



ANÁLISIS DE DIBUJOS DE UN LABORATORIO, ANTES Y DESPUÉS DE UNA SALIDA DE CAMPO, PARA TRABAJAR NATURALEZA DE LA CIENCIA CON DOCENTES EN FORMACIÓN

Rita Guadalupe González Dueñas

Benemérita y Centenaria Escuela Normal de Jalisco
2019.rita.gonzalez@bycenj.edu.mx

Adriana Piedad García Herrera

Benemérita y Centenaria Escuela Normal de Jalisco
adrianapiedad.garcia@bycenj.edu.mx

Silvia Eduvigis Hinojosa Rizo

Benemérita y Centenaria Escuela Normal de Jalisco
silvia.hinojosa@bycenj.edu.mx

Área temática: 6. Educación en campos disciplinares

Línea temática: 2. Educación en Ciencias

Tipo de ponencia: Reporte final de investigación



Resumen

El trabajo que se presenta tiene su origen en el enfoque explícito para el estudio de la Naturaleza de la ciencia (NdC), que se corresponde con el plan 2018 de la Licenciatura en Educación Primaria. Forma parte de una investigación más amplia sobre el impacto de la salida de campo a un laboratorio de ciencias en docentes en formación. El recorte que hace en esta ponencia responde a la pregunta ¿Cómo se modifican las ideas acerca de los procedimientos e instrumentos de producción del conocimiento científico, después de la salida de campo? Considerando las dimensiones de análisis de la NdC propuestas por Beltrán (2021), específicamente la que se refiere a la Metodología científica.

Considerando las fases de la metodología se pidió a los estudiantes resolvieran un cuestionario que incluía hacer un dibujo acerca de las personas que hacen ciencia en su lugar de trabajo cotidiano, antes y después de una visita. El análisis de los dibujos se hizo por medio de una lista de cotejo y los resultados que se presentan se refieren solamente a tres preguntas vinculadas con la presencia de computadoras. Los resultados muestran un aumento de la presencia de computadoras y la representación del laboratorio *in silico* en las tres preguntas analizadas. Estos resultados reflejan la potencialidad de las salidas de campo en el conocimiento de una ciencia auténtica y contemporánea, así como de la reflexión actualizada acerca de la NdC en futuros docentes de educación primaria.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias, Laboratorio de ciencias, Formación inicial de profesores, Naturaleza de la Ciencia, Salida de campo.

Introducción

La formación inicial en el área de ciencias para futuros docentes de educación primaria ha sufrido cambios vertiginosos en los últimos 10 años. Son tres los planes de estudio que se han implementado en el periodo de referencia: plan 2012, plan 2018 y plan 2022. El lugar que ocupan las asignaturas de ciencias en el currículum de la Licenciatura nos muestra un desplazamiento hacia los primeros semestres de la formación y en el plan actual una reducción de horas para su estudio. Esta característica de trabajo con estudiantes de recién ingreso a la Licenciatura nos brinda la oportunidad de colocar cimientos fuertes, que se espera perduren a lo largo de la formación.

Tal es el caso del enfoque explícito para el estudio de la Naturaleza de la Ciencia (SEP, 2018) en los primeros semestres. Acercar a los futuros docentes a escenarios reales de producción científica, les permitirá confrontar sus ideas iniciales y ajustar sus conocimientos con los enfoques actuales de trabajo en un laboratorio de ciencias. Para tal fin nos planteamos la pregunta de investigación ¿Cómo se modifican las ideas acerca de los procedimientos e instrumentos de producción del conocimiento científico, después de una salida de campo a un laboratorio de ciencias?

El análisis que presentamos forma parte de una investigación más amplia sobre Naturaleza de la Ciencia, que retoma el material propuesto por Beltrán (2021) para promover actitudes positivas hacia las ciencias en educación secundaria, haciendo una adaptación para la formación inicial docente. La investigación abarca tres dimensiones para el análisis: Imagen y características de la ciencia y los científicos, Metodología científica y Comunidades científicas. Este trabajo se enmarca en la dimensión metodológica, que refiere a “las características de los procedimientos, instrumentos y productos elaborados por la actividad científica” (Beltrán, 2021, p. 51).

Desarrollo

Enfoque teórico

El constructo Naturaleza de la Ciencia (NdC) por más de cien años ha sido un objetivo importante para los estudios en ciencias (Lederman, 2007), pero sobre todo para la formación de una ciudadanía alfabetizada científicamente. La NdC refiere al estudio epistemológico de la actividad científica y las características del conocimiento resultante. Desde la perspectiva de Cobo, Abril y Romero (2020) la NdC tiene por objeto reflexionar sobre la construcción, función y desarrollo de la actividad científica, considerando factores epistémicos y no epistémicos inherentes al desarrollo de la ciencia.

La NdC se puede estudiar desde un enfoque explícito o implícito (Acevedo, 2009). El enfoque explícito y reflexivo (Burgin y Sadler, 2016), como su nombre lo dice, destaca el planteamiento de preguntas, discusiones y reflexiones por medio de actividades de indagación y el estudio

de casos históricos. Este enfoque tiende a incorporar la reflexión del alumno en el estudio de la NdC. Asimismo, ha demostrado ser más eficaz que los enfoques implícitos (Acevedo, 2009; Burgin y Sadler, 2016), utilizados todavía en la enseñanza de las ciencias. El enfoque explícito-reflexivo, además, acerca a los estudiantes a una práctica científica auténtica y las visitas a científicos en sus laboratorios han demostrado el cambio conceptual de las imágenes del científico (Karacam, Bilir y Danisman, 2021). Los estudiantes tienen un acercamiento a las actividades reales de investigación y, en algunos casos, llegan a formar parte del equipo al que se incorporan. Los resultados de Burgin y Sadler (2016) señalan que, en la medida en que los estudiantes tienen una participación legítima y auténtica en el proceso de investigación, comienzan a convergen sus epistemologías prácticas y formales de la ciencia.

La salida de campo se identifica como la estrategia de acercamiento real a las actividades de producción científica, a la vez que facilitan el acercamiento con el campo educativo. Las salidas de campo se estructuran en tres etapas secuenciadas: actividades antes de la salida, durante la salida y después de la salida (Orion, 1993; Aguilera, 2018; Álvarez, Vázquez y Rodríguez, 2016). En el Material didáctico propuesto por Beltrán (2021) se estructura una salida de campo a un laboratorio de ciencias. La fase previa a la salida de campo incluye actividades de exploración de las ideas iniciales de los estudiantes, pero también de estudio y exploración del entorno que se visitará. La autora señala que la etapa posterior a la salida de campo es la más compleja, ya que se vincula con la “síntesis, resumen y retroalimentación de lo abordado durante la salida” (Beltran, 2021, p. 71).

Tomando en cuenta el enfoque teórico presentado arriba, en el equipo de investigación en la que se enmarca este trabajo, nos preguntamos acerca del impacto que puede tener una salida de campo a un laboratorio de ciencias para explorar y fortalecer las ideas sobre la NdC en docentes en formación de reciente ingreso a la Licenciatura en Educación Primaria (García-Herrera, Beltrán-Martínez, Carrillo-Trippy y Salazar-López, 2022). Para llevar a cabo la investigación aplicamos el modelo propuesto por Beltrán (2021), específicamente considerando las tres dimensiones propuestas: 1) Imagen de ciencia y características de los científicos, 2) Metodología científica y 3) Comunidades científicas. El recorte hecho para esta ponencia se enmarca en la dimensión dos: Metodología científica.

Interesa explorar las ideas que tienen los estudiantes acerca de los procesos e instrumentos que se utilizan en un laboratorio de ciencias, antes y después de una salida de campo. Es importante hacer la distinción entre el laboratorio *in vitro* y el laboratorio *in silico*, considerados dos ámbitos diferentes de investigación científica, pero complementarios, con una integración muy poderosa para el trabajo con modelos teóricos y el posterior estudio experimental (Carrillo-Tripp, 2021). En los últimos años las instituciones educativas han incorporado las TIC en los laboratorios escolares (Flores-Camacho, Gallegos-Cázares, García-Rivera y Báez-Islas, 2019), así como simulaciones para el estudio de temas específicos, como el Modelo de evolución biológica por selección natural (Della y Ocelli, 2020), en ambos casos el papel del profesor ha resultado fundamental para el logro de los propósito de la innovación.

Los equipos de laboratorio *in vitro* de las prácticas escolares son las primeras experiencias que los estudiantes tienen de la producción científica, a diferencia de la incorporación de simulaciones con modelos computacionales, laboratorio *in silico*, en el ámbito escolar. Consideramos que en la formación inicial docente es muy importante que los estudiantes se acerquen a las condiciones reales de producción de conocimiento científico en los laboratorios de ciencias, desde el enfoque explícito del que se habló arriba (Lederman, 2007; Acevedo 2009), con la finalidad de aportar una mirada enriquecida de los procedimientos e instrumentos que se utilizan actualmente para la producción científica en los laboratorios de ciencias.

Enfoque metodológico

La pregunta de investigación que orienta este trabajo explora las ideas de docentes en formación acerca de los procedimientos e instrumentos de producción de conocimiento científico, después de una salida de campo a un laboratorio de ciencias. Se trabajó con un grupo de primer semestre de la Licenciatura en Educación Primaria conformado por 33 estudiantes. Al inicio del semestre se aplicó el cuestionario elaborado por Barrionuevo (2020) para explorar la imagen de la ciencia y los científicos en la formación inicial docente. El cuestionario incluye cinco preguntas de exploración y la elaboración de un dibujo con la consigna: Dibuja en la hoja en blanco a la persona o personas que se dedican a la actividad científica en un día típico de trabajo y en el lugar en donde realiza esta actividad (Barrionuevo, 2020).

Realizamos una salida de campo virtual al Laboratorio de la Diversidad Biomolecular <https://tripplab.com> como parte del trabajo coordinado entre la Benemérita y Centenaria Escuela Normal de Jalisco y la Unidad Monterrey del Cinvestav, que rescata el Quinto eje: Sinergia entre instituciones de Educación Superior del plan de estudios 2018 (SEP, 2018). Una de las autoras de este trabajo era la profesora de asignatura en la escuela normal y fue el vínculo para realizar la salida de campo.

Las actividades realizadas con el grupo escolar antes de la salida de campo consistieron en la revisión de materiales referentes del laboratorio que se iba a visitar, con la finalidad de orientar la mirada hacia la producción científica y la formulación de algunas preguntas. La salida de campo se realizó en tres visitas virtuales al laboratorio en las que los estudiantes interactuaron con los investigadores y realizaron un recorrido virtual. En este recorrido pudieron observar el laboratorio *in vitro* y tuvieron un acercamiento a la infraestructura de cómputo de alto rendimiento para el trabajo con modelos computacionales, lo que se conoce como el laboratorio *in silico* (Carrillo-Tripp, 2021). Después de la salida de campo se aplicó una versión modificada del cuestionario de Barrionuevo (2020) en la que dibujaron nuevamente a la persona o personas que se dedican a la actividad científica y se les pidió que hicieran una comparación entre ambos dibujos.

Para el análisis de los dibujos se diseñó una lista de cotejo que incluía 40 preguntas que incluía las tres dimensiones propuestas por Beltrán (2021). La lista de cotejo sólo tenía dos opciones de respuesta: sí o no, es decir, se marcaba la presencia o ausencia de las características de la

pregunta en cuestión. Las tres autoras de la ponencia participaron como evaluadoras de la lista de cotejo y una de ellas realiza su documento de titulación con este análisis. En esta ponencia presentamos solamente los resultados de tres preguntas: 14 ¿Se presentan computadoras? 20 ¿Se presenta el laboratorio *in vitro*? 21 ¿Se presenta el laboratorio *in silico*? por el interés que tenemos de sistematizar los resultados obtenidos en la salida de campo.

Resultados

Se cuenta con 28 dibujos iniciales y 23 dibujos finales. El comportamiento de las respuestas en la lista de cotejo se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Número de respuestas iniciales y finales

Preguntas	Respuestas iniciales		Respuestas finales	
	Sí	No	Sí	No
14 ¿Se presentan computadoras?	3	25	13	10
20 ¿Se presenta el laboratorio <i>in vitro</i> ?	18	10	19	4
21 ¿Se presenta el laboratorio <i>in silico</i> ?	3	25	20	3

Fuente: elaboración propia

Se puede observar que en un inicio casi no se dibujaron computadoras, y que este número se incrementó después de la salida de campo. Como era de esperarse el laboratorio *in vitro* tuvo más presencia desde las ideas iniciales y el laboratorio *in silico*, representado en este caso por la presencia de computadoras, solo se dibujó en tres casos. Los dibujos posteriores a la salida muestran un incremento de respuestas afirmativas en todas las preguntas. Sin embargo, también es de interés para este análisis identificar la manera como se representan estas respuestas en los dibujos.

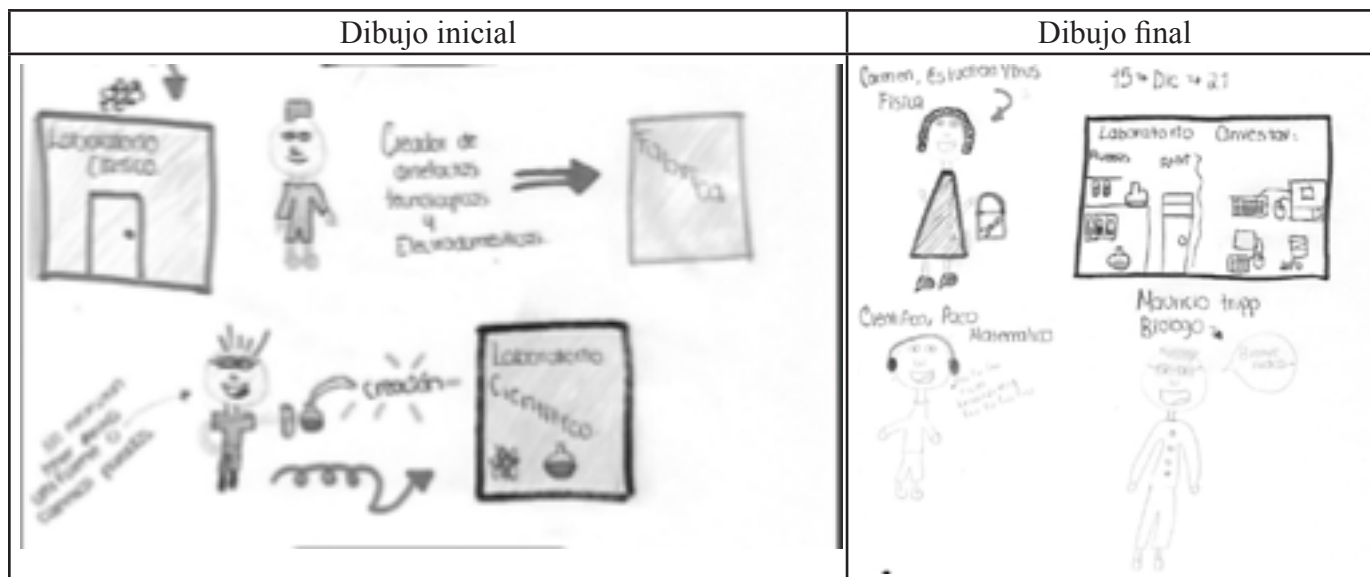
Mostramos a continuación una selección de tres pares de dibujos en los que se pueden apreciar los resultados iniciales y los finales en relación con estas tres preguntas. Para la identificación de los dibujos se colocan las iniciales de los participantes para, así, cuidar el anonimato de las respuestas.

Figura 1. Dibujos realizados por MGAR



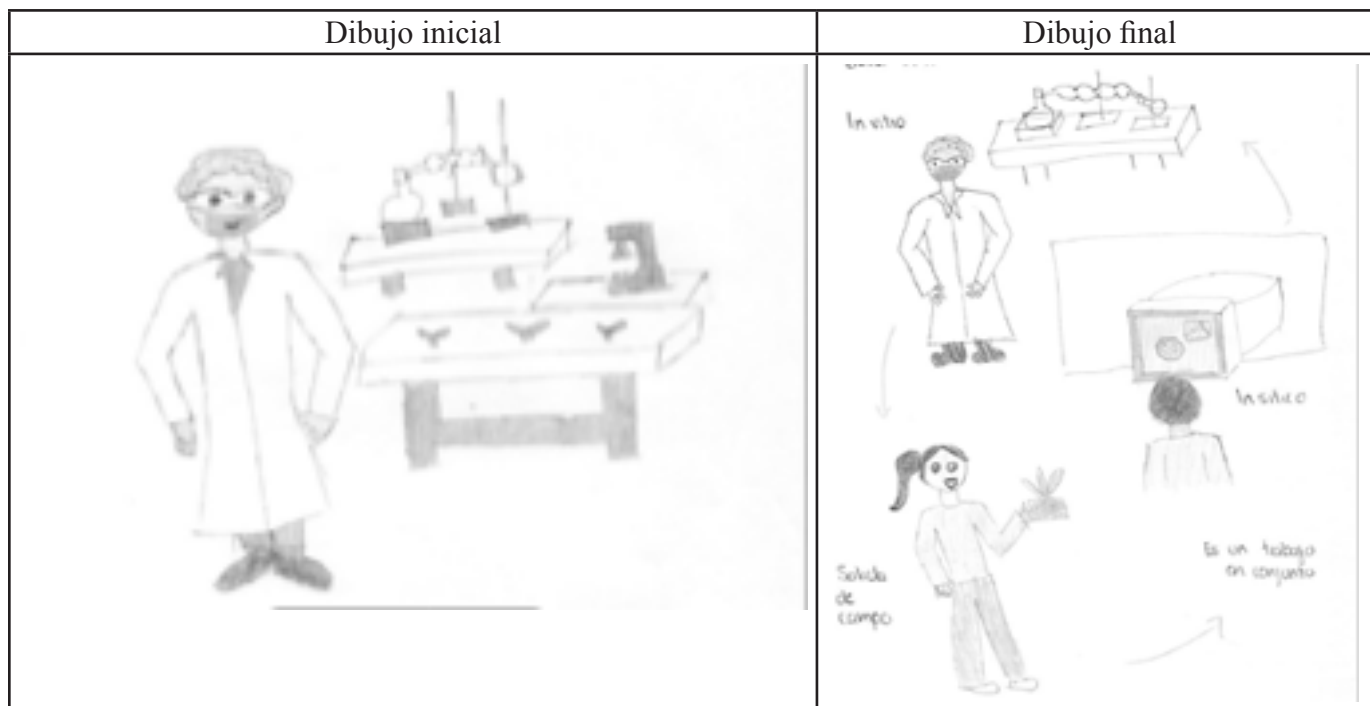
El dibujo inicial de MGAR muestra un laboratorio *in vitro* con instrumentos de laboratorio muy variados, como el microscopio, las cajas de petri, tubos de ensayo y matraces, entre otros, pero también aparatos que reflejan procedimientos específicos de trabajo en un laboratorio. En el dibujo final se reorganizan los instrumentos del laboratorio *in vitro* y se incluye una sección específica del laboratorio *in silico*. La manera como se representan las computadoras expresa la infraestructura de trabajo con los modelos computacionales en un espacio y lugar específicos.

Figura 2. Dibujos realizados por PRMF



En el primer dibujo PRMF muestra distintos escenarios en los que se realiza la investigación científica, como el hospital, el laboratorio clínico y las fábricas “creadoras de artefactos tecnológicos y electrodomésticos”, como se señala en el propio dibujo. Ya en su segundo dibujo PRMF sólo hace referencia al laboratorio del Cinvestav en el que se realizó la visita. De distinta manera se representa el laboratorio *in vitro* en ambos dibujos y el laboratorio *in silico* se muestra con varios equipos de cómputo, vinculados con las pruebas experimentales de laboratorio. A diferencia del dibujo anterior, aquí se pueden ver ambos laboratorios en un mismo espacio para representar esa integración poderosa de la que nos habla Carrillo-Tripp (2021). Adicionalmente, se pueden apreciar varios investigadores trabajando en el mismo laboratorio, que si bien no es objeto de análisis para esta ponencia, es importante rescatar una visión distinta del trabajo científico que rompe con el esquema estereotipado del investigador solitario.

Figura 3. Dibujos realizados por OMD



En el dibujo de OMD se puede apreciar que se mantiene la estructura general del laboratorio *in vitro* y que en el dibujo final se incorpora la representación del laboratorio *in silico*, incluso escribe ambos términos en su dibujo. A diferencia de los dibujos anterior, en el segundo dibujo OMD coloca unas flechas como una representación de proceso y del trabajo colectivo que se realiza en el laboratorio, incluyendo distintos escenarios de investigación y la vinculación que existe entre ambas. En el dibujo se incorpora la salida de campo, que rompe también con un estereotipo del trabajo de laboratorio que se realiza a puerta cerrada y con una serie de medidas de cuidado sanitario. En este dibujo se puede apreciar laboratorio de nutre del trabajo

Al ver los tres pares de dibujos en su conjunto se pueden identificar formas simples de representación de ambos laboratorios, pero también formas más complejas de producción del conocimiento científico. El análisis de estos dibujos representan la dimensión Metodología científica (Beltrán, 2021) al dar cuenta de los procedimientos y los instrumentos de producción científica en el laboratorio, específicamente considerando las preguntas relacionadas con la presencia de computadoras y el laboratorio *in silico*, lo que representa una visión más actualizada y realista de la producción científica en los laboratorios de ciencias.

Conclusiones

El enfoque explícito del plan 2018 para el estudio de la Naturaleza de la Ciencia nos brinda la oportunidad para reflexionar con los estudiantes acerca de las características de las personas que se dedican a la actividad científica y a los instrumentos y procedimientos que se utilizan en la producción de conocimiento científico. La salida de campo a un laboratorio científico real pone en contacto a los docentes en formación con una práctica científica auténtica, que, como se demostró en los dibujos, se transforma en la comparación de dibujos antes y después de la salida de campo.

La presencia escasa de computadoras en los dibujos iniciales no solo se incrementó en los dibujos de salida, sino que permitió la caracterización del laboratorio *in silico* más allá del uso aislado de equipos de cómputo. La selección del Laboratorio de la Diversidad Biomolecular se fundamentó en la posibilidad de incorporar una visión contemporánea del trabajo con modelos computacionales de muy alta resolución espacio-temporal. El recorrido virtual al laboratorio *in vitro*, así como al laboratorio *in silico*, se convirtió en una herramienta de salida de campo con un potencial similar a una visita presencial. El uso de las tecnologías y la disposición del equipo del laboratorio crearon las condiciones idóneas para obtener los resultados que aquí se reportan.

Los estudiantes pudieron observar los instrumentos que se utilizan para la producción del conocimiento científico, tanto en el laboratorio *in vitro* como en el laboratorio *in silico*. El diálogo con los investigadores amplió la información acerca de los procedimientos y el trabajo colectivo necesario en la actividad científica. La visita al laboratorio acerca a los estudiantes a los enfoques actuales de producción científica, como las simulaciones computacionales que ponen a prueba hipótesis que son difíciles de realizar de otra manera (Carrillo-Tripp. 2021).

En coincidencia con los resultados de Esqueda y Arceo (2021) que encontraron concepciones más cercanas al consenso de los científicos en los estudiantes nóveles, los aportes obtenidos de la salida de campo son una apuesta a la formación docente, esperando que se mantengan y se fortalezcan en los siete semestres restantes de la Licenciatura. Esperamos que la contribución de este tipo de trabajos a la formación de una ciudadanía alfabetizada científicamente se vea reflejada también en la práctica de los futuros docentes con los grupos de educación primaria.

A pesar de que el estudio explícito de la Naturaleza de la ciencia se redujo en el plan de estudios 2022 en la cantidad de asignaturas de ciencias y en el número de horas, pensamos que las salidas de campo pueden compensar en mucho el estudio y la reflexión sobre la producción y generación de conocimiento científico, así como invitar los estudiantes normalistas a participar en equipos de investigación verse a ellos mismos organizando salidas de campo con sus estudiantes, aprovechando también el potencial que nos dan las tecnologías. Las bondades de la sinergia entre las instituciones de educación superior también se muestran en este trabajo, esperamos que sirvan de referente para una mayor vinculación de las Escuelas Normales, las universidades y demás instituciones que hacen investigación.

Referencias

- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386. doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2009.v6.i3.04" \t “_blank
- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3103-17. doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103
- Álvarez, D., Vásquez, W. & Rodríguez, L. (2016). La salida de campo, una posibilidad en la formación inicial docente. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 31(2), 61-77. doi.org/10.7203/dces.31.8431
- Barrionuevo, C. A. (2020). *Las imágenes de ciencia y de científico: una aproximación a las representaciones acerca de la naturaleza de la ciencia en la formación inicial de profesores de Educación Primaria* (Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Litoral). Recuperada de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5819>
- Beltrán, J. (2021). *Diseño de un material didáctico para promover actitudes positivas hacia las ciencias desde una visita a un laboratorio de investigación sobre diversidad biomolecular* (Tesis de Maestría. Cinvestav Unidad Monterrey). Recuperada de: <https://repositorio.cinvestav.mx/handle/cinvestav/3654>
- Burgin, S. R. & Sadler, T. D. (2016). Learning Nature of Science Concepts Through a Research Apprenticeships Program: A Comparative Study of Three Approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1), 31-59. doi.org/10.1002/tea.21296
- Carrillo-Tripp, M. (26 de octubre de 2021). *bmd divulga: Modelado y estudio de moléculas con fines biomédicos* [archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=SDXsP24VYZw>
- Cobo, C., Abril, A. M. y romero, M. (2020). Indagación reflexiva e historia de la ciencia para construir una visión adecuada sobre la naturaleza de la ciencia en formación inicial de profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (48), 13-31.
- Della, G. M. & Occelli, M. (2020). Análisis de simulaciones computacionales para la enseñanza del modelo de evolución biológica por selección natural. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 2201-22. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2201
- Esqueda, E. O. & Arceo, A. (2021). *Concepciones de futuros profesores de primaria sobre la naturaleza de la ciencia*. Ponencia presentada en el XVI Congreso Nacional de Investigación Educativa. Puebla. Modalidad virtual.
- Flores-Camacho, F., Gallegos-Cázares, L., García-Rivera, B. E. & Báez-Islas, A. (2019). Efectos de los laboratorios de ciencias con TIC en la comprensión y representación de los conocimientos científicos en estudiantes del bachillerato en un contexto escolar cotidiano. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, X(29), 124-142. doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2019.29.527

- García-Herrera, A. P., Beltrán-Martínez, J., Carrillo-Tripp, M. & Salazar-López, T. I. (2022). El currículo 2018 de formación inicial de profesores: una oportunidad para explorar ideas sobre la naturaleza de las ciencias. En J. A. Ramírez y F. Silva (Coords.). *La transformación de la ciencia en la educación. Epistemología, política y formación* (pp. 163-197). Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.
- Karacam, S., Bilir, V. & Danisman, S. (2021) The effect of the visiting-scientist approach supported by conceptual change activities on the images of the scientist, *International Journal of Science Education*, 43(2), 197-222. DOI: 10.1080/09500693.2020.1864677
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–880). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Orion, N. (1993). A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 93(6), 325–331.
- SEP (2018). Acuerdo secretarial número 14/07/18, por el que se establecen los planes y programas de las licenciaturas para la formación de maestros de educación básica que se indican. Recuperado de: https://www.dgesum.sep.gob.mx/public/normatividad/acuerdos/Acuerdo14_07_18.pdf