

Situaciones de aprendizaje STE(A)M: oportunidades de una formación docente para la educación ciudadana

STE(A)M learning situations: opportunities for teacher training in citizenship education

DOI: 10.7203/DCES.46.27574

Teresa Lupión Cobos

Universidad de Málaga, teluco@uma.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-6937-7178>

Juliana Valencia

Universidad de Málaga, julianavalencia@uma.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8774-8315>

Verónica Torres Blanco

Universidad de Málaga, vtorres@uma.es

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9009-1951>

RESUMEN: La reforma curricular LOMLOE enfatiza una educación basada en competencias mediante situaciones de aprendizaje favorecedoras para la formación ciudadana del alumnado. Este trabajo analiza las oportunidades ofrecidas por proyectos STE(A)M, diseñados en el marco de un programa de innovación docente con intervención colaborativa universidad-escuela. Promoviendo la actualización docente, se planificó una instrucción formativa que ofreciese pautas didácticas para elaborar situaciones de aprendizaje utilizando la contextualización y la indagación científica escolar como estrategias didácticas. Se seleccionó la problemática ambiental sobre un entorno cercano para implicar al alumnado en la toma de decisiones y en actuaciones ciudadanas para la sostenibilidad, tratando de desarrollar sus competencias clave y pensamiento crítico. Analizamos la actuación con instrumentos validados, valorando las dimensiones del pensamiento crítico, las componentes del tratamiento STE(A)M y las capacidades científico-indagativas que pueden implicarse en el conocimiento y competencias del alumnado, establecido fortalezas y debilidades y aportando mejoras para futuras situaciones de aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: formación ciudadana, situación de aprendizaje, formación docente, proyectos STE(A)M, Objetivos de Desarrollo Sostenible

ABSTRACT: The LOMLOE curricular reform emphasizes competency-based education through learning situations that foster students' citizenship training. This paper analyses the opportunities offered by STE(A)M projects, designed within the framework of a teaching innovation program with university-school collaborative intervention. Promoting teacher updating, a training program was planned to offer didactic guidelines for creating learning situations using contextualization and inquiry-based science as didactic strategies. The environmental problems of a nearby context were selected to involve students in decision-making and citizen actions for sustainability, trying to develop their key competencies and critical thinking skills. We analysed the intervention with validated instruments, assessing the dimensions of critical thinking, the components of the STE(A)M treatment and the inquiry-based science capacities that can be involved in the knowledge and competencies of the students, establishing strengths and weaknesses and providing improvements for future learning situations.

KEYWORDS: citizenship education, learning situation, teacher training, STE(A)M projects, Sustainable Development Goals

Fecha de recepción: octubre de 2023

Fecha de aceptación: marzo de 2024

Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto del Plan propio de la Universidad de Málaga "Indagación y Argumentación sobre cuestiones socialmente vivas desde la Formación Inicial. Acercamiento a la Identidad Docente y Competencias profesionales" (PIAVIFIC)(B4-2023-22). La Dra. Lupión-Cobos en representación, agradece a la institución la financiación recibida.

1. INTRODUCCIÓN

Impulsar la generación de sociedades democráticas, inclusivas, innovadoras y reflexivas, se muestra como una oportunidad desde la Educación, donde su foco clave de “función de comunidad educativa global”, aboga por el Objetivo de Desarrollo Sostenible de garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos (ODS nº 4, ONU, 2015).

La educación científico-tecnológica puede contribuir a ello, respondiendo a las demandas formativas de las nuevas generaciones del siglo XXI, integrando de manera eficaz las aportaciones de la ciencia y la tecnología y el uso responsable de sus avances (García-García et al, 2019). Con esa intencionalidad, y desde la visión competencial de la enseñanza orientada por la nueva reforma curricular de la LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020), se enfatiza una educación conducida a través de situaciones de aprendizaje definidas como “situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las mismas.” (Real Decreto 157/2022, p. 6).

Tratamiento que precisa de la participación de docentes reflexivos e innovadores que elaboren y gestionen dichos procesos en el aula. Esto implica una gran diversidad de capacidades docentes en sus intervenciones. Entre ellas: planificar, elaborar y aplicar eficazmente situaciones de aprendizaje, con tareas como seleccionar contextos de interés para el alumnado relacionados con aspectos de su vida diaria, especificar objetivos de aprendizaje realistas, involucrar al alumnado en actividades prácticas donde trabajen en equipo, proporcionarles oportunidades para tomar decisiones y asumir responsabilidades, respetar la integración en el aula con inclusión y equidad, así como permitirles reflexionar sobre sus propios logros y dificultades, entre otras.

Su realización conlleva una importante demanda cognitiva y pedagógica en el conocimiento profesional del profesorado y, por tanto, suscitan gran interés desde la formación docente para posibilitar el empoderamiento profesional en aspectos que participan en su elaboración, relativos a la conceptualización del currículo o al uso de enfoques de enseñanza útiles para formularlas y gestionarlas en las aulas (García-Carmona, 2023).

1.1. Escenario curricular LOMLOE y pensamiento crítico. Promoviendo competencias

El marco curricular LOMLOE, orientado a que el alumnado alcance unas competencias clave para su desarrollo personal, social y laboral, se conforma en el ámbito concreto de la enseñanza de las ciencias con la denominada alfabetización científica (OECD, 2019). Esta orientación se potencia en la normativa curricular, indicándose que desde la educación científica se contribuya al “desarrollo de una cultura científica basada en la indagación para formar una ciudadanía con pensamiento crítico, capaz de tomar decisiones ante las situaciones que se le planteen, ya sea en el ámbito personal, social o educativo” (Real Decreto 157/2022, p. 27 Anexo 2).

El pensamiento crítico (PC) es un concepto que se ha extendido a la educación en general, constituyendo un foco de interés al incluir competencias transversales y funcionales para la vida personal, social y laboral e integrado por diferentes habilidades de orden superior, constitutivas del pensamiento que pueden actuar como facilitadores u obstáculos de la enseñanza y aprendizaje (Manassero-Mas, y Vázquez-Alonso, 2020).

Por otro lado, se establecen en la normativa, las competencias STEM en las etapas obligatorias (Real Decreto 157/2022), abordando en su tratamiento una perspectiva de educación STEM que, como indica Couso (2017), busca alfabetizar al alumnado para que sea:

capaz de identificar y aplicar, tanto los conocimientos clave como las formas de hacer, pensar, hablar y sentir de la ciencia, la ingeniería y la matemática, para comprender, decidir y/o actuar delante de problemas complejos y para construir soluciones creativas e

innovadoras, aprovechando las sinergias personales y las tecnologías disponibles de forma crítica, reflexiva y con valores (p. 24).

Para Solbes y Torres (2012), el desarrollo del PC exige a la persona la adquisición de un conjunto de competencias para abordar y discutir sobre cuestiones socio-científicas, además de la necesidad de entender la ciencia como una actividad humana que tiene relaciones con tecnología-medioambiente-sociedad, alcanzando su promoción gran importancia en la educación científica y en su proyección en la formación ciudadana (Blanco et al., 2017). Así, el desarrollo del PC estaría relacionado con el progreso de cada una de estas 8 dimensiones: D1, visión de la ciencia; D2, conocimientos; D3, análisis crítico de la información; D4, tratamiento de los problemas; D5, argumentación; D6, autonomía personal; D7, toma de decisiones y D8, comunicación (Blanco et al., 2017).

1.2. Enfoques de enseñanza y situaciones de aprendizaje. Oportunidades en la formación docente

Desde la orientación educativa del aprendizaje permanente a lo largo de la vida, la educación científica actual contribuye promoviendo favorecer una alfabetización científico-tecnológica ciudadana (Zoller, 2012; OECD, 2019) conducente a una formación integral del alumnado, partiendo de sus ideas previas y valores, conectando sus conceptos de ciencia y tecnología con situaciones del mundo real, ante experiencias cercanas en las que participe activamente jugando un rol protagonista y promoviendo así su motivación e interés en un aprendizaje situado.

La Didáctica de las Ciencias Experimentales aporta útiles enfoques educativos para ello, siendo la actualización de la formación del profesorado (desde su enseñanza), un eje de innovación e investigación importante (Couso, 2017). Así, la selección de situaciones de interés en la vida cotidiana (Gilbert et al., 2011) dotan de significado, autenticidad y relevancia al aprendizaje del alumnado, posibilitan su motivación y les permiten vivir la ciencia en contextos idénticos (o análogos) a aquellos que tienen que confrontar en su vida, pudiendo reconocerlos como propios y promoviendo su toma de posturas ante decisiones en su comportamiento ciudadano (Suomala, 2020) y movilizándolo su PC (Blanco et al., 2017). De esta manera, contribuyen al desarrollo de la alfabetización científico-tecnológica del alumnado, brindando oportunidades de importantes interacciones en las aulas, mostrándose como componentes relevantes de las competencias científicas (Lupi3n et al., 2017).

El estudio de los procesos científicos que participan en estas situaciones, permite la utilizaci3n y aplicaci3n de conocimientos de distintas materias que pueden beneficiarse de la identificaci3n de conceptos y pr3cticas transversales comunes para la utilizaci3n de un enfoque integrador, como representa la educaci3n STE(A)M (acr3nimo ingl3s de Ciencia, Tecnolog3a, Ingenier3a, Arte y Matem3ticas), cuyos beneficios est3n asociados al conocimiento compartido desde distintas disciplinas y a la promoci3n de identidades científico-tecnol3gicas (Grimalt-3lvaro y Couso, 2021), alfabetizaci3n (científico-tecnológica), justicia social y desarrollo sostenible (Domènech-Casal, 2018), mediante problemas socialmente relevantes para el alumnado (Ortiz-Revilla et al., 2020). Esta integraci3n intencional, permite hacer frente a grandes desaf3os de la educaci3n actual ya que, no solo fomenta las vocaciones STE(A)M y la divulgaci3n científica, sino que a3na esfuerzos para visibilizar y potenciar el papel de la mujer e integrar la perspectiva de g3nero. Sin embargo, tambi3n supone un reto para la comunidad educativa y especialmente para sus docentes (Couso, 2017), dada la controversia existente acerca de c3mo debe ser esta educaci3n STE(A)M y hasta qu3 punto la integraci3n de las distintas disciplinas es viable (Chalmers et al., 2017).

Otro eje metodol3gico activo, con din3micas colaborativas y que potencia el papel protagonista del alumnado, de gran utilidad en los acercamientos STE(A)M, contempla que las actividades transiten los procesos que caracterizan la investigaci3n científica, como son las pr3cticas

de argumentación (Duschl y Osborne, 2002), de indagación (NRC, 2012; Crujeiras y Jiménez, 2015), o de modelización. En concreto, el aprendizaje de las ciencias por indagación, es un enfoque didáctico en el que el docente se convierte en un facilitador que plantea preguntas, y guía la construcción de ideas en su alumnado, posibilitando una situación de aprendizaje que participa de actividades multifacéticas (identificación de suposiciones, uso de pensamiento crítico y lógico, consideración de explicaciones alternativas...) que le permiten enfrentarse a un desafío cognitivo en la resolución de problemas reales y contextualizados, teniendo que desarrollar explicaciones basadas en evidencias y comunicar el porqué de las soluciones propuestas (Constantinou et al., 2018).

La puesta en práctica de estas estrategias, conlleva retos docentes diversos, en la formación y desarrollo profesional del profesorado de ciencias, tanto en la selección de enfoques de enseñanza como en la integración de elementos curriculares que participen en la elaboración y aplicación de las situaciones de aprendizaje (Ariza et al. 2021; Lupión-Cobos et al., 2023). Aspectos que investigamos en este estudio en una experiencia dirigida al aula de Ciencias de la Naturaleza del tercer ciclo de Educación Primaria, en la que el profesorado se ha iniciado en la integración del tratamiento STE(A)M, incorporando la selección de contextos relevantes y la indagación científica escolar como enfoques y estrategias educativas, para ayudar a que el alumnado alcance una formación ciudadana básica, ejerciendo hábitos sostenibles como los recogidos en la Agenda 2030 (ONU, 2015).

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Este trabajo se centra en analizar las oportunidades que puede ofrecer para el conocimiento del profesorado, una tarea de aprendizaje profesional como es el diseño de una situación de aprendizaje, elaborada en una experiencia de innovación, por profesorado en ejercicio, sobre una problemática ambiental referida a un entorno cercano a su alumnado, para implicarle en la toma de decisiones y en actuaciones ciudadanas y promover sus competencias clave. En relación con dicha situación de aprendizaje, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

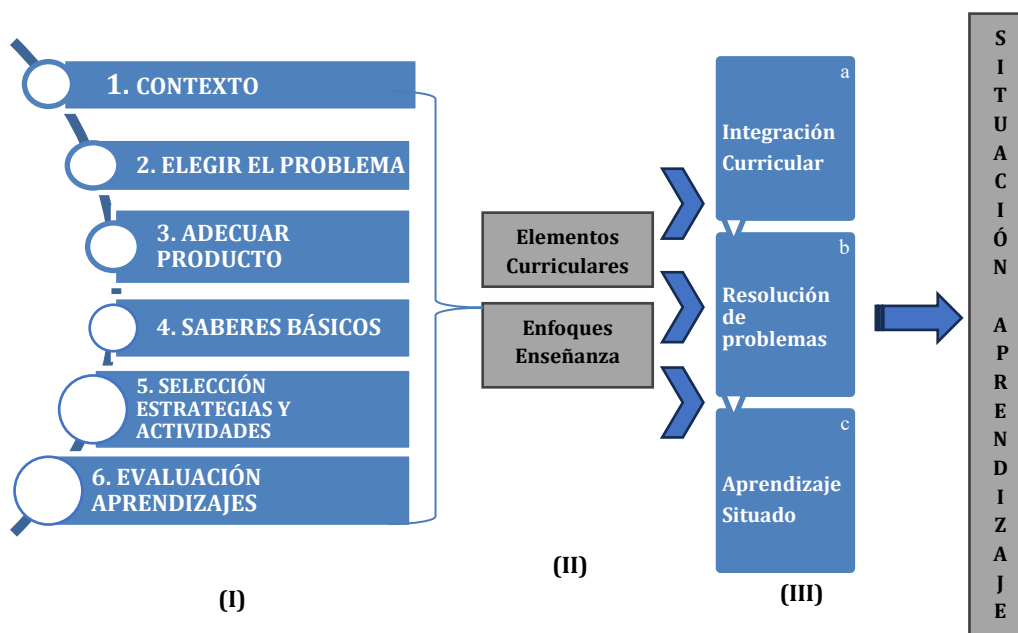
1. ¿Qué dimensiones del PC se implican en la situación de aprendizaje propuesta?
2. En aras de desarrollar competencias científicas del alumnado ¿qué fortalezas y debilidades puede ofrecer como estrategia-recurso de enseñanza integrada STE(A)M?
3. ¿Qué aspectos de mejora pueden contemplarse para el diseño de futuras situaciones de aprendizaje STE(A)M?

3. METODOLOGÍA

3.1. Escenario formativo para diseñar situaciones de aprendizaje

La situación de aprendizaje se ha realizado en el seno de una experiencia de innovación educativa desarrollada en un programa de desarrollo profesional (Lupión et al., 2021). Mediante intervenciones didácticas formativas y colaborativas universidad-escuela, se planificaron andamiajes de progresión en el conocimiento profesional del profesorado para movilizar su conocimiento científico y didáctico del contenido, así como para favorecer su formación en el diseño. Se planificó una instrucción que ofreciese pautas didácticas para diseñar situaciones de aprendizaje conectadas con las finalidades del aprendizaje competencial buscado, procediéndose de acuerdo al esquema de la Figura 1.

FIGURA 1. Fases de instrucción docente para el diseño de la situación de aprendizaje



Nota: Etapa I: Identificación de componentes didácticas de la situación de aprendizaje. Etapa II: Selección de ejes conductores del diseño. Etapa III: Aplicación de orientaciones didácticas en los ejes conductores.

Fuente: elaboración propia

En la instrucción, las docentes en ejercicio en la Etapa I, analizaron la concreción de las componentes didácticas que participarían en la situación de aprendizaje a elaborar, orientada a que su alumnado (de Educación Primaria, en adelante EP) alcanzase los objetivos de una formación ciudadana responsable, asociados a la utilidad alfabetizadora conforme a los retos educativos primordiales en la sociedad del siglo XXI, mediante la promoción de su PC y el abordaje de los ODS (Blanco et al., 2017; Calero et al., 2019) y que desarrollara sus competencias clave (Domènech-Casal, 2018). Para ello se identificaron los siguientes aspectos:

1) *El contexto* a utilizar (local, comunitario o global) debería ser reconocible para el alumnado EP;

2) y 3) *Elegir el problema y Adecuar el producto final*, componentes que dotan de utilidad alfabetizadora conforme a los retos educativos primordiales para la sociedad del siglo XXI;

4) *Saberes básicos (conocimientos, destrezas y actitudes)* que son necesarios emplear, promoviendo desde éstos las competencias específicas.

5) *Selección de estrategias metodológicas y su concreción en actividades* en el diseño de la secuencia didáctica.

6) *Evaluación* de los aprendizajes y el procedimiento y criterios de aplicación

Durante la Etapa II se establecieron los ejes conductores del diseño, *elementos curriculares* y *enfoques de enseñanza*, actualizándose las docentes en ejercicio en los conocimientos para su aplicación, útiles para gestionar las estrategias metodológicas de la situación de aprendizaje a diseñar.

Posteriormente, Etapa III, para definir la secuencia de actividades, se contemplaron como orientaciones didácticas, los siguientes aspectos: a) *integración curricular*; b) *resolución de problemas*; c) *aprendizaje situado*.

Su aplicación se concretó en la realización de proyectos escolares problematizados STE(A)M, desde un enfoque de enseñanza contextualizado y con el uso de prácticas científicas de indagación en el tratamiento de problemáticas realistas de un entorno cercano, trabajando la metodología de investigación científica escolar en la resolución de problemas, con tratamientos integradores STE(A)M (Couso y Simarro, 2020), promoviendo una comprensión interrelacionada de los procesos

(científicos, tecnológicos, sociales, ...) y usando modelos de diferentes niveles de integración curricular en las actividades (Pérez-Torres et al., 2021). Asimismo, respondía al propósito de que el alumnado EP pusiera en juego, de forma integrada, saberes básicos (conocimientos, destrezas y actitudes) para desarrollar las competencias específicas STE(A)M (Constantinou et al., 2018), y, consecuentemente, las competencias clave. También ofrecía un sentido utilitario al alumnado EP, por la temática cercana y motivadora en el escenario de aprendizaje situado que presentaba.

3.2. Muestra y diseño de una situación de aprendizaje

En este escenario, dos docentes de tercer ciclo de Educación Primaria, que disponían de un rango de experiencia profesional amplio (entre 10 y 20 años), además de una actitud positiva hacia el proyecto de colaboración universidad-escuela, elaboraron la propuesta didáctica: *¿Qué puedo hacer para mejorar el entorno natural de la desembocadura del río Guadalhorce?*, dirigido a alumnado EP de este ciclo. Proponían una serie de objetivos de naturaleza transversal, a contribuir desde las diferentes materias del currículo, en torno a los siguientes aspectos: identificación del entorno, factores que participan en su estructura, causas que motivan posibles alteraciones de este y actuaciones para su conservación. Desde la visión de la educación para la sostenibilidad, se planteaba acercar al alumnado a los ODS, seleccionando algunos de ellos para profundizar en su estudio y acercamiento ciudadano a una problemática de conservación del ecosistema de una zona cercana al centro (Domènech-Casal, 2023), y recoger evidencias con las que establecer un posterior análisis, donde el alumnado tendría que interpretar posibles causas y efectos y proponer argumentativamente actuaciones individuales o colectivas, para responder a la pregunta inicial.

En la Tabla 1 se presenta la secuencia de sesiones indicando el contenido curricular de saberes básicos y los ODS asociados.

En concreto, los ODS se introducían en las sesiones 1 y 2 (Tabla 1) mediante talleres en escenarios de aprendizaje-servicio en los que colaboraba el centro docente y, donde se explicó al alumnado EP las características, finalidad y clasificación de los mismos. A través de un conjunto de actividades de aplicación, el alumnado EP, trabajando en grupo, profundizaba más en una serie de objetivos seleccionados: ODS 4, 11, 13, 14 y 15, recogiendo en un cuaderno de trabajo los resultados de su aprendizaje. Después, realizaba búsquedas específicas en torno a los objetivos didácticos (sesión 3). Una visita al entorno (sesión 4) ofrecía actividades diversas con un papel activo del alumnado EP, teniendo que observar el ecosistema, identificar sus características, los factores que participaban en su estructura, y registrando imágenes y datos (temperatura del agua o residuos). Con estas evidencias, primero en pequeños grupos y luego en gran grupo, analizaban posibles causas que pudieran motivar alteraciones del ecosistema, intercambiando puntos de vista y consensuando actuaciones para su conservación (sesión 5). Estas producciones se registraban mediante la elaboración de una guía de ecoturismo (con recomendaciones y buen comportamiento) compartida con el grupo clase (sesión 6). El producto final de este proyecto se desarrolló en forma de exposición de las guías elaboradas, trasladando sus recomendaciones a las autoridades a modo de contribución ciudadana mediante una videollamada (sesión 7). Conllevó, asimismo, una autoevaluación de los distintos grupos, permitiendo fomentar su conciencia medioambiental, y trabajando en mayor profundidad los ODS 11, 13, 14 y 15, además de dar respuesta a la pregunta inicial del proyecto: *¿Qué puedo hacer para mejorar el entorno natural de la desembocadura del río Guadalhorce?*

TABLA 1. Secuencia de actividades indicando los saberes básicos y ODS relacionados con cada una de las tareas.

Sesión	Actividad/Tarea	Saberes básicos	ODS
1	1.1-Taller de concienciación y sensibilización ambiental trabajando los ODS* 1.2-Construcción de jardines verticales	E.A.: B. Creación e interpretación. C.M.N.S.C.: C. Sociedades y territorios 4. Conciencia ecosocial	Todos
2	2.1-Reflexión sobre los ODS y cómo la UE apoya las acciones verdes locales 2.2-Lluvia de ideas sobre ODS 2.3-Batucada 2.4-Realización de Mural-Graffiti	E.A.: B. Creación e interpretación. D. Música y artes escénicas y performativas C.M.N.S.C.: C. Sociedades y territorios 4. Conciencia ecosocial	Todos
3	Búsqueda de información previa a la visita del Paraje Natural Desembocadura del Guadalhorce (extensión, especies animales y vegetales, etc.)	C.M.N.S.C.: A. Cultura científica. 1. Iniciación a la actividad científica. B. Tecnología y digitalización. 1. Digitalización del entorno personal de aprendizaje. C. Sociedades y territorios 4. Conciencia ecosocial	13 (Acción por el clima) 14 (Vida submarina) 15 (Ecosistemas terrestres)
4	Visita al Paraje Natural Desembocadura del Guadalhorce (toma de datos e imágenes, identificación de especies y recogida de basura de la playa)	C.M.N.S.C.: A. Cultura científica. 1. Iniciación a la actividad científica. C. Sociedades y territorios 4. Conciencia ecosocial	11 (Ciudades y comunidades sostenibles) 13, 14, 15
5	Análisis de los datos registrados, identificación de las amenazas y propuestas de mejora para su conservación (guía de ecoturismo)	C.M.N.S.C.: A. Cultura científica. 1. Iniciación a la actividad científica. C. Sociedades y territorios 4. Conciencia ecosocial	13, 14, 15
6	Realización de las conclusiones y elaboración de la presentación del proyecto de investigación (incluyendo una carta con recomendaciones dirigida al Ayuntamiento)	C.M.N.S.C.: A. Cultura científica. 1. Iniciación a la actividad científica. C. Sociedades y territorios 4. Conciencia ecosocial	4 (Educación de calidad) 11, 13, 14, 15
7	Exposición final del proyecto de investigación (incluyendo videollamada con el concejal de Distrito del Ayuntamiento)	C.M.N.S.C.: A. Cultura científica. 1. Iniciación a la actividad científica. B. Tecnología y digitalización. 1. Digitalización del entorno personal de aprendizaje. C. Sociedades y territorios 4. Conciencia ecosocial	4, 13, 14, 15

*Breve introducción a los modelos de desarrollo sostenible con algunos conceptos como huella ecológica, comercio justo y eficiencia energética. Explicación de los ODS y cuaderno de trabajo donde se reflexiona sobre el medio ambiente, la contaminación, la biodiversidad y qué acciones pueden llevarse a cabo para proteger el medio ambiente local, trabajando también en grupo algunos de los ODS.

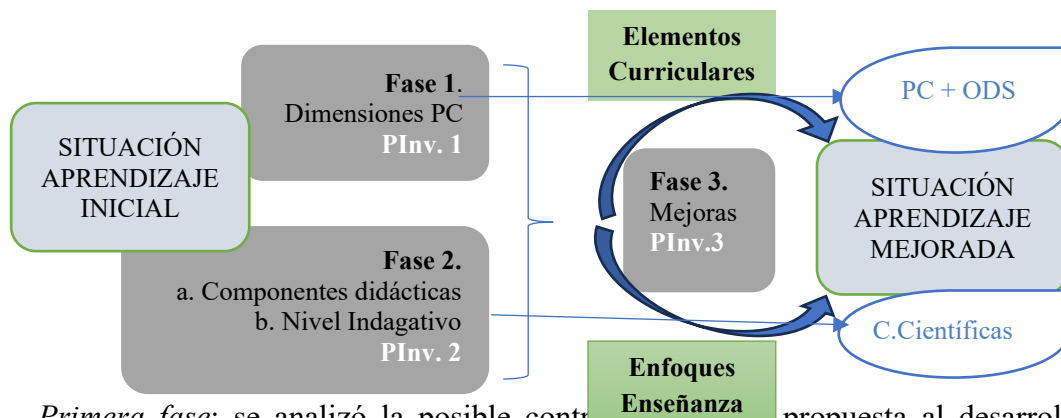
Áreas: E.A.: Educación artística; C.M.N.S. C.: Conocimiento del medio natural, social y cultural.

Fuente: elaboración propia

3.3. Procedimiento e instrumentos de análisis

Este estudio sigue una metodología de tipo descriptiva con un proceso de diseño y una etapa posterior de reelaboración, estructurándose en tres fases para abordar las preguntas de investigación (PInv.) según se describe en la Figura 2.

FIGURA 2. Fases del procedimiento metodológico de investigación.



Primera fase: se analizó la posible contraindicación de la propuesta al desarrollo del PC del alumnado EP, identificando las dimensiones del conocimiento implicado en el tratamiento de las cuestiones sociocientíficas (clasificación propuesta por Blanco et al., 2017). Se establecieron conexiones con los ODS analizando la acción ciudadana que le ofrecían.

Segunda fase: se analizaron fortalezas y debilidades de la propuesta como situación de aprendizaje competencial, incluyendo los elementos didácticos presentes en relación con la integración curricular STE(A)M, la resolución de problemas y el aprendizaje situado que posibilitaban. Para ello se utilizaron dos vías:

a) Desarrollo de las componentes didácticas del proyecto vinculadas a promover las competencias científicas (contexto, conflicto, discurso, contenido) y el papel de apertura e interdisciplinariedad que permiten las actividades, utilizando como instrumento la rúbrica ABPMap (Domènech-Casal, 2018).

b) Análisis de procesos de la práctica científica, que participan en el ciclo indagativo transitado en las actividades, utilizando la rúbrica de Ferrés-Gurt, et al. (2015).

Tercera fase: se establecen oportunidades de mejora cara al diseño e implementación de futuras situaciones de aprendizaje, contemplando selección y aplicación, tanto de enfoques de enseñanza como de elementos curriculares.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se exponen los resultados obtenidos a partir del procedimiento e instrumentos de análisis indicados.

4.1. Fase 1. Dimensiones del PC promovidas desde la propuesta didáctica

Todas las dimensiones del pensamiento crítico descritas por Blanco, et al. (2017), participan en mayor o menor medida en esta propuesta, como se observa del análisis recogido en la Tabla 2, donde se indican también los ODS que se abordan.

La dimensión D1 sobre Visión de la ciencia (sesiones 2 y 4) se despliega en las actividades 2 y 4, al conectar contenidos con el medio ambiente; la dimensión D2 sobre Conocimientos, se proyecta mediante un estudio detallado de los temas a tratar, con abundante información y bibliografía que deben consultar por ellos mismos; el Análisis crítico (D3) y el Tratamiento del problemas (D4) se desarrollan en la sesión 3 ya que necesitan realizar una búsqueda bibliográfica del espacio natural a visitar y durante la 5, en las que se discute cómo contribuir al desarrollo de los ODS, el alumnado es consciente de la problemática del paraje a través de la búsqueda bibliográfica y el análisis de la información recogida; las dimensiones de Argumentación, Autonomía y Toma de decisiones (D5, D6 y D7) están implicadas en las tres últimas sesiones ya que realizan un debate argumentado,

basándose en los datos registrados llegando a un acuerdo sobre las medidas a proponer para la mejora en la conservación del paraje natural.

TABLA 2. Dimensiones del PC promovidas en cada una de las actividades y relación con los ODS abordados.

Actividad	Dimensión	ODS
1	Conocimientos (D2) Tratamiento de los problemas (D4)	Todos
2	Visión de la ciencia (D1) Autonomía personal (D6)	Todos
3	Conocimientos (D2), Análisis crítico de la información (D3) Tratamiento de los problemas (D4)	13 (Acción por el clima) 14 (Vida submarina) 15(Ecosistemas terrestres)
4	Visión de la ciencia (D1) Conocimientos (D2)	11 (Ciudades y comunidades sostenibles) 13, 14, 15
5	Tratamiento de los problemas (D4) Argumentación(D5) Autonomía personal (D6)	13, 14, 15
6	Argumentación(D5), Autonomía personal (D6) Toma de decisiones (D7) Comunicación(D8)	4 (Educación de calidad) 11, 13, 14, 15
7	Autonomía personal (D6) Comunicación(D8)	4, 13, 14, 15

Los datos indican que hay una distribución de dimensiones bastante equilibrada en el conjunto de sesiones, participando un mínimo de dos dimensiones (sesiones 1, 2, 4 y 7) y alcanzando el máximo de 4 dimensiones (sesión 6). En cuanto al tipo de dimensión son las asociadas a Conocimientos (D2) y Tratamiento de problemas (D4), las que participan en mayor número de actividades. Sirviendo de partida para la Toma de decisiones (D7), dimensión centrada en la actividad 6 que dan paso a la Comunicación (D8), que está presente en las dos últimas sesiones, ya que el alumnado elabora una ecoguía con las conclusiones del análisis y las recomendaciones que estima oportunas para la conservación del paraje, además, dirige una carta al Ayuntamiento, manifestando así su deseo de participar en las decisiones ciudadanas.

4.2. Fase 2. Componentes didácticas e indicadores de práctica indagativa para promover competencias científicas

Para valorar las potencialidades didácticas que ofrece el proyecto STE(A)M como estrategia-recurso promotora de competencias científicas, contemplamos sus potencialidades valoradas desde distintos instrumentos.

La aplicación de la rúbrica ABPMap (Domènech-Casal, 2018) ha permitido valorar en niveles de logro del 1 al 4, las *componentes didácticas* que muestra el proyecto diseñado. La Tabla 3, recoge el perfil didáctico del proyecto, con las distintas puntuaciones que el equipo de investigadoras, autoras de este trabajo, hemos otorgado a cada componente.

TABLA 3. Valoraciones para los distintos indicadores de la rúbrica ABPMap (Domènech-Casal, 2018) aplicada al proyecto

Indicadores	Valor alcanzado (de 1 a 4)	Justificaciones
Contexto	4	El alumnado realiza actividades en un entorno real cercano al centro educativo, adquiriendo un rol participativo y activo.
Conflicto	4	Contenidos y conflicto están íntimamente asociados a través de su concreción en la realización de actividades que implican toma de posturas y respuestas a la pregunta del proyecto.
Discurso	3	Se aplican procesos propios de las áreas STEM donde a partir de los datos recabados por el alumnado, este tiene que justificar sus valoraciones para poder responder a las preguntas.
Contenidos y modelos	2	Los contenidos no se aplican en su totalidad a lo largo del diseño, sino que son aplicados y desarrollados de forma parcial e informal.
Apertura y autonomía	2	El alumnado puede tomar decisiones acerca de sus producciones y participa también en la evaluación a través de una autoevaluación.
Interdisciplinariedad	3	Participan 3 materias STEAM: Ciencia-Tecnología- Artística.

En su diseño el contexto elegido se presenta como fortaleza, dado que el alumnado EP visita un entorno real próximo al centro y participa de manera directa en actividades in situ. Previamente a la visita, el alumnado EP indaga (utilizando las TIC) sobre el lugar (zona rural o urbana), dimensiones (superficie), especies de animales y plantas de la zona, origen de las mismas, tipo de recursos que presenta el entorno, etc. Esta información se comparará con la realidad que encuentre al realizar la visita. Asimismo, su protagonismo se pondrá en valor mediante la recogida de datos sobre el estado del agua del río y de las charcas colindantes, la vegetación de ribera y la fauna del entorno.

El indicador de conflicto se estructura trabajando los contenidos en diferentes sesiones y tareas que dan como conclusión una respuesta a la pregunta inicial del proyecto. Así, por ejemplo, los contenidos de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural se trabajan junto con los ODS de manera transversal durante todo el proyecto.

Durante el proyecto se propician en el alumnado EP habilidades propias de las áreas STE(A)M (discurso), como habilidades científicas de observación, búsqueda, toma de datos, análisis de resultados y comunicación de conclusiones; habilidades de utilización de las TIC en la búsqueda de información, la elaboración de resultados, comunicación de conclusiones y recomendaciones. También, se trabajan habilidades artísticas como la participación en una batucada (donde se fomentaba el ritmo y la expresión corporal), en el jardín vertical que se situó en el patio y en el que participaron (desde la construcción del soporte de madera, a la siembra e instalación de las plantas), o la elaboración de un grafiti en la valla del colegio (que mostraba diferentes especies de fauna y flora típicas del ecosistema malagueño). Así, el alumnado EP elabora respuestas a las preguntas planteadas argumentando a partir de los datos obtenidos (análisis de datos, conclusiones, exposición de resultados, elaboración de guías de ecoturismo y carta a los responsables políticos).

Los contenidos y modelos científicos se hallan menos desarrollados ya que no es el alumnado EP quien los construye ni los desarrolla formalmente, sino que son guiados y las preguntas están ya establecidas por el profesorado en ejercicio que las diseñó, teniendo solo que responder mediante búsqueda de información o análisis de resultados, fomentando el pensamiento crítico solamente en las últimas sesiones.

Al estar establecidas las actividades y tareas, el alumnado EP carece de apertura y autonomía, ya que solo tiene libertad al elaborar y exponer la presentación de sus producciones. Asimismo, participan en el proceso de autoevaluación, pero con unas rúbricas y criterios previamente establecidas por las docentes en ejercicio.

La interdisciplinariedad se valora con 3, por haberse incorporado la materia de Educación Artística, lo que enriquece este proyecto y lo sitúa como STEAM.

En definitiva, podemos decir que las mayores fortalezas del proyecto se encuentran en las componentes contexto y conflicto, así como en la interdisciplinariedad. Los restantes puntos pueden ser objeto de mejora, incidiendo quizás más en la construcción de conocimiento del alumnado, en el despliegue de contenidos y modelos, y en la apertura y autonomía de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje.

Mediante un segundo instrumento, usando la rúbrica de Ferrés-Gurt, et al. (2015), las investigadoras han analizado los *niveles de práctica científica indagativa* que participan en los procesos científicos implicados en las actividades del proyecto, asociados a las competencias científicas expresadas en los indicadores que recoge la Tabla 4.

TABLA 4. Valoraciones para los distintos indicadores de la práctica científica indagativa.

Indicadores	Nivel alcanzado	Justificaciones
Identificación de problemas investigables	Precientífico (1)	Se plantean problemas con una formulación ambigua ya que la pregunta del proyecto es muy genérica <i>¿Cómo mejorar tu entorno?</i>
Formulación de hipótesis	Acientífico (0)	No se identifica la hipótesis. Se trabaja con la pregunta de investigación.
Identificación de variables	Acientífico (0)	El diseño debería contemplar variables definidas ya que no las tiene en cuenta.
Planificación de la investigación	Indagador incipiente (2)	Existe un diseño metodológico ya que se plantean las actividades y lo que se va a hacer en cada una de ellas, el procesamiento de los datos y lo que se espera de ellos, así como la difusión de los resultados, pero al no partir de una hipótesis clara, solo se va respondiendo a la pregunta de investigación.
Recogida y procesamiento de datos	Indagador incipiente (2)	Al no haber una hipótesis clara el alumnado toma datos de lo observado sin hacer un tratamiento adecuado de los mismos ni representaciones gráficas.
Análisis de datos y obtención de conclusiones	Indagador inseguro (3)	Se establece este nivel del alumnado ya que realiza un análisis "simplista" con los datos obtenidos en la salida de campo.

Los datos nos indican que las capacidades competenciales de práctica indagativa asociadas a las actividades propuestas, no estarían muy desarrolladas dado que éstas no siguen las etapas de una indagación científica, observándose sólo la iniciación a dicha práctica, con la única participación de procesos como: *búsqueda bibliográfica, observación, caracterización de variables y recogida de datos*, pero sin un tratamiento adecuado ni representación gráfica de las variables. El proyecto se centra más en el *establecimiento de conclusiones y comunicación de resultados* después de discutir lo observado *in situ*. El alumnado EP, si bien toma parte activa redactando medidas de prevención y ayuda para la conservación del entorno (lo que podría calificarse más como una práctica de activismo indagativo), no realiza predicciones ni *formula hipótesis*.

4.3. Fase 3. Aspectos de mejora

Valorando los resultados anteriormente comentados, las investigadoras establecen a continuación algunos ejes de mejora en relación con los elementos conductores establecidos para el diseño de la situación de aprendizaje propuesta (Figura 2), a través del proyecto STE(A)M.

A) *Selección de elementos curriculares*. Como mejora para una más adecuada integración curricular de conocimientos, habilidades y/o actitudes de las disciplinas STE(A)M, proponemos los

elementos recogidos en la Tabla 5, para cada área y competencia implicada. Al estar indicados en la tabla 5 los elementos curriculares concretos, cada docente podría diseñar y evaluar sus propias situaciones con los saberes básicos indicados en las distintas áreas para la consecución de las correspondientes competencias específicas.

TABLA 5. Análisis de competencias específicas, criterios de evaluación y saberes básicos.

Áreas	Competencia Específica	Criterios de evaluación	Saberes Básicos
Conocimiento del medio natural, social y cultural	1	1.1	B1
	2	2.1,2.2,2.3,2.4,2.5	A1, A2
	3	3.1,3.2,3.3,3.4	B2
	5	5.1,5.2,5.3	A1, A2, A3, C1, C2, C4
	6	6.1,6.2	A2, C4
	8	8.1,8.2	C1, C2
Educación Artística	9	9.1,9.2	C3
	4	4.1,4.2,4.3	A, B, C, D
Matemáticas	5	5.1,5.2	B3, C1, C3, C4, F2
	8	8.1,8.2	E3, F1, F2

Saberes básicos de las áreas implicadas: Conocimiento del medio natural, social y cultural, A-Cultura científica, A1-Iniciación a la investigación científica, A2-La vida en nuestro planeta, A3-Materia, fuerzas y energía; B-Tecnología y digitalización, B1-Digitalización del entorno personal de aprendizaje, B2-Proyecto de diseño y pensamiento computacional; C-Sociedades y territorios, C1-Retos del mundo actual, C2-Sociedades en el tiempo, C3-Alfabetización cívica, C4-Conciencia ecosocial. Educación Artística, A-Recepción y análisis, B-Creación e interpretación, C-Artes plásticas, visuales y audiovisuales, D-Música y artes escénicas y performativas; Matemáticas, B-Sentido de la medida, B3-Estimación y relaciones, C-Sentido espacial, C1-Figuras geométricas de dos y tres dimensiones, C3-Movimientos y transformaciones, C4-Visualización, razonamiento y modelización geométrica, E-Sentido estocástico, E3-Inferencia, F-Sentido socioafectivo, F1-Creencias, actitudes y emociones propias, F2-Trabajo en equipo, inclusión, respeto y diversidad.

Incluimos el área de Matemáticas donde, durante las tareas de recogida de basura en la playa y análisis y elaboración de datos (sesiones 4 y 5), incorporaríamos ejercicios de geometría (observando y agrupando las figuras encontradas como cilindros o paralelepípedo), estadística (calculando media, mediana, moda, etc. de los distintos tipos de materiales recogidos), proporciones (cálculo de porcentajes), etc., y clasificación del material recopilado según sus características (peso, volumen, forma, materiales de que están hechos, representaciones gráficas de los resultados, etc.).

También incluiríamos algunos ODS no trabajados antes, como el 6 (Agua limpia y saneamiento), el 7 (Energía asequible y no contaminante) y el 12 (Producción y consumos responsables). De manera que en el saber básico C4, Conciencia ecosocial, se identifican los ODS 6, 7, 11, 12, 13, 14 y 15, al tratarse en este punto saberes relacionados con cambio climático, migraciones, desarrollo sostenible, la ciudad como espacio de convivencia, consumo responsable, economía verde, límites del planeta y agotamiento de los recursos, huella ecológica, etc.

Con esta incorporación, se estaría ampliando el tratamiento de dimensiones del PC relativas a *Visión de la Ciencia, Conocimientos, Análisis crítico de la información y Tratamiento de problemas*, en las mismas actividades que se indican en la Tabla 2, pero tratándose de una manera más detallada.

B) *Aplicación de los enfoques de enseñanza.* La resolución de problemas y el aprendizaje situado orientan la secuencia de tareas donde la utilización de prácticas científicas de indagación plantea al alumnado EP cuestiones a resolver y/o tomar posturas, ante la problemática estudiada y promueve una amplia gama de competencias específicas (Tabla 5). Algunos posibles aspectos de mejora en la aplicación de los enfoques de enseñanza serían:

- Sobre las componentes didácticas del proyecto STE(A)M, mejorar las relacionadas con *Contenidos y Modelos*.

- Sobre *Apertura y autonomía*, el alumnado EP podría tomar decisiones acerca de sus producciones y participar de manera más activa: además de una autoevaluación podría incluirse una evaluación formativa en la sesión 5, donde el docente en ejercicio aporte un retorno acerca de los aspectos a mejorar para cada grupo de trabajo antes de que estos elaboren sus conclusiones.
- Se añadiría una heteroevaluación en la sesión 7, donde podrían evaluar a los distintos grupos según realicen sus exposiciones.

Desde una visión proyectiva en temáticas socioambientales, resaltamos la componente didáctica *Contexto*, que no solo es un factor muy influyente en la toma de decisiones de las personas (Suomala, 2020), sino también en el aprendizaje de las ciencias (Gilbert *et al.*, 2011). Aunque el aprendizaje tiene lugar en un contexto concreto, es necesario que el alumnado EP sea capaz de utilizarlo en la interpretación de otras situaciones, incorporando no solo conocimientos y competencias, sino también actitudes en su comportamiento y hacia la toma de decisiones en el desarrollo de valores ciudadanos. En este sentido, es importante y necesario potenciar la formación del docente hacia una sensibilización, capacitándole para actuar y trabajar en grupos interdisciplinarios, donde se elaboren proyectos sobre problemas concretos, reales y contextualizados, “sentidos” por la comunidad educativa que debe intervenir en su elección, realización, seguimiento y evaluación, integrando distintas disciplinas del curriculum.

Los procesos asociados a la enseñanza por indagación para la resolución del problema planteado han mostrado debilidades importantes en el diseño, coincidentes con aspectos ya identificados (Mesci *et al.*, 2020) y que son objeto de interés para su tratamiento desde la formación inicial y permanente del profesorado. Así, para implementaciones futuras, es necesario implicar, por parte del profesorado, la asunción de lo que se considera indagación en la Didáctica de las Ciencias, acercando al aula la manera en la que los científicos investigan el mundo natural y las ideas desarrolladas durante el proceso, así como la planificación de un andamiaje apropiado en el recorrido de las etapas del ciclo indagativo, teniendo en cuenta el punto de partida del alumnado, la adecuación de la elección del lenguaje y de sus aproximaciones a modelos científico-didácticos acordes a su nivel cognitivo del tema a tratar. De esta manera se puede conducir mejor la delimitación del problema y la posible emisión de hipótesis e identificación de variables. En concreto, respecto a la propuesta de partida, se podría subdividir la pregunta de investigación, en varias preguntas, de manera que se delimiten los objetivos y las hipótesis a desarrollar. Por ejemplo, subdividir en preguntas relacionadas con el entorno del centro (jardines verticales) y preguntas relacionadas con la salida de campo. Además, las hipótesis a comprobar deberían estar bien definidas en las preguntas de investigación y el posterior desarrollo de la actividad. En este caso, al no haber diseñado ningún experimento, las hipótesis a elaborar serían descriptivas. Un ejemplo de este tipo de hipótesis sería comprobar si la cantidad de basura encontrada en el paraje alcanza valores similares al de las playas no protegidas citadas en la literatura. De este modo se planifican tareas que permiten una mejor identificación de variables, planificación de la investigación y recogida y procesamiento de datos. Si estos apartados se realizan con mayor exactitud (procesos de interpretación de datos e identificación de fenómenos científicamente) se pueden alcanzar el cuarto nivel indagador, en algunos de los ítems.

5. CONCLUSIONES, ORIENTACIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

La situación de aprendizaje analizada ha mostrado potencialidad para promover diversas dimensiones del PC del alumnado EP abordando un amplio número de ODS. Asimismo, se muestra como una importante herramienta de estrategia formativa para el profesorado en ejercicio en su capacitación docente de elaboración de situaciones de aprendizaje como recurso de enseñanza integrada STE(A)M en el marco de los ODS. Además, se han ofrecido fortalezas y debilidades en la

selección de elementos curriculares y aplicación de enfoques de enseñanza seleccionados, mostrándose oportunidades de mejora respecto a ellos, para futuras situaciones de aprendizaje.

Extrapolando a futuros proyectos, se aportan tres ejes de interés en la actuación docente, que consideramos identitarios de las situaciones de aprendizaje a promover:

1. Fundamentar la selección de elementos didácticos y curriculares

La planificación de la enseñanza, precisa de situaciones de aprendizaje que contemplen respuestas docentes a preguntas como: ¿Qué debemos enseñar?, ¿Qué relevancia tiene para la vida diaria de nuestro alumnado?, ¿Qué problemas y dificultades presenta su enseñanza-aprendizaje?, etc. Desde ellas podremos articular la siguiente secuencia de tareas en el diseño docente, para desplegar las componentes didácticas que caractericen a la situación de aprendizaje:

- *Elegir un contexto relevante*, sobre situaciones de la vida cotidiana y con un sentido utilitario, que respondan al propósito de implicar activamente al alumnado. En nuestro caso, el contexto científico es la sostenibilidad ambiental en un paraje natural cercano al alumnado, identificando sus ecosistemas, su estado y procedimientos para su regulación y preservación.

- *Seleccionar competencias clave y específicas*, escogidas en relación con el contexto científico a estudiar y que sean de interés cotidiano, bien a nivel local, comunitario o global.

- *Definir los objetivos de aprendizaje*. La finalidad formativa se articula desde las actividades propuestas y para ello es preciso previamente reconocer qué procesos cognitivos de gestión del conocimiento STEAM, necesitan poner en acción para realizarlas. Nuestra propuesta, se ha centrado en la orientación alfabetizadora de los ODS. En relación con esto, encontramos dos grandes grupos de objetivos: el primero, referido al conocimiento científico escolar tradicional, es decir, el de los conceptos y procedimientos científicos, y el segundo, nutrido de los componentes de situaciones reales que afectan a la ciudadanía, y en las que la ciencia y la tecnología se ven involucradas, planteando toma de posturas y actuaciones (Zoller, 2012).

- *Identificar saberes básicos* (conocimientos, destrezas y actitudes) que son necesarios emplear y sus conexiones con los criterios de evaluación.

- *Valorar posibles dimensiones del pensamiento crítico* promovidas en relación con los ODS propuestos, desde las actividades.

2. Seleccionar enfoques de enseñanza útiles y motivadores para el alumnado.

Elegir centros de interés a modo de actividades o proyectos escolares problematizados, contextualizados en la vida cotidiana y poniendo en juego de forma integrada saberes básicos a través de actividades que contemplen tareas conducentes al producto o desempeño final donde, desde el rol docente, analicemos las componentes didácticas que participen en el proyecto, pudiendo valorar su funcionalidad para el desarrollo de competencias específicas y, consecuentemente, de competencias clave (Couso y Simarro, 2020).

Para la orientación hacia la práctica científica, estudios de instrucción orientada a la indagación, revelan que si bien son exigentes para el docente, promueven la motivación del estudiantado y la adquisición de conocimientos básicos y desarrollo de su PC (NRC, 2012; Crujeiras y Jiménez, 2015), apoyando su compromiso con las ideas disciplinarias en el contexto de situaciones del mundo real, y también, gestionando su colaboración y la forma en que negocian la autoridad, la identidad y el posicionamiento en el aula (Couso y Simarro, 2020; García-Carmona, 2023).

3. Aplicar orientaciones del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA)

Ofrecer escenarios de aprendizaje universales que contemplen las recomendaciones sugeridas por el DUA (Alba-Pastor, 2019) precisa de una puesta en práctica integradora y participativa, atendiendo a la diversidad y con metodologías activas que contemplen cómo se aprende y que aborden y solventen necesidades del alumnado.

Elaborar situaciones de aprendizaje exitosas, útiles y adaptadas a las necesidades del aula supone una competencia profesional de alto nivel para el profesorado, evolucionando de transmisor/reproductor de conocimientos y/o recursos, a diseñador de escenarios que los posibiliten. Estos aspectos plantean una importante demanda cognitiva y pedagógica en el profesorado que requiere de abordajes específicos de actualización docente, siendo un reto, pero también una importante oportunidad en su desarrollo profesional ante la demanda del aprendizaje en el siglo XXI. Asimismo, su transposición en los nuevos escenarios curriculares que el sistema educativo plantea, precisa de abordajes sistémicos. Cambios que requieren miradas de colaboración en equipo, analizando conjuntamente ejemplos bien estructurados de actividades curriculares y adaptados a la realidad de las aulas. A esto, se une la necesaria autorregulación docente para abordar la potencialidad y límites de la integración disciplinaria.

Todo ello hace preciso profundizar y actualizar la capacitación docente, tanto en el conocimiento didáctico del contenido y su fundamentación metodológica (estrategias y enfoques, construcción de procesos científicos, conexiones con la evaluación y objetivos de aprendizaje) como en su conocimiento de la práctica profesional y en el trabajo colaborativo en el centro, conectándolo con las necesidades del alumnado para conformar su formación ciudadana.

En este escenario entendemos que los proyectos STE(A)M guiados por prácticas científicas indagativas, como el analizado en este trabajo, pueden brindarnos a los docentes interesantes orientaciones para futuros diseños de situaciones de aprendizaje útiles para la Educación Primaria.

Referencias

- Alba Pastor C. (2019). Diseño Universal para el Aprendizaje: Un modelo teórico práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación Educativa*, 6(9), 55-66. <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:c8e7d35c-c3aa-483d-ba2e-68c22fad7e42/pe-n9-art04-carmen-alba.pdf>
- Ariza, M. R., Quesada, A., Abril, A. M., y Cobo-Huesa, C. (2021). Changing teachers' self-efficacy, beliefs and practices through STEAM teacher professional development. *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 1-33. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926164>.
- Blanco-López, A., España-Ramos, E., y Franco-Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>
- Calero, M., Mayoral, O., Ull, M. y Vilches, A. (2019) La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 37 (1), 157-175. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2605>
- Chalmers, C., Carter, M. L., Cooper, T. y Nason, R. (2017). Implementing Big Ideas to advance the Teaching and learning of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(Suppl 1), 25-43. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9799-1>
- Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. E., y Rybska, E. (2018). What is inquiry-based science teaching and learning? En O. E. Tsivitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca, y C. P. Constantinou (Eds.), *Professional development for inquiry-based science teaching and learning* (pp. 1-26). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91406-0>
- Couso, D. (2017). ¿Por qué estamos en STEM? Un intento de definir la alfabetización STEM para todo el mundo y con valores. *Revista Ciències. Revista del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària i Secundària*, 34, 22-30. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.403>
- Couso, D. y Simarro, C. (2020). STEM education through the epistemological lens: Unveiling the challenge of STEM transdisciplinarity. En C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore y L. D. English (Eds.), *Handbook of Research on STEM Education* (pp. 17-28). Taylor and Francis Inc. <https://doi.org/10.4324/9780429021381>

- Crujeiras, B. y Jiménez, 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. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Domènech-Casal (2023). Situacions d'aprenentatge. idees per al desplegament curricular de les ciències. *Ciències*, 45, 73-86. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.469>
- Duschl, R.A. y Osborne, J. (2002) Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72. <https://doi.org/10.1080/03057260208560187>
- Ferrés-Gurt, C., Marbà-Tallada, A. y Sanmartí-Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12, 22-37. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.03<http://reuredc.uca.es>
- García-Carmona, A. (2023). Diseño de situaciones de aprendizaje en física y química conforme a la LOMLOE. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 7(1). <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.1.9436>
- García-García, F. J., Quesada-Armenteros, A., Romero Ariza, M. y Abril Gallego, A. M. (2019). Promoting inquiry in Mathematics and Science: professional development of Primary and Secondary school teachers. *Educación XXI*, 22(2), 335-359. <https://doi.org/10.5944/educxx1.23513>
- Gilbert, J., Bulte, A. y Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in context based science education. *International Journal of Science Education*, 33(11), 817-837. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.493185>
- Grimalt-Álvaro, C., y Couso, D. (2021). Developing STEM Identities in Students in the “Big Middle”. Connections between Identity and Socioeconomic Level. En E. Carlton Parsons, R. S. Schwartz, D. Bressler, N. Makki, & J. Plummer (Eds.), *NARST 94th Annual International Conference* (p. 119).
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/BOE-A-2020-17264.pdf>
- Lupión-Cobos, T., López-Castilla, R. & Blanco-López, A. (2017). What Do Science Teachers Think About Developing Scientific Competences Through Context-Based Teaching? a Case Study. *International Journal of Science Education* 39 (7), 937-963. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1310412>.
- Lupión-Cobos, T., Valencia-Ruiz, J. & Crespo-Gómez, J.I. (2021). Estudio de una experiencia de indagación escolar en Ed. Primaria a través del Proyecto IndagaSTEAM Escuela. Valoraciones docentes de su transferencia a la práctica. *Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 2133-2136.
- Lupión-Cobos, T., Crespo-Gómez, J. I., & García-Ruiz, C. (2023). Challenges and opportunities to teaching inquiry approaches by STE(A)M projects in the primary education classroom. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 454-469. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.454>
- Manassero-Mas, M.A., y Vázquez-Alonso, A. (2020). Desarrollo curricular de las competencias clave: su evaluación para el aprendizaje desde la normativa educativa. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 38(1), 29-48. <https://doi.org/10.14201/et20203812948>
- Mesci, G., Schwartz, R.S. y Pleasants, B.A.S. (2020). Enabling Factors of Preservice Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Nature of Science and Nature of Scientific Inquiry. *Science & Education*, 29, 263–297. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00090-w>

- National Research Council (2012) *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press.
- OECD (2019), PISA 2018 Results (Volume III): *What School Life Means for Students' Lives*, PISA, OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/acd78851-en>.
- ONU (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. A/69/L85. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S
- Ortiz-Revilla, J., Adúriz-Bravo, A., y Greca, I. M. (2020). A framework for epistemological discussion around an integrated STEM education. *Science & Education*, 29(4), 857-880. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00131-9>
- Pérez-Torres M., Couso, D. y Márquez C. (2021). ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1301
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Formación Profesional. *Boletín Oficial del Estado*, 52, de 2 de marzo de 2022, páginas 24386 a 24504. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- Solbes, J. y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269. DOI: 10.7203/DCES.26.1928
- Suomala, J. (2020). The Consumer Contextual Decision-Making Model. *Frontiers in Psychology*, 11: 570430. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.570430>.
- Zoller, U. (2012). Science Education for Global Sustainability: What is necessary for Teaching, Learning and Assessment Strategies? *Journal of Chemical Education*, 89, 297-300. <https://doi.org/10.1021/ed300047v>

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Lupión Cobos, T., Valencia, J. y Torres Blanco, V. (2024). Situaciones de Aprendizaje STE(A)M. Oportunidades de una formación docente para la educación ciudadana. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 46, 139-156. DOI: 10.7203/DCES.46.27574

