, ni cuantitativo.

Al final del protocolo, como actividad de poslaboratorio se propone la vinculación de las experiencias realizadas con contenidos teóricos, que permiten la traducción del fenómeno observado al lenguaje simbólico propio de la Química (figura 6). En cuanto a los contenidos procedimentales, el TPL favorece claramente la experimentación, ya que presenta procedimientos específicos de preparación de soluciones y la observación de fenómenos. Para algunas de las preguntas que se plantean, los alumnos podrían sacar respuestas de un libro, sin la necesidad de atender a las observaciones realizadas en el desarrollo de las experiencias (figura 6).

c. Protocolo 3: Polímeros

El TPL sobre polímeros no presenta detallados los objetivos. Sin embargo, se pide la confección de dichos objetivos por parte de los estudiantes posteriormente a la realización de las actividades experimentales (figura 7). Este protocolo, parecería adecuado para el nivel propuesto, quinto año del Ciclo Orientado en Ciencias Naturales y se encuentra distribuido en tres grandes secciones: actividades de prelaboratorio, laboratorio y poslaboratorio.

Actividades de pre-laboratorio

- 1) Investigue y describa las utilidades del peróxido de hidrógeno y la lavandina.
- 2) Realice el/los cálculo(s) correspondiente(s) para preparar:
 - 100 mL de una solución de yoduro de potasio 0,3 M
 - 25 mL de una solución de ferrocianuro potásico 0,5 M
- 3) Realice las fichas técnicas de los reactivos a utilizar en la práctica de laboratorio teniendo en cuenta:
 - Nombre comercial:
 - Nombre sistemático (IUPAC):
 - Sinónimos:
 - Fórmula química:
 - Peso molecular:
 - Grado de conservación:
 - Porcentaje de pureza:
 - Nivel de toxicidad:
 - Usos:
 - Efectos para la salud
- 4) Realice una lectura comprensiva del texto adjunto, **¿Cómo balancear las ecuaciones redox?**, que será de mucha utilidad en la realización del practico de laboratorio

Figura 4. Actividades de prelaboratorio del TPL sobre reacciones redox.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Ensayo N°5: "Restaurando con agua oxigenada"

Los pigmentos blancos de las pinturas usados antiguamente contenían compuestos de Pb. Al existir H_2S como gas contaminante en la atmósfera aunque sea en pequeñas cantidades, éste reacciona con el Pb formando Pb S que es negro por lo que las pinturas se oscurecen. Tratando las zonas oscurecidas con H_2O_2 se puede recuperar el color blanco original.

Materiales:

- Vidrio de reloj
- Espátula
- Pipetas

Reactivos:

- Sulfuro plumboso
- Peróxido de hidrógeno 110 volúmenes (30% en masa).
- Sulfato plumboso

Procedimiento:

- 1) Coloque en un vidrio de reloj una pequeña cantidad de PbS
- 2) Agregue con la ayuda de una pipeta 3mL de H_2O_2
- 3) Observe cómo se produce la reacción inmediatamente, al cabo de un cierto tiempo se observa una sustancia blanca que es el $PbSO_4$ obtenido.
- 4) Registre las observaciones.

Figura 5. Ensayo 5 del TPL sobre reacciones redox.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

1) Las reacciones de oxidación-reducción (o reacciones redox), se encuentran presentes en diversas situaciones de la vida cotidiana y en muchos casos son útiles para el avance de la tecnología. A continuación, se presenta una lista con diferentes hechos en donde están involucradas las reacciones redox; elija uno de ellos y desarrolle el tema de manera detallada, mostrando la(s) reacción(es) redox implicadas.

- a) Composición y funcionamiento de un alcoholímetro.
- b) Composición y funcionamiento de baterías de ion litio.
- c) Corrosión del hierro.
- d) Empleo de oxidantes para el blanqueamiento de dientes.
- e) Extracción del oro en las minas con el empleo de cianuro.

2) Complete el siguiente cuadro.

Ensayo	Reacción producida	Semi-reacciones	Reacción balanceada	Observaciones
Ensayo N°1 "La pasta dental para elefante"				
Ensayo N°2 "El volcán redox"				
Ensayo N°3 "Oxidando con lavandina"				
Ensayo N°4 "Reacciones redox y multas de tráfico"				
Ensayo N°5 "Restaurando con agua oxigenada"				
Ensayo N°6 "Papel atrapa electrones"				

Figura 6. Actividades de poslaboratorio correspondientes al TPL sobre reacciones redox.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Actividades de pos-laboratorio:

1. Elabore un informe en el que incluya:
 - a. La resolución de las actividades de pre-laboratorio.
 - b. Los objetivos de cada experimento y, si es posible, de cada experiencia.
 - c. Las observaciones realizadas para cada experiencia.
 - d. La resolución de las actividades y cuestionarios propuestos para el análisis de cada experiencia.
 - e. Una conclusión que relate, teniendo en cuenta el análisis de las experiencias, si se logró lo que proponen los objetivos en cada experiencia.

Figura 7. Actividades de poslaboratorio del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

En líneas generales, presenta tres ensayos, dentro de los cuales se proponen distintas experiencias a realizar. Cabe destacar que no hay una diferenciación clara en el protocolo entre los términos *experimento*, *ensayo* y *experiencia*, lo cual puede resultar confuso para los alumnos. Otro aspecto a destacar es la falta de secuenciación de las actividades propuestas, ya que inicialmente (en el

prelaboratorio) se propone diseñar un experimento con carácter bastante abierto (figura 8), para luego (en las actividades de laboratorio) presentar experiencias de síntesis de polímeros con almidón (figura 9), posteriormente el reconocimiento del almidón en alimentos (figura 10) y por último, la realización del diseño propuesto en el prelaboratorio (figura 11).

- 4) Cuando se agrega solución de borato a un pegamento líquido, éste cambia de estado líquido a sólido. ¿Qué cambio se produce en la estructura del pegamento?
 - a) Formule un plan de trabajo que permita conocer las características principales del fenómeno. Tenga en cuenta:
 - MATERIALES A UTILIZAR.
 - REACTIVOS.
 - PROCEDIMIENTO.
 - b) Diga a qué tipo de polímero corresponde.

Figura 8. Propuesta de diseño experimental perteneciente a las actividades de prelaboratorio del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Experiencia 2: Obtención de un polímero quebradizo.

A una muestra de almidón obtenido según el procedimiento indicado, añadir 20mL de agua y 3mL de ácido clorhídrico 0,1 M. Calentar la mezcla suavemente procurando que no llegue a ebullición durante 15 minutos.

Añadir gota a gota una disolución de NaOH 0,1 M hasta neutralidad, comprobando el resultado con un trozo de papel indicador. Se obtiene un líquido viscoso al que hay que añadir dos gotas de colorante alimentario. Mezclar con ayuda de una varilla de vidrio hasta formar una pasta homogénea. Extender sobre un vidrio de reloj hasta formar una película e introducir en una estufa a 80°C durante 1,5 horas aproximadamente, o bien se deja secar al aire hasta el día siguiente.

Observar y registrar, tener en cuenta características iniciales del almidón y características del polímero obtenido.

Figura 9. Experiencia 2 del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Ensayo N°2: *¿Cuál de los alimentos contiene almidón?*

Fundamento:

Para identificar almidón en muestras problema se utiliza el reactivo de Lugol, que consiste en una disolución acuosa de yodo y yoduro de potasio.

Cuando el almidón se pone en contacto con unas gotas de Lugol, toma un color azul-violeta característico debido a que se forma un compuesto de inclusión del yodo en el interior de las hélices por las que está compuesto el polisacárido. Esta inclusión es reversible y está condicionada por la temperatura.

Cuando consumimos alimentos que contiene almidón, actúan inmediatamente enzimas presente en nuestra saliva, la *amilasa salival*, que degrada a las moléculas de almidón y las transforma en estructuras energéticamente aprovechables, es decir, rompe el enlace que mantiene unidos a sus monómeros constituyentes y los libera al medio de reacción.

Experimento:

Reactivos: papa, maicena, alfajor de maicena, cebolla, reactivo de Lugol.

Experiencia 1:

Cortar una rodaja de la papa y triturar un trozo de cebolla. Agregarle, a cada muestra, una gota de reactivo de Lugol (en la rodaja de papa, sobre la superficie recién cortada).

Observar y registrar lo sucedido.

Figura 10. Ensayo 2 del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Ensayo N°3: Polimerizando cadenas.

Experimento:

Proceder según el plan de trabajo diseñado, teniendo en cuenta los reactivos y materiales necesarios, para conocer las características del fenómeno que se desea estudiar.

Observar y registrar lo sucedido.

Figura 11. Ensayo 3 del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

A su vez, las actividades propuestas apuntan principalmente a la interpretación de fenómenos, sin orientar la observación y el registro de datos.

Al igual que en el TPL analizado anteriormente, si bien este protocolo se encuentra contextualizado, no presenta actividades que favorezcan una posible transferencia a otras situaciones problemáticas.

En cuanto a los contenidos procedimentales, el TPL favorece la experimentación, observación e interpretación, así como también el diseño de experiencias, ya que como parte de las actividades de prelaboratorio se pide el diseño de un plan de trabajo. Independientemente de esto, el protocolo parecería estar orientado principalmente a la manipulación de materiales de laboratorio.

En general, puede señalarse que hay un intento de vinculación con las actividades de lectura propuestas previamente al TPL, ya que uno de los objetivos de estas actividades de lectura es la diferenciación entre polímeros sintéticos y naturales, y en el protocolo se realiza la síntesis de estos compuestos, aunque esta vinculación no se encuentra explicitada en este.

Por último, cabe destacar que se proponen análisis cualitativos de los resultados (figura 12).

d. Protocolo 4: Sistemas materiales

El TPL sobre sistemas materiales presenta un objetivo que se encuentra en función de las actividades de lectura previamente realizadas (figura 13). Así, se puede observar cierta articulación entre las diferentes secciones que componen la propuesta general.

El protocolo de trabajo experimental se encuentra dividido en dos secciones principales: A y B. En la sección A (figura 14), puede observarse la vinculación con los contenidos incluidos en el texto. Esto no ocurre con la sección B (figura 15), donde incluso las actividades propuestas no se corresponden con la temática seleccionada. Debido a esto, el análisis del TPL se realizará diferenciando ambas secciones.

Con lo visto en los fundamentos de las experiencias y lo investigado en las actividades de pre-laboratorio, resuelva:

- i. ¿Cómo se evidencia la presencia de almidón en una muestra problema?
- ii. ¿Cuál de las muestras analizadas presenta almidón?
- iii. ¿Cómo se comprueba la acción de la enzima *Amilasa salival*?
- iv. ¿En qué sustancia de menor masa molecular fue transformado el almidón?

Figura 12. Actividades de poslaboratorio del TPL sobre polímeros.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

Experiencia de laboratorio

Objetivo: Diferenciar las dos clasificaciones de sistemas materiales vistas en el texto y formar distintas clases de sistemas a partir de varias sustancias.

Figura 13. Sección introductoria del TPL sobre sistemas materiales.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

- *Sección A.* El objetivo de esta sección está vinculado en parte con las actividades de lectura. No se cumple la diferenciación de las clasificaciones propuestas, pero las actividades apuntan

a formar distintas clases de sistemas a partir de diferentes sustancias. Los contenidos presentados son adecuados para el nivel escolar que se propone, un tercer año del nivel secundario. En este caso las observaciones presentan una guía determinada, aunque no se favorece la interpretación del fenómeno ni hay vinculación con situaciones cotidianas. Cabe destacar que las actividades realizadas previamente en el marco de la lectura resultarían complementarias para la actividad experimental propuesta, si bien esto no es explicitado en el protocolo.

Dentro de los procedimientos que se favorecen con las actividades propuestas, se destacan

la experimentación y la observación. Más allá de esto, la actividad carece de cualquier análisis posterior al registro de datos.

- *Sección B.* Atendiendo a que, como ya se adelantó, esta sección no se refiere a sistemas materiales, el objetivo propuesto no llega a cumplirse. Por otra parte, las actividades propuestas no son experimentales ni se favorece la vinculación con la experimentación realizada anteriormente.

Como característica común a ambas actividades (A y B), se destaca la ausencia de menciones a cuestiones relacionadas con la higiene y la seguridad en el laboratorio.

- A) Se colocaran diversas sustancias sobre la mesada, como agua, sal de mesa, arena, aceite, acetona, limaduras de hierro, hielo, talco, kerosene. Realice las siguientes actividades en grupos de cuatro o cinco alumnos.
- 1- Formar un sistema homogéneo con dos componentes.
 - 2- Formar un sistema heterogéneo con un componente
 - 3- Formar un sistema heterogéneo con tres componentes en estado sólido
 - 4- Formar un sistema heterogéneo con tres componentes y de tres fases en estado líquido
 - 5- Formar un sistema heterogéneo con dos componentes, uno en estado líquido y el otro en estado sólido.
 - a) Anotar las sustancias utilizadas para obtener los distintos sistemas.
 - b) Sacar fotos de cada sistema obtenido, compartirla entre los compañeros.
 - c) Realice el siguiente cuadro comparativo colocando las distintas clases de sistemas materiales según si es homogéneo o heterogéneo, la cantidad de componentes y las sustancias utilizadas y la cantidad de fases :

Sistema	Homogéneo/Heterogéneo	N° Componentes	Sustancias	Fases
1				
2				
3				
4				
5				

- d) ¿Qué propiedad existe entre sólidos y líquidos que permitió obtener los distintos sistemas heterogéneos y homogéneos? ¿Y entre distintos líquidos?

Figura 14. Sección A del TPL sobre sistemas materiales.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

B) a. ¿Cuánto varía la temperatura de un vaso de jugo con hielo si lo dejo 30 minutos sobre la mesa? Si en vez de dejarlo sobre la mesa lo guardo en una conservadora, ¿cuánto variará la temperatura? Justifique la respuesta y comente que clase de sistemas son según el intercambio de materia y energía en ambas situaciones.

b. ¿Cuánto varía la temperatura del agua recién hervida si la coloco en una taza y la dejo 30 minutos sobre la mesa? Si en vez de dejarlo sobre la mesa almaceno el agua recién hervida en un termo, ¿cuánto variará la temperatura luego de 30 minutos?

Justifique la respuesta y comente que clase de sistemas son según el intercambio de materia y energía en ambas situaciones.

Figura 15. Sección B del TPL sobre sistemas materiales.

Fuente: elaboración en el marco del desarrollo del taller extracurricular.

4. Discusión de resultados

Al analizar de manera conjunta los resultados antes presentados y en relación con los criterios propuestos, se encontró lo siguiente:

- Todos los protocolos propuestos presentan adecuación al nivel escolar y el grado de apertura es acorde a los sujetos para quienes estaría destinada la actividad experimental: dos de ellos están pensados para el ciclo básico del secundario, con actividades sencillas y más pautadas, y dos para el ciclo orientado del secundario, con actividades de mayor demanda cognitiva que incluyen reacciones químicas complejas.
- Los contenidos procedimentales que se favorecen son:
 - la observación, en todos los protocolos;
 - la interpretación, en uno de ellos;
 - el diseño experimental es una actividad propuesta en solo un TPL;
 - y la experimentación se propone en la mayoría de los TPL (dos de estos presentan un exceso de experimentos lo que podría generar confusión en los destinatarios respecto de cuál es el contenido que se espera que aprendan o bien cuál es el objetivo de la actividad).
- Solo en uno de los protocolos se explicitan precauciones relacionadas con la seguridad en el laboratorio; también se propone indagar acerca de la toxicidad de los reactivos a utilizar y se incluyen comentarios referidos a la manipulación de los reactivos.
- En general, se observa que si bien se favorece la observación, no se la orienta de forma adecuada, al no especificarse qué aspectos de la reacción deben observar. Por otra parte, en general no se tiene en cuenta la interpretación de las observaciones, lo que implica una desvinculación con los contenidos conceptuales; y cuando se la tienen en cuenta no está mediada a través de preguntas que favorezcan la comprensión de los fenómenos macroscópicos desde una perspectiva submicroscópica y a la luz del conocimiento científico.
- Las actividades referidas a análisis de datos se proponen solo en dos de los cuatro protocolos, siendo estas de tipo cualitativo, vinculadas con los contenidos conceptuales abordados o con los objetivos propuestos.
- Si bien en tres protocolos se proponen vinculaciones con situaciones de la vida cotidiana, solo en uno se trabaja una actividad como aplicación a estas situaciones estrechamente vinculadas a la interpretación del fenómeno. En los dos restantes, la vinculación se presenta contextualizando

la actividad experimental, previo a la manipulación de los materiales pero no presentan actividades posteriores de vinculación a fenómenos del entorno.

- En general, los protocolos están vinculados a las actividades de lectura que complementan esta propuesta. En algunos casos esta vinculación está implícita, solo en uno de los protocolos se recomienda explícitamente revisar el texto trabajado en la actividad de lectura para poder realizar una síntesis como actividad de poslaboratorio.
- Finalmente, respecto a la vinculación entre los objetivos y las actividades observamos que a) en dos casos se explicitan, pero no todos los objetivos propuestos se vinculan con la actividad a desarrollar; b) en un caso no se explicitan y en el otro protocolo se solicita a los destinatarios de la propuesta que una vez finalizado el trabajo experimental elaboren los objetivos, lo cual indicaría que, a criterio del futuro docente, se pueden inferir con facilidad.

5. Conclusiones

De los resultados obtenidos con los estudiantes de esta muestra, se evidencian elementos que podrían resultar facilitadores y otros obstaculizadores de la futura práctica docente exitosa en Ciencias Naturales.

Entre los elementos facilitadores, se destacan:

- La adecuación de las actividades al nivel de escolaridad, esto permite que no haya un desfase entre los procesos cognitivos requeridos para los estudiantes y los que realmente están en condiciones de desarrollar.
- La propuesta, en algunos casos, de análisis cualitativos, lo que podría favorecer la vinculación con los contenidos conceptuales pero en los protocolos analizados la actividad se limitó a la obtención o verificación de datos cualitativos y no se aprovechó para desde ahí favorecer la interpretación de los fenómenos.

- La propuesta de situaciones contextualizadas a la vida cotidiana en el marco del TPL, esto contribuye a dar significación a los distintos contenidos a través de la aplicación en casos concretos. Sin embargo, sería conveniente, para optimizar la transferencia de los contenidos, que se presentaran otras situaciones similares que suceden en otros contextos.

Entre los elementos obstaculizadores, se señalan:

- La cuasiusencia de menciones explícitas en relación con los elementos de higiene o seguridad puede constituirse en un inconveniente si los estudiantes no estuvieran acostumbrados al trabajo con elementos de laboratorio que pueden resultar peligrosos.
- El camino entre observación e interpretación generalmente no se presenta facilitado por las actividades, lo que podría producir que aun en el caso en el que los alumnos realicen de forma adecuada las observaciones, no logren realizar interpretaciones de manera correcta.
- Las vinculaciones del TPL con otras actividades, como puede ser el trabajo de análisis de texto, sería recomendable que se encuentren interrelacionadas, de modo que, además de brindar una mejor comprensión de los contenidos conceptuales involucrados, un análisis previo facilite el desarrollo de interpretaciones de los fenómenos en estudio.
- Tanto el exceso de actividades experimentales –lo que dificulta disponer del tiempo para analizar los resultados–, como la falta de explicitación de los objetivos– lo que hace que los alumnos desconozcan la finalidad del TPL–, dificultan la interpretación de los fenómenos estudiados, como así también el aprendizaje de los contenidos involucrados.

De manera general, se considera necesario tener en cuenta en el diseño del protocolo la diferencia entre observar un fenómeno, realizar una interpretación de este (para lo que, en algunos casos, se

necesitan conocimientos de la materia a nivel sub-microscópico) y hacer transferencia de los contenidos y resultados al análisis de situaciones cotidianas o significativas para los estudiantes. Por todo esto sería recomendable formar a los futuros docentes en la revisión de sus diseños experimentales, para así orientar las observaciones, incorporar preguntas o análisis que faciliten las interpretaciones y, finalmente, proponer actividades tendientes a movilizar estos nuevos aprendizajes para aplicar en el análisis y resolución de situaciones cotidianas.

A partir de estos resultados, surgen nuevas preguntas para continuar investigando acerca de las características del trabajo experimental en la formación de estos futuros docentes, y sobre las acciones que deberían favorecerse desde la formación docente inicial para potenciar los elementos favorecedores y ayudar a la superación de los elementos obstaculizadores.

6. Referencias bibliográficas

- ACEVEDO DÍAZ, J.A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 1, n. 1, pp. 3-16. 2004.
- ADÚRIZ BRAVO, A. Un nuevo lugar para la “intervención experimental” en la ciencia escolar. **Revista 12(ntes)**, Buenos Aires, v. 3, n. 24, pp. 4-5. 2008.
- BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Barcelona, v. 14, n. 3, pp. 365-379. 1996.
- CAAMAÑO, A. Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿Una clasificación útil de los trabajos prácticos? **Alambique**, Barcelona, v. 39, n. 8, pp. 8-19. 2004.
- CHINCHILLA BUELVAS, F.J. Enseñanza de la física orientando la práctica experimental como investigación. **Revista Científica**, Zulia, n. 27, pp. 181-194. 2017.
- DOMIN, D.S. A Content Analysis of General Chemistry Laboratory Manuals for Evidence of High-Order Cognitive Tasks. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 76, n. 1, pp. 109-111. 1999.
- FERNÁNDEZ, N.; AMÓRTEGUI, E.F. Trabajos de campo y de laboratorio: dos escenarios en la enseñanza de la biología y la formación docente. **Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza**, Bogotá, v. 10, n. 19, pp. 1541-1547. 2017.
- FLORES, J.; CABALLERO, M.C.; MOREIRA, M.A. El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. **Revista de Investigación**, Caracas, n. 68, pp. 75-112. 2009.
- FRANCO MORENO, A.R.; VELASCO VÁSQUEZ, M.A.; RIVEROS TORO, C.M. Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016). **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, Bogotá, n. 41, pp. 37-56. 2017.
- FURMAN, M. Investigando se aprende. El desarrollo del pensamiento científico a través de indagaciones guiadas. 24p. Módulo 3. **Diplomatura Superior en Enseñanza de las Ciencias, FLACSO**. 2006.
- GELLON, G. *et al.* **La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla**. Paidós. Buenos Aires: Argentina, 2005.
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, L.; CRUJEIRAS PÉREZ, B. Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 34, n. 3, pp.143-160. 2016.
- HODSON, D. **Redefining and reorienting practical work in school science**. En: LEVINSON, R. (ed). *Teaching Science*. Routledge. Londres: Reino Unido, 2005. pp. 159-163.
- JIMÉNEZ VALVERDE, G.; LLOBERA JIMÉNEZ, R.; LLITJÓS VIZA, A. Los niveles de apertura en las prácticas cooperativas de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 4, n. 3, 2005.

- JIMÉNEZ VALVERDE, G.; LLOBERA JIMÉNEZ, R.; LLITJÓS VIZA, A. La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de Química: los niveles de abertura. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 24, n. 1, pp. 59-70. 2006.
- KAUDERER, M. De la química que enseñamos a la que queremos enseñar. En: KAUFMAN, M.; FUMAGALLI, L. (comp.). **Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas**. Paidós. Buenos Aires: Argentina, pp. 211-238. 1999.
- LATOUR, B. Give Me a Laboratory and I will Raise the World. En: KNORR-CETINA, K.; MULKAY, M. (eds.). **Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science**. Sage. Londres, Reino Unido, pp. 141-170. 1983.
- MAZZITELLI, C. *et al.* La observación en prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas. En: Libro de memorias de las XI JORNADAS NACIONALES Y VIII JORNADAS INTERNACIONALES DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA UNIVERSITARIA, SUPERIOR, SECUNDARIA Y TÉCNICA (JEQUSST-2017). Buenos Aires, 24 al 27 de octubre de 2017, Asociación Química Argentina. v. 1, pp. 749-756, 2017.
- OSORIO, C. La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 28, pp. 61-82. 2002.
- PÉREZ, B.C.; ALEIXANDRE, M.P.J. Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Barcelona, v. 33, n. 1, pp. 63-84. 2015.
- SANJUÁN MOLTÓ, I.S. *et al.* Combatiendo el aburrimiento en prácticas de laboratorio. En: MEMORIAS DEL PROGRAMA DE REDES-13CE DE CALIDAD, INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA, Alicante, Convocatoria 2016-17. Instituto de Ciencias de la Educación. pp. 2086-2088. 2017.
- SARMIENTO, L.M. *et al.* Utilización de tutoriales en trabajos prácticos de laboratorio: experiencia y evaluación para un caso en electrostática. **Revista de Enseñanza de la Física**, Córdoba, n. 29, pp. 297-304. 2017.
- SUÁREZ ARROYO, B. **La formación en competencias: un desafío para la educación superior del futuro**. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona: España, 2005.
- VALENCIA, K.; TORRES, T. Impacto formativo de las prácticas de laboratorio en la formación de profesores de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n. extra, pp. 3033-3038. 2017.
- ZORRILLA, E. Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales desde una perspectiva psicosocial. 238p. Doctorado en Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. 2019.
- ZORRILLA, E. G.; MAZZITELLI, C. A. ¿Qué opinan los alumnos ingresantes a carreras de formación docente en Ciencias Naturales sobre las prácticas de laboratorio? **Revista de Enseñanza de la Física**, Córdoba, n. 28, pp. 77-83. 2016.