



## EXPLICAR FENÓMENOS DESDE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN FUTUROS PROFESORES DE CIENCIAS NATURALES

**Autores.** 1. Miyerdady Marín Quintero. 2. Vivian Andrea Rodríguez Valencia 1. Universidad del Valle. miyerdady.marin@correounivalle.edu.co; 2; Universidad del Valle. vivian.rodriguez.valencia@correounivalle.edu.co.

**Tema.** Eje temático 7.

**Modalidad.** 1. Nivel educativo universitario.

**Resumen.** Este estudio analiza la habilidad de explicar manifestada por futuros profesores de ciencias en el proceso de construir explicaciones sobre un fenómeno químico en el laboratorio. La metodología cualitativa y se adopta como diseño la investigación acción. La muestra tres profesores de ciencias en formación inicial. Los participantes respondieron a los elementos de las guías de seguimiento de actividades experimentales. El instrumento de análisis de la habilidad objetivo se desarrolló a partir de Gilbert et al., (1998) y Jorba et al., (2000). Los resultados muestran logros positivos, los futuros profesores de ciencias logran construir explicaciones descriptivas, interpretativas, causales y predictivas del fenómeno en estudio, y aprendizajes de los conceptos asociados, a través del empleo de la estrategia de la actividad experimental con enfoque basado en resolución de situaciones problemáticas.

**Palabras claves.** Actividad experimental, Explicar fenómenos, Formación docente.

### Introducción

Un importante objetivo de la educación científica es la formación de individuos con autonomía y con capacidad de investigar el entorno para comprenderlo, transformarlo y construir conocimiento alrededor de lo que se investiga. Investigar se asocia a formular y resolver problemas, en consecuencia, se hace necesario que desde la clase de ciencias naturales los estudiantes tengan la oportunidad de afrontar auténticos problemas y con la orientación del profesor ensayen estrategias de solución afines a las características de la actividad científica y que contribuyan a ampliar sus conocimientos. Sutton (1997) propone que si se desea que los profesores y estudiantes entiendan “qué hacen los científicos”, es decir, aprendan sobre la práctica de la ciencia se necesita que ellos se concentren en el lenguaje y en el experimento. El papel del lenguaje oral y escrito por su potencial en el desarrollo de aprendizajes y para comunicar las ideas acerca de los fenómenos que se estudian ya que para aprender ciencias es necesario aprender a hablar y a escribir sobre ciencias (Sanmartí, García e Izquierdo, 2002). En cuanto al experimento, la posibilidad que brinda para descubrir, reproducir e intervenir los fenómenos, relacionar las teorías y los modelos con la experiencia, y suministrar oportunidad para que los estudiantes construyan el conocimiento que explican los fenómenos estudiados.

Por ello, la complementariedad de las competencias científica y lingüística en los estudiantes son determinantes en la educación científica, siendo en definitiva los profesores responsables de su enseñanza explícita. Sin embargo, y a pesar de su importancia, diversos autores reportan falencias en la formación de profesores entre las que se destacan: 1) las prácticas de laboratorio en educación superior tienen enfoque tradicional, tipo “receta de cocina” que el estudiante debe seguir (Galvis, Laiton y Ávalo, 2017), 2) sobre las actividades experimentales Pastorino, Correa y Raffaini (2016) ponen en evidencia que los practicantes optan por aquellas demostrativas de la teoría y que priorizan encontrar la respuesta correcta, a lo que subyacen concepciones inadecuadas de ciencia y de la práctica de la ciencia, 3) respecto al contenido de reacciones de oxidación-reducción son consideradas difíciles de enseñar y aprender. Los estudios proponen principalmente la experimentación como estrategia didáctica para su enseñanza (Goes, Nogueira y Fernández, 2020), sin embargo, son

abordadas mediante problemas abstractos y descontextualizados, a pesar de que algunas pueden reproducirse fácilmente en el aula o laboratorio a partir de reactivos y materiales de fácil adquisición y de bajo costo, como es el caso de la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno. Este contenido es considerado relevante, puesto que sirve para explicar muchos fenómenos de la cotidianidad y para comprender diversos conceptos que forman parte de la cultura científica. 4) Córdoba, Castelblanco y García (2018) afirman que los resultados de diversas investigaciones demuestran que las habilidades para explicar, justificar y argumentar son motivo de preocupación en el ámbito de la educación superior. Finalmente, existe poca evidencia sobre las explicaciones producidas en el laboratorio didáctico de química durante la formación de profesores de ciencias.

Este estudio apunta a la necesidad de proponer estrategias de enseñanza para remediar estas dificultades con la intención de aportar a la calidad de la educación científica y la formación de profesores de ciencias, por ello, nos planteamos: ¿Las actividades experimentales sobre la descomposición del peróxido de hidrógeno promueven la construcción de explicaciones del fenómeno químico en futuros profesores de ciencias? El objetivo es analizar la habilidad de explicar fenómenos elaborados por profesores en formación inicial en relación a la descomposición del peróxido de hidrógeno en el laboratorio didáctico.

## Referente teórico

### Las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales

En la enseñanza de las ciencias naturales se plantea el laboratorio didáctico como un ambiente cognitivo fértil. Marín (2010) propone el trabajo práctico del laboratorio en contexto de resolución de problemas en la formación de profesores como alternativa a las prácticas de tipo ilustrativo y demostrativo de la teoría. Algunas de sus principales características son: Implica el estudio de casos particulares de fenómenos que se vinculen con los contenidos de enseñanza; se contextualiza el conocimiento científico a enseñar al incluir el acercamiento a situaciones de la vida cotidiana que resulten problemáticas; se elaboran preguntas centrales que formen parte del contexto problemático en el que se ubica el proceso de construcción del contenido y que propicie el estudio del fenómeno con miras a que se reconozcan las distintas explicaciones; las actividades experimentales se presentan con enfoque basado en resolución de situaciones problemáticas que para hallar su solución exige un tratamiento tanto teórico como metodológico, con el fin de promover la integración de la teoría y la experimentación. Finalmente, se distinguen tres fases didácticas: la primera, el pre-trabajo experimental, en la que se sitúa el campo teórico específico de estudio, se presenta el problema central y se plantean las situaciones problemáticas que derivan el proceso de resolución del problema. La segunda fase refiere al trabajo experimental en el que se desarrollan las actividades experimentales que resuelven las situaciones problemáticas y el post-trabajo experimental, en cuya fase se da solución al problema y se revisa el aprendizaje de los estudiantes.

García y Calixto (1999) y Colado (2006) coinciden en afirmar que las actividades experimentales promueven diversos beneficios en los estudiantes, entre ellos: a) generan y refuerzan la formación del pensamiento científico, b) permiten que se familiaricen con la actividad investigativa, que incluye métodos de observación y experimentación mediante la problematización de la realidad, c) propician una mejor valoración y actitud hacia el estudio de la asignatura y la ciencia, y d) crean el hábito de tratar de dar explicaciones a los hechos, generan un sentido crítico y despiertan la curiosidad.

Del Carmen (2000) aporta a la conceptualización de las actividades experimentales cuando las define como una variedad de tareas que involucran metodologías de intervención de tipo experimental y observacional; involucran procedimientos

científicos y requieren el uso de material específico; pueden llevarse a cabo en el aula o laboratorio, y, consecuentemente, implicar mayor complejidad de organización que las actividades habituales. Presentan distintos niveles de apertura según los procesos cognitivos que se potencian en el estudiante (Jiménez, Llobera y Llitjós, 2006). Además, de su realización en entornos alternativos al laboratorio real, como lo muestran estudios recientes que aportan al análisis, características, desarrollo, aprendizajes y evaluación formativa del uso de laboratorios virtuales y remotos aplicados a la enseñanza universitaria de las ciencias (Mazzeo et al., 2016; Loro, 2018; Contreras et al., 2019; Vargas, Cuero y Torres, 2020).

### La explicación de fenómenos en la clase de ciencias

Explicar es una de las prácticas discursivas más importantes de la ciencia y su enseñanza (Rodríguez y Pereira, 2018), que aun siendo dos ámbitos distintos, podemos reconocer diferencias y convergencias; una diferencia sería la relevancia que se le atribuye a la explicación en el contexto científico, que buscan proponer causas o relaciones que justifiquen la ocurrencia de fenómenos y creen nuevos conocimientos, mientras que en el contexto educativo, el acto de explicar es para la comprensión de los fenómenos y desarrollar la comprensión sobre un cuerpo de conocimientos preexistentes (Custódio, Cruz y Pietrocola, 2011). Como punto de encuentro entre dichos ámbitos, Donaldson (1986) entiende la explicación como una actividad verbal que se desarrolla en un contexto interactivo que favorezca el intercambio de ideas y negociación de significados y, en consecuencia, necesita ciertas condiciones sociales para producirse (citado en Mirtes y Martins, 2007).

Desde esta perspectiva, los profesores tenemos el reto de conseguir que los estudiantes elaboren explicaciones científicas sobre los hechos y fenómenos de su entorno. Existen diferentes tipos de explicación de fenómenos en ciencias, Gilbert, Boulter y Rutherford (1998), proponen una tipología de explicaciones basada en respuestas a preguntas sobre el fenómeno según las siguientes categorías: 1) ¿Por qué se solicita la explicación, es decir, ¿cuál es el problema al que se responde? (explicación intencional); 2) ¿Cómo se comporta el fenómeno explicado? (explicación descriptiva); 3) ¿De qué se compone el fenómeno? (explicación interpretativa); 4) ¿Por qué el fenómeno se comporta como lo hace? (explicación causal); y 5) ¿Cómo debería comportarse en otras circunstancias? (explicación predictiva). Esta tipología de explicaciones brinda elementos fundamentales ya que permite estudiar más a fondo un fenómeno natural e invita a los estudiantes a cuestionarse sobre el mundo que los rodea y a comprenderlo. Por su parte, Barrera y Jiménez (2013) contribuyen con algunas pautas que distinguen cada uno de los tipos de explicaciones científicas.

### Metodología

La metodología del estudio de corte cualitativa y descriptiva, según Hernández, Fernández y Baptista (2010), “el enfoque cualitativo busca comprender la perspectiva de los participantes (individuos o grupos pequeños de personas) acerca de los fenómenos que los rodean, profundizar en sus experiencias, perspectivas, opiniones y significados” (p. 365). Se adoptó como diseño la investigación-acción que derivó cuatro etapas: 1. Diagnóstico, se aplicó una prueba inicial en la que se presentan cuatro situaciones problemáticas que vinculan la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno y que deben dar respuesta aplicando los conocimientos que han adquirido previamente y que permiten dar explicación al fenómeno, el producto de la prueba es la entrega de un primer texto escrito, 2. Planificación de cuatro actividades experimentales siguiendo los aportes de Marín (2010) correspondientes a cada tipo de explicación del fenómeno en estudio (descriptiva, interpretativa, causal y predictiva), 3. Aplicación de las actividades experimentales en el laboratorio; se usan guías de laboratorio con nivel de apertura 4 (Jiménez et al, 2006), al culminar cada participante entrega un segundo texto escrito que consignó las explicaciones construidas sobre el fenómeno y que dan respuesta a las situaciones problemáticas

de la prueba inicial, y 4. Observación y reflexión sobre los resultados obtenidos. Se analizan los textos escritos y se comparan para determinar niveles de desempeño de los participantes respecto a la calidad de las explicaciones sobre el fenómeno que fueron construidas antes y después de las actividades experimentales. La muestra, tres profesores de ciencias naturales en formación inicial de una universidad pública, participaron de forma voluntaria. Para el momento de la realización del estudio los participantes habían cursado las asignaturas de Química pero sin experiencias anteriores en la realización de actividades experimentales sobre la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno.

El instrumento de recolección de información se elaboró desde Gilbert et al. (1998) y Jorba et al. (2000), se utilizó una rejilla acompañada de una pauta de valoración. La rúbrica tiene como función básica proveer una medida del desempeño de los participantes dentro de una escala ordinal y que permite emitir juicios valorativos sobre la calidad de las explicaciones construidas por cada uno de los PFI manifiestas en los textos escritos. La rúbrica está constituida cuatro subcategorías (tipos de explicación) y por un conjunto de elementos (17 indicadores en total) que pueden ser valorados de manera separada y cuyas escalas usadas fueron: escala (1) No hay presencia del indicador; escala (2) La presencia del indicador es aceptable; escala (3) La presencia del indicador cumple satisfactoriamente. En consecuencia, la puntuación máxima y mínima para cada subcategoría fue: subcategoría 1, explicación descriptiva (máximo 9 y mínima 3); subcategoría 2, explicación interpretativa (máximo 18 y mínima 6); subcategoría 3, explicación causal (máximo 12 y mínima 4); subcategoría 4, explicación predictiva (máximo 12 y mínima 4), para hallar la valoración de cada subcategoría se calcula la sumatoria de los datos obtenidos. La determinación del desempeño de los DFI respecto a la categoría Explicación del fenómeno, se logró al calcular la sumatoria general de los datos obtenidos por cada subcategoría, de este modo, las valoraciones agrupadas arrojan una calificación (máxima 51 y mínima 17). Esta sumatoria en conjunto forma los rangos que se plantean en niveles distribuidos en Bajo (rango 17 - 28), Medio (rango 29 - 39) y Alto (rango 40 - 51).

## Resultados y discusión

En la tabla 1 se presenta los resultados obtenidos de los tres profesores de formación inicial (PFI1, PFI2, PFI3), muestra el puntaje individual total antes y después de la aplicación de las actividades experimentales para cada subcategoría (tipos de explicaciones del fenómeno) y la valoración general de la categoría Explicación de fenómenos. Los datos hallados en la prueba inicial demuestran que el nivel de desempeño obtenido para la categoría Explicación de fenómenos en PFI1 es bajo (puntuación 28) mientras que PFI2 y PFI3 obtienen un desempeño medio con puntajes 31 y 34 respectivamente. En contraste con los datos logrados en la prueba final los datos demuestran un incremento en la puntuación obtenida en los tres participantes que conllevó a un mejor nivel de desempeño, y por tanto a un cambio que se muestra de la siguiente manera: el PFI obtiene un progreso hacia un nivel de desempeño medio (puntuación 39), por su parte, PFI2 y PFI3 avanzan a un nivel de desempeño alto de acuerdo a las puntuaciones obtenidas, 46 y 48 respectivamente.

Respecto a los resultados obtenidos para cada subcategoría se encuentra que los PFI construyen explicaciones descriptivas e interpretativas del fenómeno con mayor desempeño, en contraste con las explicaciones de tipo causal y predictivas. Este resultado coincide con trabajos anteriores que indican que prácticamente éstas últimas poco son requeridas a los estudiantes y por tanto, la habilidad de explicar las causas y de predecir el fenómeno aún se muestra en desarrollo, mientras que la habilidad de explicar de modo descriptivo e interpretativo el fenómeno son más usuales en la clase de ciencias y se encuentra en fortalecimiento.

Tabla 1. Subcategorías e indicadores de la categoría de Explicación de fenómenos y los niveles de desempeño en las valoraciones inicial y final (V<sub>inicial</sub> y V<sub>final</sub>) para cada uno de los profesores en formación inicial (PFI)

Categoría: Explicación de fenómenos							
Subcategorías	Indicador	PFI 1		PFI 2		PFI3	
		V <sub>inicial</sub>	V <sub>final</sub>	V <sub>inicial</sub>	V <sub>final</sub>	V <sub>inicial</sub>	V <sub>final</sub>
Explicación descriptiva	Identifica los componentes del fenómeno.	2	3	3	3	2	3
	Enumera cualidades, propiedades y características del fenómeno identificando lo esencial de dicho fenómeno.	2	3	2	3	3	3
	Entrega la mayor cantidad de información respecto al fenómeno observado, sin que esta sea innecesaria.	2	2	2	3	2	3
Valoración de la subcategoría Explicación descriptiva		6	8	7	9	7	9
Explicación interpretativa	Refiere a las condiciones en que se presenta el fenómeno.	2	3	1	2	2	3
	Identifica las distintas maneras en que se puede manifestar el fenómeno, es decir, cómo es su comportamiento inicial y bajo el efecto de la manipulación experimental.	1	2	1	2	2	3
	Es capaz de relacionar el fenómeno con la teoría científica correspondiente.	1	2	2	2	2	3
	Identifica los conceptos científicos involucrados.	2	2	3	3	2	3
	Da la importancia adecuada a cada parte del fenómeno.	1	2	1	2	2	3
	Categoriza las variables involucradas según incidencia en el fenómeno.	2	2	1	3	2	2
Valoración de la subcategoría Explicación interpretativa		9	13	9	14	12	17
Explicación causal	Analiza las causas del fenómeno	2	2	2	3	2	3
	Posee claridad en los conceptos y modelos. Sus representaciones mentales del fenómeno son simples y adecuadas.	2	3	3	3	2	3
	Aprovecha sus propios conocimientos científicos para mejorar su representación mental del fenómeno.	2	3	2	2	2	3
	Plantean pruebas empíricas de las proposiciones de la teoría	1	2	1	3	1	2
Valoración de la subcategoría Explicación causal		7	10	8	11	7	11
Explicación predictiva	Anticipa el comportamiento del fenómeno, es decir, se pronostican eventos que aún no ocurren y que pueden ser explicados antes de que sucedan, apoyados en la teoría.	1	2	2	3	2	3

Categoría: Explicación de fenómenos							
Subcategorías	Indicador	PFI 1		PFI 2		PFI3	
		Vinicial	Vfinal	Vinicial	Vfinal	Vinicial	Vfinal
	Identifica los factores fundamentales que influyen en el fenómeno.	2	2	2	3	3	3
	Analiza eventos que aparentemente son diferentes, pero representan el mismo fenómeno.	1	2	1	3	1	2
	Entrega soluciones válidas a la problemática que representa el fenómeno, basadas en sus conocimientos científicos.	2	2	2	3	2	3
Valoración de la subcategoría Explicación predictiva		6	8	7	12	8	11
Valoración General de la categoría Explicación de fenómenos		28	39	31	46	34	48

Fuente: Propia

A partir de los resultados anteriores, se puede afirmar que es posible contribuir en el desarrollo y fortalecimiento de la habilidad de explicar mediante el empleo de las actividades experimentales con enfoque basado en resolución de situaciones problemáticas en torno a la explicación del fenómeno de la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno. Lo cual nos lleva a coincidir con lo expuesto por Sanmartí et al., (2002) al manifestar que el desarrollo y la promoción de dicha habilidad cognitivo-lingüística se da a través de actividades específicas y en relación al aprendizaje de contenidos curriculares. Como también la necesidad de renovación de las prácticas experimentales en las cuales se conjuga la relación entre el fenómeno, los contenidos y los problemas; al favorecer en los participantes la comprensión integral del fenómeno y propiciar la solución al problema aplicando el contenido de ciencias que explica científicamente el fenómeno (Marín, 2010).

Se observó en los PFI que en el tránsito de la oralidad al acto de escritura de los textos se hicieron manifiestas algunas dificultades y que requirieron mayor acompañamiento, esto se comprende ya que se pone de manifiesto la competencia comunicativa de los estudiantes en el momento de producir un texto, al ser necesario hablar y escribir sobre las ideas y las experiencias y (Jorba, Gómez y Prat, 2000) y en cuya elaboración textual se demanda un complejo proceso de organización y estructuración de las mismas, como lo plantea Sanmartí et al. (2002). Además, de actitudes científicas al trabajar en forma reflexiva y que les requirió ser precisos, sistemáticos, ordenados y un trabajo debidamente planificado para cumplir con los elementos solicitados en la construcción de las explicaciones, como lo manifestó uno de los participantes: "requirió un mayor esfuerzo en el proceso de planeación de lo que se quiere comunicar, realización, revisión del escrito y luego compartirlo para saber si lo que es escribió dio cuenta del propósito de brindar explicación al fenómeno" (PFI1). Finalmente, en la etapa de reflexión de la investigación, los participantes consideraron que la actividad de escritura fue positiva, en su opinión expresan: el texto escrito se constituyó en "una herramienta útil para fortalecer la comprensión del fenómeno y el aprendizaje de conocimientos" (PFI3).

## Conclusiones

El uso de la estrategia didáctica de la actividad experimental con enfoque basado en resolución de situaciones problemáticas en el laboratorio de química contribuyó al desarrollo y fortalecimiento de la habilidad de explicar fenómenos



**Lema.**

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

en los futuros profesores de ciencias, en particular, la construcción de explicaciones sobre la descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno.

Valoramos acertada la intervención educativa por su carácter innovador en la formación de los profesores de ciencias fundamentalmente por cuatro aspectos: (i) el carácter indagatorio, colaborativo y dialógico de las actividades experimentales que enriquecieron las explicaciones construidas por los profesores en formación inicial; (ii) el uso de guías de práctica de laboratorio que se caracterizaron por plantear tareas y brindar pautas diferenciadas según el tipo de explicación al fenómeno solicitada: descriptiva, interpretativa, causal y predictiva y con nivel de apertura 4 como alternativa a las guías de práctica tipo receta de cocina; (iii) el seguimiento continuo a la producción de los textos por parte de los investigadores y autorregulado de la escritura resultó una actividad estratégica y favorable en la calidad de las explicaciones. (iv) el instrumento utilizado para valorar la habilidad objetivo y su capacidad de informar el nivel de desarrollo de distintas dimensiones de la habilidad de explicar fenómenos.

### Referencias bibliográficas

- Barrera, R., y Jiménez, P. (2013). *Análisis de las explicaciones científicas del estudiantado de primero medio según el sexo*. (Doctoral dissertation). Universidad de Santiago de Chile, Santiago de Chile.
- Colado, J. (2006). Elaboración, diseño y ejecución de las actividades experimentales de Ciencias Naturales: estructura didáctica para el nivel secundario. *Varona*, (42), 30-38.
- Contreras, J., Sarango, C., Jara, D., y Agila, M. (2019). Implementación de un Laboratorio Remoto (LR), como recurso de apoyo en un sistema de Educación a Distancia. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E17), 923-935.
- Córdoba, F., Castelblanco, J. y García-Martínez, A. (2018). Desarrollo de las habilidades cognitivo-lingüísticas en ciencias bajo la modalidad de educación virtual a distancia. *Enseñanza de las ciencias*, 36(3), 163-178.
- Custódio, J., de Souza Cruz, F. y Pietrocola, M. (2011). Explicações científicas, explicações escolares e entendimento. *Alexandria*, 4(2). 179-204.
- Del Carmen, L. (2000). Los Trabajos Prácticos. En F. J. Perales Palacios y P. Cañal de León (Dir.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoy: Marfil, (11), 267-287.
- Donaldson, L. (1986). *Children's explanations: a psycholinguistic study*. New York: Cambridge Univ. Press, 1986.
- Galvis, M., Laitón, P. y Ávalo, A. (2017). Prácticas de laboratorio en educación superior: ¿cómo transformarlas? *Actualidades Pedagógicas*, 1(69), 81-103.
- García, M. y Calixto, R. (1999). Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica. *Perfiles educativos*, (84).
- Gilbert, J., Boulter, C. y Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part I: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.

- 
- Goes, F., Nogueira, K. y Fernández, C. (2020). Limitations of teaching and learning redox: a systematic review. *Problems of Education in the 21st Century*, 78(5), 698-718.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5ta Edición. México, México D.F.: Editorial McGraw Hill.
- Jiménez, G., Llobera, R. y Llitjós, A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de apertura. *Enseñanza de las ciencias*, (24), 59-70.
- Jorba, J., Gómez, I., y Prat, À. (2000). Hablar y escribir para aprender: uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares. Madrid, *Síntesis/ICE* de la UAB.
- Loro, F. G. (2018). *Evaluación y aprendizaje en laboratorios remotos: Propuesta de un sistema automático de evaluación formativa aplicado al laboratorio remoto VISIR*. (Doctoral dissertation, UNED. Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)).
- Marín, Q. M. (2010). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas. *Educyt*, 1, 37-52.
- Mazzeo, H., Rapallini, J., Zabaljauregui, M., y Rodríguez, O. (2016). *Diseño de plataforma remota para prácticas de laboratorio Laboratorios virtuales y remotos aplicados a la enseñanza universitaria*, XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (Buenos Aires), 10.
- Mirtes y Martins (noviembre, 2007). *Explicação no ensino de ciências naturais um caminho a percorrer*. Trabajo presentado en VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências UFSC, Florianópolis.
- Pastorino, I., Correa, A. y Raffaini, G. (2016). Las actividades experimentales en la formación inicial de profesores de biología de la UNRC. *Educación, Formación e Investigación*, 2(3), 1-11.
- Rodrigues, R. y Pereira, A. (2018). Explicações no ensino de ciências: revisando o conceito a partir de três distinções básicas. *Ciência & Educação*, 24(1), 43-56.
- Sanmartí, N., García, P. e Izquierdo, M. (2002). Aprender ciencias aprendiendo a escribir ciencias. *Educación abierta*, (160), 141-174.
- Sutton, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique* (12), 8 -32.
- Triana, K., Herrera, D., y Mesa, W. (2020). *Importancia de los laboratorios remotos y virtuales en la educación superior*. ECBTI, 1(1). <https://doi.org/10.22490/ECBTI.3976>.