



Contrapuntos EN EDUCACIÓN

Revista del INSTITUTO UNIVERSITARIO DE
INVESTIGACIÓN EN FORMACIÓN DE
PROFESIONALES DE LA EDUCACIÓN



Artículo

Avances y retos en la Enseñanza de las Ciencias para el Desarrollo de Pensamiento Crítico y la Competencia STEM

Advances and challenges in science teaching for the development of critical thinking and STEM competence

Blanca Puig



Universidade de Santiago de
Compostela

ORCID: [0000-0002-2503-7032](https://orcid.org/0000-0002-2503-7032)

blanca.puig@usc.es

Beatriz Crujeiras Pérez



Universidade de Santiago de
Compostela

ORCID: [0000-0002-8333-6559](https://orcid.org/0000-0002-8333-6559)

beatriz.crujeiras@usc.es

Recibido: 14/07/2025 **Aceptado:** 06/09/2025 **Publicado:** 20/10/2025

To cite this article: Puig, B. y Crujeiras-Pérez (2025). Avances y retrocesos en la Enseñanza de las Ciencias para el desarrollo de pensamiento crítico y la competencia STEM. *Contrapuntos en Educación. Revista del Instituto Universitario de Investigación en formación de profesionales de la educación*, 1(1), 67-78.

<https://doi.org/10.24310/cpe.1.1.2025.22168>

DOI: <https://doi.org/10.24310/cpe.1.1.2025.22168>

RESUMEN

Este artículo explora la intersección entre el pensamiento crítico y la educación STEM, destacando su relevancia en la era de la post-verdad y la proliferación de desinformación. Se aborda la necesidad urgente de fortalecer estas competencias en profesorado y alumnado para enfrentar problemas socio-científicos complejos. Finalmente, el texto discute los desafíos epistémicos, metodológicos y formativos en la investigación y enseñanza del pensamiento crítico y de la competencia STEM.

Palabras clave: Pensamiento crítico; STEM; Retos; Post-verdad.

ABSTRACT

This article explores the intersection between critical thinking and STEM education, highlighting their relevance in the post-truth era and the proliferation of disinformation. It addresses the urgent need to strengthen these competencies in teachers and students to face complex socio-scientific problems. Finally, the text discusses the epistemic, methodological, and formative challenges in the research and teaching of critical thinking and the STEM competency.

Keywords: Critical thinking; STEM; Challenges; Post-truth.

1. INTRODUCCIÓN

El pensamiento crítico (PC) y la educación STEM conforman dos líneas de investigación consolidadas en didáctica de las ciencias que confluyen y podrían considerarse interdependientes. Si bien, su estudio y abordaje en el aula de ciencias comporta distintos desafíos que la investigación ha ido procurando cubrir de forma separada con ánimo de poder mejorar tanto la formación del profesorado, como del alumnado.

Paralelamente, la era de la post-verdad, caracterizada por el auge de la desinformación e ideas pseudocientíficas, amenaza la educación STEM y en PC, necesaria para la toma de decisiones y el desarrollo de acciones creativas que permitan a la ciudadanía anticiparse y enfrentarse a problemas socio-científicos complejos.

Ante este escenario, la educación científica ha de facilitar la salida de esta crisis, dotando al profesorado y al alumnado de actitudes y competencias en PC y sobre enfoque STEM que permitan hacer frente a estos retos. En el marco PISA 2025, este objetivo se refleja mediante un cambio de enfoque en el que la noción de alfabetización se amplía e incorpora el desarrollo de "competencias meta-científicas", entre las que cabe destacar el PC. A su vez, este marco relaciona de forma más específica la competencia científica con la matemática, además de con la lectura, en consonancia con el enfoque STEM.

La investigación sobre PC en la enseñanza y aprendizaje de ciencias ha avanzado de forma notable durante este último decenio (Franco-Mariscal, 2024; Puig et al., 2024). Uno de sus principales objetivos ha sido y, continúa siendo, explorar su desarrollo en el aula parte del alumnado (Solbes y Torres, 2012) empleando recursos variados, entre los que se incluyen entornos digitales. Sin embargo, gestionar de forma crítica la sobreinformación socio-científica en entornos digitales que implican competencias digitales y mediáticas que engloba la educación STEM demanda nuevos enfoques investigativos.

La preocupación creciente en capacitar a las/os estudiantes para poder navegar en este escenario de sobreinformación y desinformación científica ha propiciado el desarrollo de un marco educativo por la OECD (2025) para el fomento de nuevas competencias clave. Este organismo propone incluir por primera vez la evaluación de la competencia en "alfabetización mediática e inteligencia artificial (MAIL)" en PISA 2029, con el objetivo de poder evaluar las habilidades del alumnado para evaluar críticamente la credibilidad de la información digital, entre otras. Se reconoce de esta forma la necesidad urgente de generar herramientas para hacer frente a la post-verdad. Esto implica seguir avanzando en la investigación STEM y en PC desde una orientación alineada con este nuevo marcado por la digitalización de la sociedad.

Existe una visión compartida entre investigadoras e investigadores en didáctica de ciencias que sitúa al PC como una competencia formada por una serie de habilidades y disposiciones (o actitudes) que pueden desarrollarse mediante prácticas científicas (Solbes, 2012; Franco-Mariscal et al., 2024) y a su vez están vinculadas con la formación STEM. Sin embargo, no disponemos de un marco operativo consensuado para su enseñanza

desde este nuevo paradigma que demanda la evaluación y el uso responsable de información digital sobre temas socio-científicos. Evaluar las fuentes de información y afirmaciones difundidas en los medios digitales a los que recurrimos para informarnos, por ejemplo, para valorar o tomar decisiones sobre un avance STEM, es una tarea desafiante que requiere de proyectos prolongados en el tiempo difíciles de lograr.

Con este fin, en este artículo se discute, en este orden, la situación actual y algunos avances en la investigación en materia de PC y competencias STEM, así como los grandes retos a los que se enfrentan desde tres miradas clave (reto epistémico, reto metodológico y reto formativo), con propuestas para su abordaje. Esta discusión deriva en algunas consideraciones finales que las autoras presentan con ánimo de poder facilitar una posterior reflexión entre miembros de la comunidad en didáctica de las ciencias.

2. ANTECEDENTES, SITUACIÓN ACTUAL Y AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA DE CIENCIAS EN PENSAMIENTO CRÍTICO Y STEM

La investigación en PC y en competencias STEM ha estado marcada desde sus inicios por dos grandes condicionantes, que continúan afectando al desarrollo de investigaciones y a su enseñanza: 1) distintas conceptualizaciones sobre las nociones de PC y educación STEM; 2) falta de un marco operativo consensuado sobre su enseñanza efectiva para promover y evaluar el desarrollo de ambas competencias por parte del profesorado. La primera podría decirse que ha condicionado la segunda, al igual que, como ya se ha señalado, su abordaje separado.

El PC en la educación científica ha sido considerado en sus inicios como una forma de pensamiento lógico o racional, que implica el uso de pruebas (Kuhn, 2019; Vicent-Lancrin et al., 2019). Sin embargo, entender el PC como la evaluación de pruebas para poder argumentar conduce a una visión limitada, distante de las tendencias actuales en didáctica de ciencias que apoyan una visión holística más orientada a la acción y resolución de problemas (Couso y Márquez, 2024; Puig et al., 2024). Según Couso y Márquez (2024) el PC va más allá, ya que engloba procesos tanto procesos cognitivos como metacognitivos (Couso y Márquez, 2024), entre los que destacan la autocrítica. También, requiere de habilidades relacionadas con la competencia ciudadana, como la capacidad para pensar y actuar de forma independiente (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2022), en donde se ponen en juego de forma más evidente los valores y emociones.

La educación STEM surgió como una iniciativa de la NSF (National Science Foundation) de Estados Unidos con el propósito de proporcionar a todo el alumnado destrezas de PC para poder resolver problemas de forma creativa y, en última instancia, tener más oportunidades en el mercado laboral (White, 2014). Esta iniciativa, denominada SMET en su origen (Sanders, 2009), ha ido evolucionando e incorporando nuevas disciplinas con el propósito de convertirse en un enfoque más inclusivo, desde el Arte en la perspectiva STEAM (Allina, 2013; Quigley, Herro y Jamil, 2017) hasta la lectura o robótica pasando a denominarse STREAM (Clements y Sarama, 2021; Sun y Zhong, 2023). Históricamente este enfoque se ha interpretado de forma muy diferente, generando controversia debido a sus múltiples aplicaciones (Brown et al., 2011; Doménech-Casal, Lope y Mora, 2019), considerándose como un campo único o como compartimentalizado en las distintas disciplinas que forman parte del enfoque STEM (Holmlund et al., 2018). Esto ha generado distintas definiciones (Martín-Páez et al., 2019), desde “la resolución de problemas basados en conceptos y procedimientos científicos y matemáticos que incorporan estrategias de ingeniería aplicada y el uso de tecnología” (Shaugnessy, 2013) o el desarrollo de conceptos, conocimientos y comprensión de procesos en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, mediante esfuerzos para

combinar algunas o todas las cuatro disciplinas en una sola clase, unidad o lección basada en conexiones entre las asignaturas y problemas del mundo real (Marrero et al., 2014).

La nueva realidad social dominada por los entornos digitales exige revisar las definiciones tradicionales de PC y STEM. El PC se sitúa hoy en día en la didáctica de las ciencias desde esta visión sistémica que lo considera como una práctica necesaria para actuar frente a problemas socio-científicos que requieren gestionar la información científica mediática de forma responsable. Esta visión es acorde a la definición de la competencia científica 3 del marco PISA 2025 (“Investigar, evaluar y utilizar información científica para la toma de decisiones y la acción”).

Este marco requiere, por lo tanto, invertir esfuerzos en el desarrollo de investigaciones para el fomento de habilidades y disposiciones para poder evaluar la información científica, adaptada a los entornos digitales. En este sentido gracias a proyectos nacionales e internacionales se ha ido avanzando en el desarrollo de nuevas investigaciones, considerando, como señalan Osborne et al. (2024), que el conocimiento científico no es suficiente para poder ser un buen pensador crítico/a. El alumnado requiere saber cómo evaluar y analizar la información científica de forma crítica, sin disponer de un conocimiento experto sobre esta.

Esta idea, que apoyan Kolstø et al. (2024), pone de relieve que en el proceso de gestión crítica de la información mediática es necesario considerar diversos factores (valores, emociones, ética, política, etc.), además de las propias limitaciones cognitivas, lo que se relaciona con la componente metacognitiva del PC (Couso y Márquez, 2024; Puig et al.; 2024). Supone, por lo tanto, ser capaz no sólo de identificar nuestras propias creencias, sino reflexionar sobre ellas y como pueden afectarnos en la búsqueda de soluciones a problemas socio-científicos que movilizan la práctica de competencias STEM.

El enfoque STEM demanda, en la actualidad, una integración real de todas las disciplinas implicadas en vez de una compartmentalización o integración de algunas de ellas, bajo lo que se conoce como el enfoque i-STEM, con la i haciendo referencia a la integración (Reyante et al., 2020; Thibaut et al., 2018). Este enfoque, no tan nuevo, pero sí con nuevas necesidades, brinda oportunidades para llevar a cabo experiencias más relevantes, menos fragmentadas y más estimulantes para el alumnado (Furner y Kumar, 2007; Thibaut et al., 2018). Además, está encaminado a alcanzar la alfabetización STEM, es decir, la conciencia sobre la naturaleza de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como la capacidad de identificar y aplicar contenidos de las áreas de conocimiento STEM para comprender y resolver aquellas situaciones problemáticas que no pueden solucionarse desde un enfoque monodisciplinar (Bybee 2010; National Academy of Engineering and National Research Council, 2014).

La integración de disciplinas se lleva a cabo de diversas formas (Martín-Páez et al., 2019), bien a través de un contexto específico, principalmente tecnológico, de situaciones de la vida cotidiana o a través de un problema de ingeniería. En este sentido, el diseño ingenieril puede considerarse como el proceso central de resolución de problemas y se reconoce cada vez más como una metodología fundamental para todos los currículos STEM integrados (Basham y Marino, 2013; Berland, 2013; Daughety y Carter, 2018).

A su vez, el diseño ingenieril permite articular el PC y la competencia STEM, comúnmente tratados de forma separada, pero que en realidad se refuerzan mutuamente. La toma de decisiones crítica y responsable requiere evaluar la información (PC) y considerar el impacto de otros factores que implican articular competencias STEM. Un ejemplo es la propuesta desarrollada por Crujeiras-Pérez et al. (2023), la cual conecta el diseño ingenieril con el PC al requerir examinar una serie información con la que poder diseñar una bolsa de frío instantáneo, tanto a nivel de funcionamiento de la bolsa como

de reactividad química, ese PC es necesario también para poder optimizar el prototipo de bolsa creado para alcanzar el reto propuesto.

Otros estudios de carácter práctico avalan también la conexión de estos dos aspectos, evidenciando efectos positivos del enfoque STEM en el desarrollo del PC del alumnado. Así, Hacioglu y Gulhan (2021) identificaron mejoras en las disposiciones de búsqueda de la verdad y mentalidad abierta en contextos de diseño ingenieril. También Satrústegui et al. (2023) reconocieron una evolución en las habilidades de PC del alumnado de secundaria a partir de una secuencia de aprendizaje en un entorno STEAM.

Además de los efectos positivos que supone la conexión del PC y STEM, esta articulación también pone de manifiesto nuevos retos a la hora de implementarse en el sistema educativo, los cuales se discuten en el siguiente apartado.

3. RETOS: PROPUESTAS QUE HAY PARA SU ABORDAJE

La investigación y la enseñanza del PC y de la competencia STEM se ha ido enfrentando a diversos retos que podemos agrupar en tres grandes grupos: epistémico, metodológico y formativo, cuyos principales rasgos y propuestas para su abordaje se describen en este apartado.

Reto epistémico

El PC ha sido objeto de debate en cuanto a formas de definirlo, tanto en términos teóricos como empíricos (Kuhn, 2019). Presenta una gran variedad de definiciones que, según la revisión de la literatura realizada por Marsh (2013), alcanza las 200. No obstante, la mayoría de estas definiciones presentan similitudes entre sí; como relacionar el PC con lo opuesto al conocimiento declarativo (Rosenqvist y Ekecrantz, 2023) y con la ausencia de razonamiento. Esta visión podría ser problemática, dado que conlleva identificar toda forma de razonamiento como PC, perdiendo este su significado analítico, que, en la enseñanza y en el aprendizaje de ciencias juega un papel crucial, aunque no exclusivo. El PC implica pensar de manera razonada e independiente (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2022), lo que se considera especialmente relevante en la era de la post-verdad en la que el sensacionalismo e inmediatez de la información desafían la capacidad humana para poder evaluar y poner en perspectiva la opinión propia y la de los demás frente a una noticia científica falsa o veraz, siendo consciente de las reacciones emocionales que suscita. Conviene destacar también, que el PC constituye un reto epistémico no solo dentro del ámbito académico, por los distintos marcos y movimientos desde los que se ha ido definiendo; sino también, para la ciudadanía. El PC es entendido por algunas personas, como la propensión a criticar (Davies y Barnett, 2015). Sin embargo, el significado de la palabra “crítico” no implica “criticar”, sino la evaluación o el juicio (Halpern, 1996). Esto resulta clave en la era de la post-verdad, en la que cada vez más el PC tiende a equipararse con una forma de ser y actuar “escéptica” frente a la información científica mediática. Es decir, sin ser conscientes y sin reflexionar sobre nuestras propias acciones y las limitaciones (cognitivas y afectivas) que afectan a la toma de decisiones. Esto contradice una de las visiones más influyentes sobre PC en educación, proporcionada por McPeck (1981), quien lo define como la disposición y habilidad para participar en una actividad con “escepticismo reflexivo”.

Entender la naturaleza del PC y su significado constituye un reto epistémico, que implica entender sus componentes cognitivos (Jiménez-Aleixandre y Puig, 2022) y metacognitivos (Couso y Márquez, 2024), que engloban el uso de pruebas y la auto-regulación; y el papel de las disposiciones o actitudes para poder lograr ser un/a pensador

crítico. Por ejemplo, para poder valorar tanto los puntos de vista ajenos como los propios sobre una problemática socio-científica, así como para revisarlos y reconsiderarlos.

La investigación en didáctica de las ciencias ha ido cubriendo algunos de los desafíos que comporta este gran reto epistémico en la enseñanza y aprendizaje de PC en el aula de ciencias, mediante el diseño de propuestas “para” el PC (Vila et al., 2023; Franco-Mariscal et al, 2024, entre otros), que implican su práctica, aunque no en todos los casos de forma consciente. Es decir, incidiendo en la componente metacognitiva o enseñanza “sobre”.

En cuanto al enfoque STEM, la perspectiva es similar, ya que, existen múltiples conceptualizaciones sobre la naturaleza de STEM (e.g. Antink-Meyer y Brown, 2019; Akerson et al., 2018), desde la consideración de la naturaleza de las cuatro disciplinas que integran el STEM (Akerson et al., 2018), la naturaleza de los problemas que se abordan desde el enfoque STEM (Pleasants, 2020) o como un enfoque que enfatiza las interconexiones entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, e incorpora dimensiones epistemológicas, éticas y sociopolíticas (Ortiz-Revilla, Greca y Arriassecq, 2022). Debido a esto, aunque existen algunos marcos conceptuales sobre i-STEM (e.g. Falloon et al., 2020; Kelley y Knowles, 2016; Toma y Greca, 2018; Ortiz-Revilla et al., 2022), todavía no se han encontrado evidencias sólidas que avalen su aplicabilidad en las aulas. En este sentido, tampoco existen por el momento instrumentos validados que permitan evaluar las concepciones del alumnado y profesorado sobre la naturaleza del i-STEM aunque se están realizando esfuerzos en este sentido (Martínez-Martínez, Ortiz-Revilla y Greca, en prensa).

Reto metodológico

Las limitaciones de tiempo, la gran carga conceptual del currículo y su enseñanza compartimentalizada, continúan conformando los principales obstáculos para la aplicación de metodologías activas que requieran la enseñanza “para” y “sobre” el PC y de competencias STEM por parte del profesorado.

En lo que respecta al PC, como sugiere su propia definición, su enseñanza no puede concebirse como algo puntual que implica desarrollar una habilidad individual, sino como una práctica social, sostenida y dinámica, que se despliega en interacción con los demás (Kuhn, 2019). Esta visión, coherente con las prácticas epistémicas (Greene et al., 2016), es común entre los y las educadores en PC y prácticas STEM, y predomina en la actualidad en la investigación en didáctica de las ciencias.

Los contextos socio-científicos conforman contextos idóneos para el desarrollo de PC (Solbes, 2013) y STEM, sin embargo, la compartimentalización de la enseñanza dificulta su aprendizaje integrado y consciente (enseñanza “sobre”) mediante la aplicación de distintas destrezas y disposiciones (enseñanza “para”). Además, implementar un enfoque STEM integrado en un sistema educativo con una estructura segregada y disciplinaria muy arraigada requiere una profunda reestructuración del currículo y las clases (Nadelson y Seifert, 2017; Toma y García-Carmona, 2021).

Otro obstáculo importante es el conocimiento del contenido sobre las distintas disciplinas que integran el STEM, ya que implementar eficazmente este enfoque, los y las docentes deben poseer el conocimiento de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas que imparten (Eckman et al., 2016), además de conocimientos especializados sobre cómo enseñar a través de este enfoque STEM (Thibaut et al., 2018). Sin embargo, muchos docentes afirman sentirse poco preparados para utilizar aplicaciones STEM con sus estudiantes en el aula (El-Deghaidy y Mansour, 2015). Asimismo, su resistencia o falta de

motivación para cambiar sus prácticas docentes también suponen un gran reto de cara a la implementación de este enfoque integrado (Thibaut et al., 2018).

Al igual que el ámbito STEM, la enseñanza de PC se ve condicionada por un escaso conocimiento por parte del profesorado en activo acerca de cómo enseñar este de forma eficaz (Abrami et al., 2015). La enseñanza de PC “para” y “sobre” implica usar metodologías activas basadas en tareas que permitan su desempeño, haciendo explícitas las habilidades y disposiciones durante el desarrollo de una actividad. Por ejemplo, haciendo al alumnado consciente de la necesidad de tener una actitud abierta ante problemas complejos, y de considerar las distintas posibles soluciones a un problema, como evitar la subida del nivel del mar (Puig et al., 2021).

El motor del PC es la necesidad de saber y de comprender cómo funciona el mundo, lo que forma parte la curiosidad de los niños en edades tempranas, que están predispuestos de forma natural a ser pensadores críticos (Hooks, 2022). Sin embargo, esta pasión por el PC tiende a apagarse en un mundo en el que no se premia o fomenta el PC independiente. La “pedagogía del compromiso”, como señala Hooks (2022) es una estrategia de enseñanza que tiene como fin que el alumnado recupere las ganas de pensar, y exige un proceso interactivo entre el alumnado y el profesorado, que la enseñanza STEM facilita. El PC requiere de la práctica democrática en la que el estudiantado sea co-investigador de conocimiento con el objetivo de mejorar las problemáticas que les afectan (Couso y Puig, 2021). Esto se pone de manifiesto en propuestas que implican el PC e ingenieril, como el de Crujeiras et al. (2023) o Puig et al. (2021).

La consideración del PC como una práctica que requiere tiempo para poder desarrollarse y el reconocimiento de que este se puede enseñar es clave (Abrami et al., 2015; Davies y Barnett, 2015) y podría estimular a que las instituciones educativas y el profesorado dedique más tiempo a cultivar el PC entre el alumnado mediante su práctica.

Reto formativo

El reto formativo está estrechamente relacionado con los dos anteriores, puesto que uno de los problemas que enfrenta la formación docente en PC y STEM es la falta de conocimiento y metodologías precisas por parte de este. El profesorado no se siente lo suficientemente preparado para abordar la enseñanza STEM, que implica conocimientos de distintas disciplinas, a la vez que ser capaz de lidiar con las tensiones y conflictos que suelen emerger en los debates en contextos socio-científicos que movilizan el PC.

Una de las características consensuadas de PC es que requiere de un conocimiento específico del contexto para poder evaluar conocimientos o creencias específicas (Anderman et al., 2012). Si bien, la sobreinformación e inmediatez con la que se accede a ella ha llevado a replantear esta idea, ante la imposibilidad de formar expertos en todos los temas que se difunden en las redes sociales y en cuya base están conocimientos científicos.

Autores como Osborne et al. (2024), sugieren una nueva orientación del enfoque de enseñanza de PC, como práctica meta-científica, que permita formar “consumidores” y “productores” críticos de ciencias capaces de actuar de forma crítica. El reto formativo consiste en integrar en la formación docente herramientas para la gestión de información socio-científica de forma transversal en las clases de ciencias. Para abordar eficazmente la desinformación científica en el aula, no basta con analizar la lógica de un argumento difundido en medios digitales. Resulta clave identificar la fuente digital, entender sus sesgos y contrastar con otras fuentes, lo que se vincula con la competencia mediática, que la OECD (2024) destaca en el nuevo marco.

La competencia mediática (CM) puede concebirse como el uso eficaz y seguro de los medios, es decir, pensar críticamente sobre la información. Si bien, el PC y la CM son a menudo tratados como constructos separados (OCDE, 2024), se refuerzan mutuamente al evaluar información en contextos de desinformación científica (Barzilai y Chinn, 2020). Existe un solapamiento evidente entre el PC y la CM en contextos caracterizados por la desinformación científica (Osborne et al., 2022). Si bien, la falta de modelos formativos consolidados y la escasa formación docente en estos modelos constituyen un desafío que la investigación procura cubrir.

Autores como Franco Mariscal et al. (2024), proporcionan un modelo formativo de PC que integra la competencia mediática, aunque no de forma explícita. El modelo presenta cinco etapas, que en inglés se denominan: *Engage, Navigate, Construct, Infer, Compare*, aunque en la fase “Navigate” no se precisan estrategias didácticas concretas para poder enseñar a evaluar las fuentes. En este sentido, Osborne et al. (2022), desarrolla una herramienta para poder gestionar la información científica de forma crítica con tres fases que implican evaluar: 1) la credibilidad de la información, 2) la pericia (*expertise*) profesional de la fuente o autoría, y 3) la posición de la comunidad científica. En didáctica de las ciencias, este modelo se ha comenzado a aplicar para abordar críticamente la vacunación en el aula de secundaria (Martínez-Peña y Puig, 2024) y formar al profesorado. Analizar su potencial formativo y la aplicación de esta herramienta integrando competencias STEM es una tarea pendiente.

Todo esto se suma a una de las principales formación de formadores en materia de conocimientos de contenido y a su vez con la educación STEM en el aula (Daughety y Carter, 2018). En este sentido, diversos estudios manifiestan las dificultades experimentadas tanto por el profesorado como por el alumnado a la hora de llevar a cabo actividades con este enfoque (Crujeiras-Pérez y Aragüés-Díaz, 2025; Correia y Baptista, 2022; Ryu, Mentzer y Knobloch, 2019), debido en parte a la poca disponibilidad de modelos y métodos pedagógicos efectivos.

4. CONSIDERACIONES FINALES

A partir de la discusión realizada a lo largo de este artículo se pone de manifiesto la necesidad de seguir investigando sobre la articulación del PC y el enfoque STEM para conseguir una transferencia significativa en el sistema educativo, tanto desde la epistemología como desde la didáctica de las ciencias. Por tanto, es necesario contar con más apoyo en la investigación educativa, ya que la duración de proyectos que financian investigaciones clave en nuestro país y que permiten el trabajo coordinado y sostenido entre investigadores/as y profesorado de centros educativos y universidades de distintas comunidades es insuficiente para poder dar respuesta a todos estos retos. No siempre es viable dar continuidad a estas dos líneas de investigación, STEM y PC, mediante proyectos concatenados. Desde la investigación en didáctica de ciencias se viene advirtiendo de forma recurrente sobre esta importante limitación, y de la importancia de poder acceder a vías de financiación más estables que mantengan la actividad investigadora en el tiempo.

En esta línea, una mayor colaboración entre investigadoras e investigadores en didáctica de ciencias y docentes de los distintos niveles educativos también sería beneficiosa, ya que no siempre es fácil conseguir participantes en los estudios. La reducción de tareas burocráticas implicadas en los permisos para el acceso a los centros educativos, las cuales se han visto incrementadas en los últimos tiempos también contribuiría a mejorar la situación de la investigación.

Contrapuntos en Educación. Revista del Instituto Universitario de Investigación en Formación de profesionales de la educación, 0(0), 68-81. Año 2025.

En definitiva, los problemas educativos exigen tiempo y colaboración entre los distintos agentes implicados para poder generar herramientas que promuevan cambios y mejoras en las formas de enseñar y aprender en las aulas de ciencias. El compromiso sostenido y la colaboración entre equipos nos permitirá seguir avanzando en el fomento de una educación científica crítica STEM adaptada a las necesidades del siglo XXI.

REFERENCIAS

- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Waddington, D. I., Wade, C. A. y Persson, T. (2015). Strategies for Teaching Students to Think Critically. *Review of Educational Research*, 85(2), 275–314. <https://doi.org/10.3102/0034654314551063>
- Allina, B. (2013). The evolution of a game-changing acronym: Why government recognition of STEAM is critical. ARCADE, 31(2). Recuperado de <https://aldrinfoundation.org/wp-content/uploads/2020/02/ARCADE-The-Evolution-of-a-Game-Changing-Acronym-Why-Government-Recognition-of-STEAM-is-Critical.pdf>
- Antink-Meyer, A., y Brown, R. A. (2019). Nature of Engineering Knowledge. *Science & Education*, 28(3-5), 539-559.
- Akerson, V. L., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Khan, T. A., y Newman, S. (2018). Disentangling the meaning of STEM: implications for education and science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1–8.
- Basham, J. D., y Marino, M. T. (2013). Understanding STEM education and supporting students through universal design for learning. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 8–15.
- Barzilai, S., y Chinn, C. A. (2020). A review of educational responses to the “post-truth” condition: Four lenses on “post-truth” problems. *Educational Psychologist*, 55(3), 107–119. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1786388>
- Berland, L. K. (2013). Designing for STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 3(1), 22–31.
- Brown R., Brown J., Reardon K. y Merrill C. (2011) Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Clements, D.H., y Sarama, J. (2021). STEM or STEAM or STREAM? Integrated or Interdisciplinary? En C. Corhssen y S. Garvis (eds.), *Embedding STEAM in Early Childhood Education and Care* (pp. 261-275). Palgrave-Mcmillan.
- Correia, M., y Baptista, M. (2022). Supporting the Development of Pre-Service Primary Teachers PCK and CK through a STEM Program. *Educational Science*, 12, 258. <https://doi.org/10.3390/educsci12040258>
- Couso, D. y Márquez, C. (2024). *Pensar críticamente a l'aula de ciències Activitats competencials per a estudiants de secundaria*, Graò.
- Couso, D. y Puig, B. (2021). Educación científica en tiempos de pandemia. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 104, 49-56.
- Crujeiras-Pérez, B., Aguirre Fernández, M., y Cambeiro Cambeiro, F. (2023). La química nos ayuda con los golpes. En B. Puig, B. Crujeiras-Pérez y P. Blanco-Anaya (eds.), *Pensar científicamente: problemas sistémicos y acción crítica*. Graó.
- Crujeiras-Pérez, B., y Aragüés- Díaz, A. (2025). Aplicación de conocimientos y desempeños epistémicos en un proyecto de diseño sobre flotación. *Enseñanza de las Ciencias*, 43(1), 81-100. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6114>

- Daugherty, M. K., y Carter, V. (2018). The nature of Interdisciplinary STEM Education. En M. J. De Vries (Ed.), *Handbook of Technology Education* (pp 159-171). Springer.
- Davies, M., y Barnett, R. (2015). Introduction. En M. Davies y R. Barnett (Eds.), *The Palgrave Handbook of Critical Thinking in Higher Education*. Palgrave Handbooks, pp. 1–26.
- Domènec-Casal J., Lope S., y Mora L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2203. 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203
- Eckman, E. W., Williams, M. A., y Silver-Thorn, M. B. (2016). An integrated model for STEM teacher preparation: The value of a teaching cooperative educational experience. *Journal of STEM Teacher Education*, 51(1), 71-82.
- EL-Deghaidy, H., Mansour, N., Alzaghibi, M. and Alhammad, K. (2017). Context of STEM Integration in Schools: Views from In-Service Science Teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2459-2484. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01235a>
- Falloon, G., Hatzigianni, M., Bower, M., Forbes, A., y Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STEM Education: a Framework for Developing STEM Literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 369-385. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09823-x>
- Franco Mariscal, A. J., Cano-Iglesias, M. J., España-Ramos, E., y Blanco-López, Á. (2024). The ENCIC-CT model for the development of critical thinking. En A. J. Franco-Mariscal (Ed.), *Critical thinking in science education and teacher training. Contemporary Trends and Issues in Science Education*, Vol. 64, pp. 3–42). Springer Cham.
- Furner, J., y Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*, 3(3), 185–189. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75397>
- Greene, J. A., y Yu, S. B. (2015). Educating critical thinkers: The role of epistemic cognition. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(1), 45–53. <https://doi.org/10.1177/2372732215622223>
- Hacioglu, Y. y Gulhan, F. (2021). The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 7(2), 139-155. <https://doi.org/10.21891/jeseh.771331>
- Halpern, D. F. (1996). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking* (3rd ed.). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Holmlund, T. D., Lesseig, K., y Slavit, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5, 32.
- Hooks, B. (2022). Enseñar pensamiento crítico. Rayo Verde Editorial.
- Kelley, T. R., y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3 (11).
- Kuhn, D. (2019). Critical Thinking as Discourse. *Human Development*, 62(3), 146–164. <https://doi.org/10.1159/000500171>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., y Puig, B. (2022). Educating critical citizens to face post-truth: The time is now. En B. Puig y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Critical thinking in biology and environmental education: Facing challenges in a post-truth world* (pp. 3–19). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-92006-7>
- Kolstø, Stein, Paulsen, Vegard y Mestad, Idar. (2024). Critical thinking in the making: students' critical thinking practices in a multifaceted SSI project. *Cultural Studies of Science Education*, 19. 499-530. 10.1007/s11422-024-10217-3.

- Marrero, M., Gunning, A., y Germain-Williams, T. (2014). What is STEM Education? *Global Education Review*, 1(4), 1–6.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vílchez-González, F. J. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103, 799-822.
- Martínez-Martínez, V., Ortiz-Revilla, J. y Greca, I. M. (en prensa). Rethinking Nature of STEM: Theoretical Insights and the Development of EPISTEMIKFire as an Assessment Tool. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-025-00643-2>
- Martínez-Peña, I., y Puig, B. (2024). ¿Cómo gestionar la sobreinformación científica? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 116, 60-66.
- McPeck, J. E. (1981). *Critical Thinking and Education*. Routledge.
- Nadelson, L. S. y Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Context, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775>
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. The National Academies Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (n.d.). *PISA 2029 media and artificial intelligence literacy*. <https://www.oecd.org/en/about/projects/pisa-2029-media-and-artificial-intelligence-literacy.html>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2024). *OECD PISA Framework*. https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/esp_spa/
- Osborne, J., Pimentel, D., Alberts, B., Allchin, D., Barzilai, S., Bergstrom, C., Coffey, J., Donovan, B., Dorph, R., Kivinen, K., Kozyreva, A., Perkins, K., Perlmutter, S., y Wineburg, S. (2022). *Science education in an age of misinformation*. Stanford University.
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., y Arriassecq, I. (2022). A Theoretical Framework for Integrated STEM Education. *Science & Education*, 31, 383-404.
- Pleasants, J. (2020). Inquiring into the Nature of STEM problems. *Science & Education*, 29(4), 831– 855. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00135-5>
- Puig, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2022). The Integration of Critical Thinking in Biology and Environmental Education. Contributions and Further Directions. En B. Puig y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.). *Critical Thinking in Biology and Environmental Education. Facing Challenges in A Post-truth World*. (pp. 269-267). Springer.
- Puig, B., Cruz-Lorite, I.M., Evagorou, M. (2024). Ocean Literacy as a Socioscientific Issue for Hope in the Anthropocene. En Zeidler, D.L. (eds). *A Moral Inquiry into Epistemic Insights in Science Education. Contemporary Trends and Issues in Science Education*, vol 61. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-63382-9_9
- Puig, B., Blanco Anaya, P., Mosquera Bargiela, I. (2023). Integrar el Pensamiento Crítico en la Educación Científica en la Era de la Post-verdad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(3), 3301-3301. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/9759>
- Puig, B., Crujeiras-Pérez, B., Blanco-Anaya, P., y Mosquera, I. (2021). Integration of Critical Thinking and Scientific Practices to Design-Based Pedagogy. En I. Delen (ed.). *Design Based Pedagogical Content Knowledge across European Teacher Education Programs*. Anı Yayıncılık.
- Quigley, C. F., Herro, D., y Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1–12.

- Reynante, B. M., Selbach-Allen, M. E., y Pimentel, D. R. (2020). Exploring the Promises and Perils of Integrated STEM Through Disciplinary Practices and Epistemologies. *Science & Education*, 29, 785-803.
- Rosenqvist , A. y Ekecrantz, S. (2023). *Source Criticism on the Schedule. Teaching Critical Thinking*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-14336-6>
- Ryu, M., Mentzer, N., y Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29, 493-512.
- Sanders, M. (2009) STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Satrústegui Moreno, A., y Mateo González, E. (2023). Mejora del Pensamiento Crítico en alumnos de ESO a través del Aprendizaje Basado en Problemas en un entorno STEAM. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 32 (16), 19-32.
- Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM Context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324.
- Solbes, J. y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el aborde de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 10.7203/dces.26.1928.
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (II): Ejemplos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 10(2), 148–153.
- Sun, W., y Zhong, B. (2023). Integrating reading and writing with STEAM/STEM: A systematic review on STREAM education. *Journal of Engineering Education*, 113 (4), 743-1326. <https://doi.org/10.1002/jee.20569>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., Loof, H. D., Meester, J. D., Goovaerts, L., Struyf, A., Pauw, J. B., Dehaene, W., Deprez, J., Cock, M. D., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., de Velde, D. V., Petegem, P. V., y Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. <https://doi.org/10.20897/ejste me/ 85525>
- Toma, R. B., y García-Carmona, A. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Toma, R. B. y Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary student's attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Tecnology Education*, 14(4), 1383-1395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Vincent-Lancrin, S., González-Sancho, C., Bouckaert, M., de Luca, F., Fernández-Barrera, M., Jacotin, G., Urgel, J. y Vidal, Q. (2019). *Teacher attitudes and practices around creativity and critical thinking* (pp. 183–220). <https://doi.org/10.1787/980b6c6c-en>
- Vila, L., Márquez, C. y Oliveras, B. (2023). Una propuesta para el diseño de actividades que desarrollem el pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 20(1).
- White, D. W. (2014). What Is STEM Education and Why Is It Important? *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 14 (1), 1-9.

Agradecimientos: Esta publicación forma parte del proyecto SOS Con-ciencia (Pensamiento crítico para la acción ante desafíos socio-científicos emergentes en la educación científica), PID2022-138166NB-C21/AEI/501100011033/FEDER, UE.