

Enseñanza basada en el contexto, prácticas científicas y educación STEM: Propuestas estratégicas para promover el pensamiento crítico desde la enseñanza de las ciencias

Context-Based Teaching, Scientific Practices and STEM Education: Strategic Proposals to Promote Critical Thinking from Science Education

Teresa Lupión Cobos¹, Carolina Martín Gámez² y Cristina García-Ruiz³

Universidad de Málaga. Didáctica de las Ciencias Experimentales.

¹ teluco@uma.es; ² cmartin@uma.es; ³ crisgarcia@uma.es

RESUMEN

Desde la educación científica actual, en la construcción del conocimiento científico para formar ciudadanos alfabetizados científica y tecnológicamente, resulta fundamental el uso de enfoques y estrategias de enseñanza como la contextualización, la práctica científica de indagación y el tratamiento STEM. Con el objetivo central de conocer y reflexionar más acerca de los retos y oportunidades asociados a estos enfoques, surgen el I Ciclo de Conferencias ENCIC “Contextualización, indagación y STEM en el aula de ciencias. Formación del profesorado”, y el V Seminario ENCIC sobre “Enseñanza de las Ciencias y Competencias. Educación STEM y pensamiento crítico: retos para la enseñanza de las ciencias”, organizados por el Grupo de Investigación ENCIC, cuya descripción y desarrollo se abordan en este artículo.

Palabras clave: enseñanza basada en el contexto, prácticas científicas, educación STEM, pensamiento crítico, desarrollo profesional.

ABSTRACT

From current science education, in the construction of scientific knowledge to train scientifically and technologically literate citizens, teaching approaches and strategies such as contextualization, scientific inquiry practices and STEM treatment are essential. With the central objective of knowing and reflecting on the challenges and opportunities associated with these approaches emerged the 1st ENCIC Conference “Contextualization, inquiry and STEM in the science classroom.

Teacher training”, and the V ENCIC Seminar on “*Teaching of Sciences and Competences. STEM education and critical thinking: challenges for science teaching*”, organized by the ENCIC Research Group, whose description and development are addressed in this paper.

Keywords: context-based learning, scientific practices, STEM education, critical thinking, professional development

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del pensamiento crítico es un objetivo clave en la educación científica dada la importancia que tiene para la sociedad actual formar ciudadanas y ciudadanos competentes, libres, participativos, reflexivos y con actitudes científicas. Desde este planteamiento, un marco de actualización y reflexión sobre su abordaje desde la práctica docente es intercambiar experiencias de intervención educativa y de investigación desde grupos de investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, implicados en estudiar diferentes enfoques y estrategias con potencialidad para desarrollar el pensamiento crítico.

En este sentido, desde la comunidad de investigadores del grupo ENCIC (Enseñanza de las Ciencias y competencias, HUM-974) en el marco de los eventos de actualización investigadora y docente que realizamos periódicamente, en el curso académico 2020-2021 se ha llevado a cabo un Ciclo de Conferencias y un Seminario interno (alcanzando la quinta edición en esta ocasión) organizados ambos con carácter nacional, dirigidos a la promoción del desarrollo profesional docente, tanto para profesorado en formación inicial, como permanente, y estudiantes de doctorado y Máster en Profesorado, tendentes a profundizar en la relación teórico-práctica sobre enfoques innovadores de enseñanza, cuya descripción e implicaciones didácticas es el objeto del presente trabajo.

Estas actividades se han centrado en el enfoque de enseñanza en contexto en problemas de la vida diaria (Gilbert, 2006) y la utilización de prácticas científicas de argumentación (Crujeiras-Pérez y Jiménez-Aleixandre, 2015) e indagación (Couso, 2014; Confederación de Sociedades Científicas de España [COSCE], 2011), ambos enmarcados en el desarrollo de competencias. Asimismo, desde el objetivo esencial de acercar la Ciencia y la Tecnología a la escuela, mediante un tratamiento multidisciplinar e integrador, se está poniendo en acción un tratamiento STEM en el currículum, acrónimo de la denominación en inglés de Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), cuyas orientaciones y planteamientos estamos estudiando, para apoyar las decisiones que implican el uso responsable de los avances científicos y tecnológicos (García-García et al., 2019; García-Ruiz et al., 2020) y su transferencia efectiva a la práctica en los centros educativos .

El intercambio y la reflexión activa de experiencias de investigación e intervención docente sobre estos enfoques y estrategias en los escenarios formativos de los eventos organizados, permite fomentar vías de comunicación y actualización que contribuyen a superar retos y dificultades para su implantación en la educación científica, en los participantes y promover el desarrollo profesional de la comunidad de investigadores y docentes que constituye el grupo ENCIC. Así, desde las líneas en las que estamos trabajando desde proyectos I+D+i financiados en convocatorias del Plan Nacional, proyectos de innovación educativa, proyectos de coordinación docente así como experiencias de intervención, investigación y transferencia a través de convenios de colaboración con otras instituciones universitarias y centros educativos de Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Secundaria, se fomentan vías de comunicación y actualización que contribuyen a superar retos y dificultades para su implantación en la educación científica, en aras a la mejora en la motivación y aprendizaje de nuestro alumnado, en el aula de ciencias de las distintas etapas educativas en las que participamos.

DESCRIPCIÓN Y PUESTA EN PRÁCTICA DE ACTIVIDADES DE INTERCAMBIO Y REFLEXIÓN

Los procesos de reflexión asociados al desarrollo profesional docente, tanto en la formación inicial como permanente, resultan fundamentales ya que contribuyen a una mayor efectividad de la práctica docente, a través de la creación de un clima de diálogo que no solo favorece la transferencia de la relación teoría-práctica en los centros educativos, sino que promueve oportunidades para incentivar los cambios necesarios en las capacidades y competencias docentes (Vázquez et al., 2007). Ese intercambio y reflexión de la puesta práctica se torna así en una herramienta de trabajo que ayuda a la autorregulación docente, permitiendo el acercamiento al auténtico cambio didáctico (Lupión-Cobos y Blanco-López, 2016). En este contexto, desde el grupo ENCIC, durante este año 2021 se han llevado a cabo dos estrategias destinadas a desarrollar acciones de intercambio y reflexión, a través de la creación de un ciclo de conferencias destinado a la promoción de los enfoques de contextualización e indagación desde una mirada STEM mediante ejemplos de buenas prácticas (*I Ciclo de Conferencias ENCIC. Contextualización, indagación y STEM en el aula de ciencias. Formación del profesorado*), y un seminario de intercambio entre docentes e investigadores orientado a la promoción de la Educación STEM y el pensamiento crítico (*V Seminario ENCIC sobre Enseñanza de las Ciencias y Competencias. Educación STEM y pensamiento crítico: Retos para la enseñanza de las ciencias*).

I Ciclo de Conferencias ENCIC. Contextualización, indagación y STEM en el aula de ciencias. Formación del profesorado

Organizado conjuntamente por el Grupo de Investigación ENCIC y el proyecto de coordinación docente “Desarrollo de competencias docentes en profesorado en formación inicial mediante intervenciones STEM con proyectos científicos escolares, usando enfoques de contextualización y de indagación en la enseñanza. Transferencia a la práctica”, el ciclo estuvo estructurado en seis conferencias desarrolladas a lo largo de cinco sesiones (figura 1), durante los meses de marzo y abril de 2021. Celebrado en formato virtual en la Universidad de Málaga, contó con la participación de ponentes nacionales e internacionales, referentes en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, fomentando el espacio de diálogo para el intercambio de ideas.

El ciclo estuvo dirigido a profesorado de formación inicial y permanente, tanto de Educación Secundaria, como Educación Primaria e Infantil, así como a estudiantes de doctorado y profesorado de Educación Superior, contado en su primera edición con la participación de 100 asistentes de diferentes centros educativos y de investigación, tanto nacionales como internacionales.

I CICLO DE CONFERENCIAS ENCIC

**CONTEXTUALIZACIÓN
INDAGACIÓN
Y STEM
EN EL AULA
DE CIENCIAS
FORMACIÓN DEL PROFESORADO**

MARZO · ABRIL 2021

Dr. Ángel Blanco López · Universidad de Málaga
Desarrollo de competencias y enseñanza de las ciencias en contexto. Retos y oportunidades

03 Marzo **Dra. Teresa Lupión Cobos · Universidad de Málaga**
17:00-19:00 *Formación para la transferencia y desarrollo profesional del profesorado de ciencias. Retos y oportunidades para el tratamiento de la indagación y el enfoque STEM en el aula de ciencias*

10 Marzo **Dr. Patricia Morell · University of Queensland**
09:30-11:30 *Implementation on Inquiry and STEM in the Science curriculum; preservice and inservice teachers (CONFERENCIA EN LENGUA INGLESA)*

Dra. Rut Jiménez Liso · Universidad de Almería
17 Marzo *¿Están enganchados mis alumnos? Estrategias de diseño de secuencias de prácticas de indagación en la formación de maestros y maestras de Educación Infantil y Primaria*
17:00-19:00

08 Abril **Dra. Digna Couso · Universidad Autónoma de Barcelona**
17:00-19:00 *Desarrollo de buenas prácticas de indagación en la formación de docentes de Educación Secundaria*

14 Abril **Dra. Marta Romero Ariza · Universidad de Jaén**
17:00-19:00 *El tratamiento STEM en la formación del profesorado*

PARTICIPACIÓN E INSCRIPCIÓN:
Las sesiones se desarrollarán en modalidad virtual (máx. 100 participantes), previa inscripción antes del 22 de febrero, a través del siguiente enlace: [FORMULARIO INSCRIPCIÓN](#)

COORDINADORAS Y PERSONAS DE CONTACTO
Dra. Teresa Lupión Cobos (teluco@uma.es) · Dra. Cristina García Ruiz (craigarcia@uma.es)

CERTIFICACIÓN:
Se entregará certificado de asistencia (10 horas) a quien lo solicite.

ORGANIZAN:

Facultad de Ciencias de la Educación · encic · ESCUELA

Proyecto de coordinación docente de Málaga: Grado y Máster

Figura 1. Cartel del Ciclo de Conferencias ENCIC

A continuación, se detallan los contenidos clave de cada una de las sesiones.

Conferencia 1: Desarrollo de competencias y enseñanza de las ciencias en contexto. Retos y oportunidades. Dr. Ángel Blanco López, Universidad de Málaga

Desde la enseñanza en contexto, planteada para relacionar la ciencia con la vida diaria, actual o futura de los estudiantes y hacer ver su interés en los ámbitos personal, profesional o social, se trataron las características más relevantes de este enfoque, concretándolo en el tratamiento de problemas de la vida diaria. Se analizaron sus potencialidades para el desarrollo de las competencias y los retos que plantea al profesorado su implementación en las aulas.

Conferencia 2: Formación para la transferencia y desarrollo profesional del profesorado de ciencias. Retos y oportunidades para el tratamiento de la indagación y el enfoque STEM en el aula de ciencias. Dra. Teresa Lupión Cobos, Universidad de Málaga

Formar ciudadanos alfabetizados científica y tecnológicamente es un objetivo de la educación científica que conlleva el abordaje de retos desde la formación del profesorado de ciencias. Por ello, en esta conferencia se focalizaron las experiencias comentadas al respecto, analizándose perspectivas sobre el interés y la oportunidad que ofrecen para ello, propuestas formativas potenciadoras de una intervención docente transfiriendo a las aulas, prácticas científicas de indagación y enfoques de contextualización en el acercamiento del tratamiento STEM desde la enseñanza de las ciencias.

Conferencia 3: Implementation on inquiry and STEM in the science curriculum: Preservice and in-service teachers. Dra. Tisha Morrell, University of Queensland

El carácter internacional de las conferencias (en lengua inglesa) estuvo marcado en esta sesión por la presentación del currículo australiano y el trasfondo sobre la inclusión de habilidades de indagación y las orientaciones STEM en su plan de estudios de ciencias. Se examinaron los estándares curriculares de ciencias de Estados Unidos y Australia, con fuertes similitudes entre ambos países y los del resto del mundo, compartiendo formas de preparar al futuro profesorado (en los niveles de primaria y secundaria) para incorporar habilidades de indagación y STEM en su enseñanza. También se revisaron los tipos de desarrollo profesional, centrados en los maestros en ejercicio. Finalmente, se valoraron implicaciones que estas prácticas pueden tener en áreas como la naturaleza de la ciencia y la autoeficacia de los profesores.

Conferencia 4: ¿Están enganchadxs mis alumnxs? Estrategias de diseño de secuencias de prácticas de indagación en la formación de maestros y maestras de Educación Infantil y Primaria. Dra. Rut Jiménez Liso, Universidad de Almería

En esta conferencia se presentaron las líneas de investigación sobre evaluación de la formación inicial de docentes, llevada a cabo en la Universidad de Almería, centradas en el diseño, implementación y evaluación de secuencias de actividades con un enfoque de enseñanza por indagación y modelización que faciliten el aprendizaje del conocimiento didáctico del contenido de una manera integrada y

reflexiva. Se mostraron resultados del efecto de las secuencias diseñadas e implementadas en algo que preocupa a todos los docentes: si nuestro alumnado está o no involucrado con el aprendizaje.

Conferencia 5. Desarrollo de buenas prácticas de indagación en la formación de docentes de Educación Secundaria. Dra. Digna Couso Lagarón, Universidad Autónoma de Barcelona

Con explicitación de significados sobre qué es indagar en el aula de ciencias, en esta conferencia se realizó una amplia revisión de aspectos claves de su puesta en práctica y de sus finalidades educativas, centradas en las formas de hacer de la ciencia. Además, se analizó cómo su abordaje no puede estar separado de otras prácticas como modelizar o argumentar, ya que el sentido de la indagación es la construcción de conocimiento, analizándose críticamente marcos que introducen la indagación en el aula de forma *naif*, centrada en los procedimientos y alejada de la construcción de conocimiento y modelos. Se compartieron ideas sobre estos aspectos y ejemplos de buenas indagaciones de aula para la secundaria.

Conferencia 6. El tratamiento STEM en la formación del profesorado. Dra. Marta Romero Ariza, Universidad de Jaén

Esta charla-taller ofreció un espacio para intercambiar experiencias y perspectivas sobre el tratamiento STEM. Se analizaron sus fundamentos y algunas de las evidencias disponibles sobre sus efectos en los procesos de enseñanza aprendizaje de las STEM, discutiendo oportunidades y desafíos. Se presentó un modelo de educación STEM basado en el aprendizaje contextualizado y en el valor de la interrelación y aplicación de ideas y, por último, un marco de desarrollo profesional de profesorado en educación STEM, discutiéndose los resultados de algunas experiencias de trabajo de dicho modelo, con profesorado en ejercicio.

V Seminario ENCIC sobre Enseñanza de las Ciencias y Competencias. Educación STEM y pensamiento crítico: retos para la enseñanza de las ciencias

Organizado por el Grupo de Investigación ENCIC y diversos proyectos de investigación y coordinación relacionados, el seminario se celebró de forma virtual entre el 30 de junio y el 2 de julio de 2021 a lo largo de tres jornadas que integraron ponencias, sesiones de comunicaciones o talleres, y cuya estructura y finalidad se discuten a continuación.

Ponencia 1. Pensamiento crítico y cuestiones sociocientíficas. Formación del profesorado y su transferencia a la práctica. Dr. Jordi Solbes Matarredona. Universidad de Valencia

La conferencia presentó las bases teóricas de lo que es el pensamiento crítico y cómo desde la enseñanza de las ciencias se puede contribuir a su desarrollo.

Inicialmente se expusieron los enfoques de enseñanza que se han ido trabajando para ello, desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) hasta el enfoque basado en cuestiones sociocientíficas (CSC). A partir de aquí, el conferenciante analizó y reflexionó sobre cuáles son las competencias que conllevan desarrollar el pensamiento crítico, y presentó actividades concretas en las que trabajarlas.

Sesión de comunicaciones 1. Desarrollo del pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado

En esta sesión se presentaron cinco comunicaciones que focalizaban sus estudios sobre el desarrollo del pensamiento crítico de profesorado en formación inicial de Educación Infantil, Primaria y Secundaria, y de estudiantes del Grado en Ingeniería. Las propuestas presentadas se basaron en el uso de juegos de rol, de cuestiones sociocientíficas y de prácticas de indagación.

Sesión de comunicaciones 2. Transferencia al aula. Propuestas para fomentar el pensamiento crítico en alumnado de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato

En la segunda sesión se expusieron otras cinco comunicaciones que abordaron el desarrollo del pensamiento crítico a partir de propuestas educativas dirigidas a alumnado de Educación Secundaria y Bachillerato. Las propuestas estuvieron centradas en problemas cotidianos de la vida diaria como la reutilización de mascarillas, el uso de azúcar blanca y azúcar moreno o el análisis de los ingredientes de un yogur, y pusieron de manifiesto lo motivador y favorecedor para el aprendizaje que puede ser este tipo de enfoques. Además, en la sesión también se expuso un estudio que se está llevando a cabo sobre Naturaleza de la Ciencia (NOS) para desarrollar el pensamiento crítico en el futuro ciudadano.

Polar CSIC. Presentación de la plataforma temática interdisciplinar del CSIC: POLARCSIC

La plataforma interdisciplinar POLAR CSIC (<https://polarcsic.es>) está formada por numerosos grupos del CSIC de diversas disciplinas que trabajan en la Antártida y Ártico de forma activa, y que están aportando resultados científicos de relevancia. Entre sus objetivos, la plataforma pretende incrementar la conciencia de la sociedad sobre los cambios que están sufriendo los polos y sus consecuencias medioambientales. En este sentido, en este encuentro la plataforma presentó sus proyectos divulgativos que permitieron generar sinergias y posibles líneas de trabajo entre los investigadores del grupo de investigación ENCIC y los integrantes de la plataforma.

Taller Educación STEM: del acrónimo a su transposición didáctica. Dr. Radu Bogdan Toma, Universidad de Burgos

El taller comenzó ofreciendo un espacio donde se intercambiaron ideas y reflexiones sobre qué es la educación STEM. A partir de ellas, se presentó un

modelo que permitió entender cómo llevar al aula un enfoque de enseñanza STEM. Para concluir, los participantes pudieron compartir visiones y experiencias a través de la implementación de una actividad basada en este enfoque.

Sesión de comunicaciones 3. Tratamiento de controversias socio-científicas en el aula

En esta sesión se presentaron seis comunicaciones con un nexo en común que fue el tratamiento de controversias socio-científicas desde distintas perspectivas y abordado desde diversas temáticas. Así, se expusieron estudios en los que los participantes de estos trabajos analizaban problemáticas como los alimentos naturales y no naturales, la escasez y contaminación del agua, el uso de plásticos o la lactancia materna, entre otros.

Ponencia 2. ¿Qué aleja a las niñas de la ciencia y la tecnología? Entendiendo los motivos y buscando soluciones. Dra. Marta Macho-Stadler, Universidad del País Vasco

Esta ponencia generó un espacio de reflexión sobre una de las problemáticas actuales existentes en nuestra sociedad, la baja representación de mujeres tanto en la Educación Superior como en el ejercicio, en carreras relacionadas con las áreas STEM. Se analizaron y discutieron algunas de las razones de sus causas que permitieron poner de manifiesto cómo la educación científica y tecnológica es uno de los planos clave de actuación. Finalmente, se aportaron y debatieron enfoques de enseñanza de la ciencia y la tecnología que podrían ayudar a mitigar la situación.

Sesión de comunicaciones 4. Educación STEM, un reto de empoderamiento ciudadano

La última sesión de comunicaciones recogió cinco presentaciones. Todas ellas pusieron de manifiesto algunos de los retos que desde la educación STEM están siendo abordados por integrantes de nuestro grupo. En este sentido, por un lado, se presentó el proyecto *IndagaSTEAM Escuela*¹ que trata de llevar al aula de primaria el enfoque de enseñanza STEM, y se mostraron los primeros resultados obtenidos tras su implementación. Por otro lado, se expusieron trabajos centrados en el análisis de libros de texto desde la perspectiva de género y sobre los microscopios escolares, que pusieron de manifiesto las grandes carencias que continúan presentando estos recursos.

Presentación de Trabajos Fin de Máster realizados en el curso 2020/2021 en la Universidad de Málaga, correspondientes a las especialidades de Biología y Geología, Física y Química, y Tecnología Informática y Procesos Industriales

En esta sesión se presentaron los cuatro mejores trabajos de las especialidades Biología y Geología (ByG), Física y Química (FyQ) y Tecnología Informática y

¹ <https://indagasteamescuela.uma.es>

Procesos Industriales (TIPI). Dos de ellos, de las especialidades de ByG y TIPI, abordaron estrategias metodológicas innovadoras, como la gamificación y el aprendizaje basado en problemas, para desarrollar aspectos como la conciencia ambiental o contenidos básicos sobre electricidad. Los otros dos trabajos, de las especialidades de FyQ y TIPI, focalizaron sus estudios en proponer propuestas educativas de Química y Tecnología que logran la motivación del alumnado hacia estas áreas de conocimiento.

DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA

Los eventos se han difundido a través de diferentes vías y redes sociales, tanto de la Universidad de Málaga (Facultad de Ciencias de la Educación, Programa de Doctorado), como a nivel nacional (difusión a otras universidades españolas, difusión a través de la Asociación de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales [APICE] y Centros educativos de Educación Primaria y Educación Secundaria que participan en actividades de colaboración/intervención con el Grupo de Investigación y el Área de conocimiento organizadores), contando con la asistencia y participación de una gran diversidad de perfiles de docentes e investigadores de diferentes puntos geográficos, incluyendo universidades y centros de educación latinoamericanos.

El carácter formativo de las conferencias, ponencias y sesiones de comunicaciones de los eventos llevados a cabo ha posibilitado un espacio temporal para el debate e intercambio sobre los aspectos implicados en las charlas, entre ponentes y participantes, y la promoción de conocimiento entre profesorado en formación, estudiantes de doctorado, profesorado en ejercicio e investigadores educativos así como la promoción de redes docentes de profesorado interesado en las temáticas tratadas y en su transferencia al aula, en los distintos niveles educativos.

VALORACIONES GLOBALES Y PROYECCIONES EDUCATIVAS

Para la evaluación de los eventos, y con objeto de mejorar respecto a posibles futuras ediciones, las personas que participaron cumplieron un cuestionario de evaluación en cada uno de ellos, para recoger valoraciones cuantitativas y cualitativas en relación con su consideración sobre el nivel alcanzado respecto a diferentes aspectos: contenidos tratados en las conferencias, ponencias y sesiones de comunicaciones, interacción con la audiencia, puesta en práctica realizada, transferencia al desempeño profesional e investigador, organización de la actividad, propuestas de futuras actividades y sugerencias de mejora.

En ambas acciones, la valoración, por parte de los asistentes, de las conferencias y ponencias, así como de las sesiones de comunicaciones, fue muy satisfactoria, encontrándolas en general muy interesantes y relacionadas con los objetivos

planteados. El hecho de presentar ejemplos y casos prácticos concretos sobre la indagación o la educación STEM, entre otros, fue valorado muy positivamente, resaltando por tanto la importancia que tiene el intercambio de escenarios y oportunidades de aprendizaje en el desarrollo profesional docente. Así, los asistentes manifestaron una apropiada relación entre el desarrollo y la aplicación de los contenidos abordados, con especial interés para la transferencia, si bien como consecuencia de la virtualidad, demandaron un mayor espacio de reflexión y debate que pudiera equipararse a una experiencia presencial, modalidad preferida por todos los encuestados y que, por razones sobrevenidas por la COVID-19, no pudo contemplarse para estas ediciones.

REFERENCIAS

- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En M. A. Herás, A. Lorca, B. Vázquez, A. Wamba, y R. Jiménez (Eds.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 1–28). Universidad de Huelva.
- Confederación de Sociedades Científicas de España [COSCE]. (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf
- Crujeiras, B., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2015). 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*, 33(1), 63-84.
- García-García, F. J., Quesada, A., Romero-Ariza, M., y Abril, A. M. (2019). Promover la indagación en Matemáticas y Ciencias: Desarrollo profesional docente en primaria y secundaria. *Educación XX1*, 22(2), 335-359.
- García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (2020). Percepciones de docentes de Educación Primaria participantes en el programa Andalucía Profundiza sobre el aprendizaje cooperativo y por investigación. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 1–15.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957–976.
- Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, Á. (2016). Reflexión sobre la práctica de profesorado de ciencias de secundaria en un programa formativo en torno a la competencia científica. *Revista electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(2), 195-206.
- Vázquez, B., Jiménez, R., y Mellado, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 372-393.