



## LA INCIDENCIA DEL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN SECUNDARIA

### THE INCIDENCE OF CRITICAL THINKING IN SECONDARY SCIENCE TEACHING

### O IMPACTO DO PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO SECUNDÁRIO DE CIÊNCIAS

Erick Rodolfo Ortiz Ibáñez\* , Agustín Adúriz-Bravo\*\* , Rosa Nidia Tuay Sigua\*\*\* 

Cómo citar este artículo: Ortiz, E., Adúriz-Bravo, A. y Tuay, R. (2024). La incidencia del pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias en secundaria. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(3), 564-582.

<https://doi.org/10.14483/23464712.21496>

#### Resumen

El pensamiento crítico (PC) ha sido objeto de indagación amplia y constante en diferentes ramas del conocimiento; de esta manera, deviene en un pilar de la investigación en la formación de ciudadanía crítica. En este sentido, el pensamiento crítico ha sido incluido como un constructo central en el ámbito educativo y esto es particularmente cierto para el caso de la Enseñanza de las Ciencias (EC). En el presente artículo se examina el uso de tal constructo en publicaciones de didáctica de las ciencias para el nivel educativo de Secundaria, durante el periodo comprendido entre 2012 y 2024, mediante una revisión documental realizada en las bases de datos Scopus y Google Académico. Se recogió una muestra de 8226 documentos de donde, mediante la declaración PRISMA, se revisaron 2235 que relacionaban el pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias. Finalmente, se seleccionan 58 que priorizan los criterios del pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria, análisis que constituye la necesidad de profundizar en la construcción del pensamiento crítico en el contexto de la enseñanza de las ciencias, y de reflexionar sobre la importancia que se le atribuye en las aulas de ciencias. Esta revisión forma parte de la estructura investigativa de la tesis doctoral que se desarrolla en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, en el grupo de investigación Educación en Ciencias, Ambiente y Diversidad (EduCADiverso).

**Palabras clave:** pensamiento crítico, enseñanza de las ciencias, educación secundaria, revisión sistemática.

Recibido: 19 de febrero de 2024; aprobado: 10 de octubre de 2024

\* Doctorando en Educación. Educación en Ciencias Ambiente y Diversidad (EduCADiverso), Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). [erortizi@upn.edu.co](mailto:erortizi@upn.edu.co)

\*\* Doctor en Didáctica de las Ciencias. Instituto CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (Argentina). [aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar](mailto:aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar)

\*\*\* Doctora en Lógica, Historia y Filosofía de la Ciencia. Educación en Ciencias Ambiente y Diversidad (EduCADiverso), Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). [rtuay@pedagogica.edu.co](mailto:rtuay@pedagogica.edu.co)

## Abstract

Critical thinking (CT) has been the subject of extensive and constant inquiry in different branches of knowledge, thus becoming a pillar of research in the formation of critical citizenship. Thus, critical thinking has been included as a central construct in the educational field, and this is particularly true in the case of science education (SE). This article examines the use of this construct in science didactics publications for the secondary education level during the period from 2012 to 2024, through a documentary review carried out in the Scopus and Google Scholar databases. A sample of 8226 documents was collected from which, through the PRISMA statement, 2235 were reviewed that related critical thinking in science teaching, finally 58 documents were selected that prioritize the criteria of critical thinking in science teaching in secondary education, this analysis constitutes the need to deepen the construction of critical thinking in the context of science teaching, allowing us to reflect on the importance attributed to critical thinking in science classrooms. This review is part of the research structure of the Ph.D. thesis that is being developed at the National Pedagogical University of Colombia in the research group Education in Sciences, Environment and Diversity (EduCADiverso).

**Keywords:** Critical thinking; science teaching; secondary education; systematic review.

## Resumo

O pensamento crítico (PC) tem sido objeto de extensa e constante investigação em diferentes ramos do conhecimento, tornando-se um pilar de pesquisa na formação da cidadania crítica. Assim, o pensamento crítico tem sido incluído como um construto central no campo educacional, o que é particularmente verdadeiro no caso da educação em ciências (EC). Este artigo analisa o uso desse construto em publicações didáticas de ciências para o ensino médio no período de 2012 a 2024, por meio de revisão documental realizada nas bases de dados Scopus e Google Acadêmico. Foi coletada uma amostra de 8226 documentos dos quais, através do enunciado PRISMA, foram revisados 2235 que relacionavam o pensamento crítico no ensino de ciências, por 58 foram selecionados cinquenta documentos que priorizam os critérios do pensamento crítico no ensino de ciências no ensino médio, esta análise constitui a necessidade de aprofundar a construção do pensamento crítico no contexto do ensino de ciências, permitindo refletir sobre a importância atribuída ao pensamento crítico nas salas de aula de ciências. Esta revisão faz parte da estrutura de pesquisa da tese de doutorado que está sendo desenvolvida na Universidade Nacional Pedagógica da Colômbia no grupo de pesquisa Educação em Ciências, Ambiente e Diversidade (EduCADiverso).

**Palavras chave:** Pensamento crítico; ensino de ciências; ensino médio, revisão sistemática.

## 1. Introducción

El presente artículo tiene como finalidad examinar la incidencia del constructo teórico del pensamiento crítico (PC) en la enseñanza de las ciencias (EC). Para ello, es primordial considerar al PC como el quehacer o creer (Ennis, 2005) con el conocimiento que se presenta en las aulas de ciencias y su relevancia para la toma de decisiones; por lo que los ejercicios educativos y pedagógicos deben dirigirse al desarrollo de habilidades de PC e introducirlo en el aula, para así formar ciudadanos críticos desde la escuela (Vieira *et al.*, 2011).

Al desarrollar este tipo de pensamiento, según Mackay *et al.* (2018), “las personas [ganan] un conocimiento mayor y su nivel crítico de decisión [es] más preciso [...], superando su capacidad de análisis para poder así segmentar información relevante y útil para su estudio” (p. 341). Altuve (2010) agrega que la evolución de este pensamiento en el ser humano “puede transformar su modo de vida, siendo más consecuente y analítico con sus pensamientos, en procura de una producción del conocimiento que le ayudará a la consecución de una vida mejor” (p. 15). En ese sentido, el PC no es únicamente contar con una serie de habilidades de pensamiento que le permite al ser humano progresar intelectualmente, sino que también fomentará el desarrollo sociocultural.

Es de resaltar que el PC no consiste en memorizar información, sino también en desarrollar y potencializar disposiciones y habilidades cognitivas (Facione, 2007) que permitan evaluar con objetividad cada situación que se presente en la cotidianidad. Para ello hay que destacar lo planteado por Dewey (citado por Walker, 2003): “[the] individual must desire to think” [el individuo debe desear pensar] (p. 263), dado que, el individuo debe anhelar romper los obstáculos que le impiden ver con claridad el conocimiento externo y así lograr construir un conocimiento

propio, por lo que “el saber comienza por el querer” (Saiz y Rivas, 2008 p. 7).

Ahora bien, para avanzar en el trabajo en torno al PC en la enseñanza de las ciencias en los diferentes niveles educativos, es necesario transformar las prácticas educativas de los docentes, y orientar la didáctica de las ciencias hacia la formación del PC (Tamayo, 2012). Sin embargo, esta didáctica no debe entenderse como una técnica o un método para la enseñanza de algún concepto o teoría en particular, sino como el análisis y reflexión sistemáticos y rigurosos sobre la enseñanza de las ciencias. Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2002) plantean esta didáctica como una disciplina autónoma desde los puntos de vista epistémico, sociológico e histórico.

Por consiguiente, es fundamental valorar los alcances del PC en la enseñanza de las ciencias, puesto que esta nueva perspectiva brinda al estudiante la comprensión de la ciencia y con ello transforma la enseñanza escolar tradicional; tanto que la introducción de este en las clases de ciencias potencializa el intelecto del estudiantado y lo ayuda a construir su propio conocimiento (Tamayo *et al.*, 2015).

Por todo lo mencionado, este artículo realiza una exploración documental del tratamiento del PC en la enseñanza de las ciencias, enfocado en Secundaria en un periodo comprendido entre 2012 y 2024.

## 2. El pensamiento crítico en la enseñanza

El PC ha estado presente en las investigaciones de las últimas décadas. Según el estudio de Ñañez *et al.* (2021), en el que se analizan 1888 documentos de producción científica al respecto, se evidencia que las investigaciones en PC se han duplicado entre los años 2017 y 2020. Este incremento en el interés y atención hacia el PC refleja la importancia que se está dando a las diversas habilidades que se engloban bajo el paraguas del PC.

Por tanto, la búsqueda general que se ha realizado en las bases de datos de Scopus y Google Académico muestra la trascendencia que se da al PC en diferentes áreas del conocimiento. Por ejemplo, autores como Sung *et al.* (2015) argumentan que, a través de la búsqueda de información en la web para responder preguntas orientadoras de un tema en particular, se puede desarrollar habilidades de PC en estudiantes. Por otro lado, Hwang y Chen (2017) proponen que, mediante el juego ubicuo, el cual consiste en relacionarse con contextos reales, se capacita a los estudiantes en resolución de problemas y se fomenta en ellos el PC a través del desarrollo de habilidades de comprensión del marco científico.

Además, Dowd *et al.* (2018) expresan que puede existir una relación entre razonamiento científico y el PC mediante la escritura, que mejoran solidariamente si el estudiante se involucra en actividades de escritura científica. Por otro lado, Archila *et al.* (2019) manifiestan la relevancia de promover el PC en el aula mediante el análisis de la información científica que los medios periodísticos divulgan acerca de la ciencia. Así mismo, las cuestiones sociocientíficas son un vehículo adecuado para fomentar el PC (Viehmann *et al.*, 2024; Gómez, 2023; Wang *et al.*, 2017; Torres, 2014; Solbes 2013a, 2013b; Solbes y Torres, 2012; González, 2012). Además, los autores anteriormente mencionados sugieren que al innovar las prácticas pedagógicas se pueden introducir elementos centrales del PC y potenciar las explicaciones científicas escolares. Lu *et al.* (2020) añaden que un diseño curricular centrado en la indagación, en donde se “integrate critical and reflective competencies into a structured approach of scientific inquiry teaching practices” [integre competencias críticas y reflexivas en un enfoque estructurado de prácticas de enseñanza de la investigación científica] (p. 965), puede promoverse el PC en los estudiantes de Secundaria.

Por otro lado, autores como Cobo *et al.* (2021); Ortega y Gil (2019); Yacoubian y Khishfe (2018), y

Tamayo (2017) exponen que, para el desarrollo del PC en los estudiantes, este debe tornarse en una finalidad, mediante un adecuado conocimiento de la naturaleza de la ciencia, dado que el papel del PC es la formación de ciudadanos críticos que tengan la capacidad de comprender las fortalezas e importancia de la ciencia. En la misma línea, Dellantonio y Pastore (2021) afirman que

critical thinking appears to be key to developing integrated and coherent belief systems that are continuously examined from the point of view of the evidence they rely on and that are evaluated over and over again to assess their plausibility with respect to others [el pensamiento crítico parece ser la llave para desarrollar sistemas de creencias integrados y coherentes que se examinen continuamente, desde el punto de vista de las pruebas en las que se basan y que se evalúen reiteradamente más para evaluar su plausibilidad con respecto a otros]. (p. 7497)

Todos estos aportes del PC que se enuncian para la enseñanza de las ciencias conducen más firmemente a un objetivo educativo que consiste en “remove the obstacles that prevent people from learning reliable and well-grounded content” [eliminar los obstáculos que impiden que las personas aprendan contenidos fiables y bien fundamentados] (Dellantonio y Pastore, 2021, p. 7487).

En consecuencia, la enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria debe encaminarse a generar procesos en donde las y los estudiantes sepan qué hacer con el conocimiento científico expuesto en el aula, de modo que la clase no se reduzca a una promulgación memorística de las teorías. Por ejemplo, para Vila *et al.* (2023), establecer una serie de actividades en el aula encaminadas a potenciar el PC permite desarrollar procesos de metacognición y autorregulación tanto para los estudiantes como para el docente. Una clase en donde se desarrolla la autorregulación fomenta avances en las diferentes habilidades de la idea de PC. A su vez, Syahfitri y Muntahanah

(2024) refieren que los procesos de enseñanza/aprendizaje deben ser innovadores y relevantes para los estudiantes, donde, gracias al uso de módulos digitales interactivos basados en su contexto, desarrollan habilidades de PC.

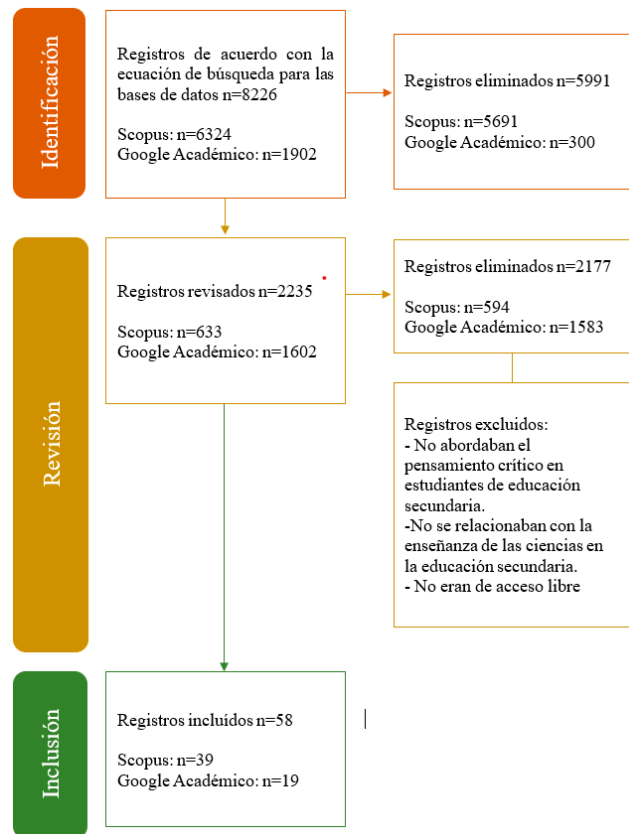
Es de aclarar que el PC no debe ser reducido a una simple herramienta pedagógica, sino que debe ser entendido por el profesorado como un constructo de conocimiento que habilita a la comprensión genuina de las ciencias y genera un conjunto de habilidades de pensamiento transversales y robustas que posibilitan involucrarse en investigaciones científicas escolares.

### 3. Metodología

Para identificar las perspectivas de PC en la enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria, que circularon en la literatura académica entre 2012 y 2024, se establecieron unos criterios de búsqueda en las bases de datos de Scopus y Google Académico que consolidaron un corpus de documentos que cumplen con el objetivo planteado para este estudio.

En primer lugar, se procede a la búsqueda de publicaciones en torno al constructo de PC, en relación con la enseñanza de las ciencias en la base de datos Scopus, mediante la ecuación de búsqueda «“Critical thinking” AND “science education” AND “science teaching” en “ALL FIELD”». Se estableció la búsqueda en las áreas de Social Sciences y Physics and Astronomy, dado que el alcance de este documento es aportar al análisis del PC en la enseñanza de la física en la investigación doctoral desarrollada por el primer autor. En segundo lugar, se realizó una búsqueda similar de publicaciones en Google Académico, a partir de la misma ventana de observación. Aquí se usó el operador “+”, que se asoció con la siguiente ecuación de búsqueda “Pensamiento crítico” + “educación científica” + “enseñanza de la ciencia”.

Para el análisis y extracción de los documentos (ponencias, trabajos de grado, artículos científicos), se seleccionaron únicamente aquellos que relacionaban explícitamente el PC con la enseñanza de las ciencias naturales (física, química, biología) y que reportaran trabajos en el contexto de Educación Secundaria. Para este filtrado se tuvieron en cuenta título, resumen, palabras clave y, eventualmente, apartes del cuerpo del texto. Los datos obtenidos fueron registrados en una matriz bibliográfica que contiene autores, año de publicación, país del primer autor, tipo de acceso, revista y resumen.

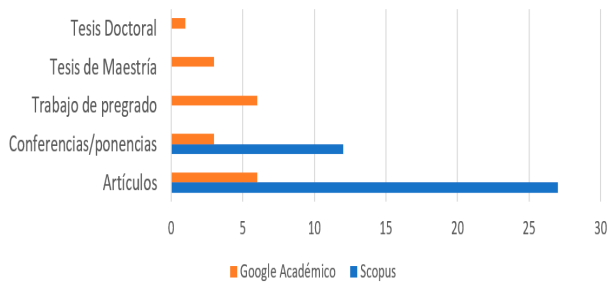


**Figura 1.** Diagrama de flujo revisión documental  
Nota: adaptado de Page et al. (2021).

Por último, y de acuerdo con los criterios y ecuaciones de búsqueda ya mencionados, en la base de datos Scopus coincidieron 6324 publicaciones, y 1902 en Google Académico. Al seleccionar con base en los criterios mencionados, estas cifras van disminuyendo. Los resultados

parciales y totales de la búsqueda se muestran en el diagrama de flujo de la figura 1, el cual se desarrolla y adapta según los criterios de la declaración PRISMA.

## 4. Resultados y análisis



**Figura 2.** Relación tipo de documentos y bases de datos

La figura 2 muestra los tipos de documentos hallados que relacionan el PC con la enseñanza de las ciencias, y aquellos donde se abordan estas categorías en la Educación Secundaria. De estos, 33 corresponden a artículos publicados en diferentes revistas a nivel mundial; 15, publicaciones derivadas de conferencias o ponencias en distintos foros científicos; 6, a trabajos de grado para obtener títulos profesionales en Educación; 3, a tesis de maestría, y 1, a trabajo doctoral.

Al analizar la producción frente al desarrollo del PC en la enseñanza de las ciencias con aportes en la educación secundaria, se evidencia que este ha tomado un grado de relevancia en el ámbito académico, en el cual se han presentado resultados de investigaciones en diferentes revistas indexadas que se encuentran en la base de datos de Scopus.

Asimismo, algunos autores como Álvarez *et al.* (2024), Gómez (2023), Ascanio (2021), Vásquez (2019), Grisales (2018), González (2018) y Hernández (2017), quienes han desarrollado sus trabajos, tesis o monografías enfocados en el estudio del PC en la enseñanza de la ciencia, evidencian que aún resulta ser escasa la inmersión del PC en un nivel educativo como la secundaria. Adicionalmente, indagar en la base de datos de

Google Académico permitió identificar trabajos respecto al PC, los cuales se encuentran en proceso y aún no cumplen con los criterios para ser publicados en revistas indexadas, pero no dejan de ser significativos para el ámbito educativo y para la formación de ciudadanos críticos.

### 4.1 Documentos incluidos

En cuanto a los documentos seleccionados para el análisis del PC en la enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria, se seleccionaron 58 documentos que abordaban las características de búsqueda en las respectivas bases de datos consultadas. En el anexo 1 se detalla esta recopilación, donde se clasifica con título del documento, autores, país filial del primer autor, año y revista de publicación.

Los diferentes documentos seleccionados, muestran el desarrollo del PC en el campo de la enseñanza de las ciencias (física, química, biología) en diferentes grados de la educación secundaria; así mismo, la incursión del PC en varios países en este nivel educativo.

Si bien son importantes los artículos científicos que se encuentran en revistas indexadas, y han sido revisados por pares expertos en las temáticas, no hay que descartar las comunicaciones que se presentan en los congresos a través de conferencias o ponencias, como tampoco trabajos para obtener un título académico, ya que esto demuestra el interés tanto directa e indirectamente de abordar el PC en la enseñanza de las ciencias desde todas las conexiones posibles.

### 4.2 Documentos reportados por país

En lo concerniente a la producción por país donde se aborda el PC en la enseñanza de las ciencias enfocado a la Educación Secundaria, en la figura 3 se muestra este análisis. En todos los casos se tiene en cuenta la afiliación del primer autor.

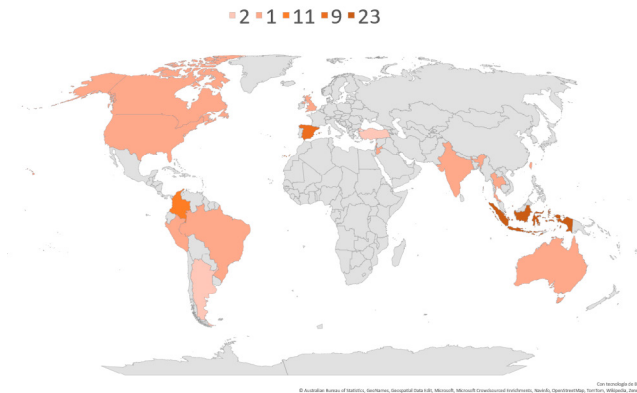


Figura 3. Documentos por país, filial primer autor

Indonesia lidera con 23 documentos; sin embargo, en pertinente aclarar que, de esos documentos, 10 son presentados en conferencias o ponencias. Le sigue Colombia con 11 documentos, en donde 3 corresponden a tesis de maestrías, 5 a trabajos de grado y 1 a conferencia o ponencia. En tercer lugar, se encuentra España, con 9 documentos, uno de ellos es un trabajo de grado, otro es tesis doctoral, y una ponencia, los demás son artículos.

En la figura 3 también pueden observarse las regiones donde las investigaciones del PC en la enseñanza de las ciencias en Secundaria han sido relevantes, de modo que se exponen cómo se ha globalizado y se encuentran inmersos en varios países de los diferentes continentes.

### 4.3 Producción por año

Al analizar la producción por años en la ventana de observación de 2012 a 2024, se observa que a partir de 2017 hubo un crecimiento significativo hasta 2020. En ese año se encontró una producción académica de 14 documentos. Luego hubo un descenso hasta llegar a 2 documentos en 2022 (figura 4); sin embargo, desde 2023 se ha incrementado la productividad respecto a la investigación del PC en la enseñanza de la ciencia en Secundaria; y en lo que concierne a 2024, también se registra este interés investigativo.

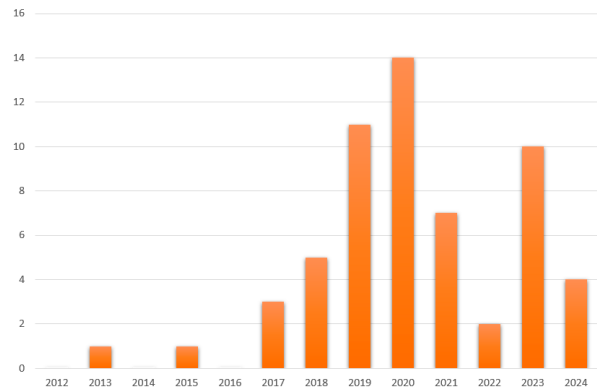


Figura 4. Producción por año

Ahora bien, en la figura 4 se ilustra un descenso en la producción del PC en la enseñanza de las ciencias posterior a 2020; no obstante, es pertinente considerar que durante esta época el mundo se encontraba bajo la crisis generada por la pandemia por covid-19, lo que pudo generar esta reducción en el campo investigativo en el aula, dado que se trasladó una enseñanza presencial a una virtual sincrónica o asincrónica y lo que llevó a replantear la enseñanza de las ciencias (Adúriz-Bravo, 2020). A pesar de ello, posterior a esta crisis, las investigaciones educativas y en especial la enseñanza de las ciencias y el PC, han retomado un avance significativo desde 2023.

### 4.4 Producción por revistas

En la tabla 1 y utilizando la plataforma de *Scimago Journal & Country Rank* se indica el país al cual pertenece la revista o editorial de los documentos seleccionados de acuerdo con las ecuaciones de búsqueda anteriormente mencionadas.

Tabla 1. Producción por revista, país de la revista y números de documentos

Revista / Repositorio	País	Número de documentos
Computer-Supported Collaborative Learning Conference (CSCL)	Estados Unidos	1
Cypriot Journal of Educational Sciences	Chipre	1
Diálogos sobre Educación. Temas Actuales en Investigación Educativa	México	1

E-Learning and Digital Media	Reino Unido	1
Enseñanza de las Ciencias	España	1
European Journal of Educational Research	Países Bajos	1
Frontiers in Education	Suiza	1
Indagatio Didactica	Portugal	1
International Electronic Journal of Elementary Education	Turquía	1
International Journal of Evaluation and Research in Education	Indonesia	2
International Journal of Instruction	Turquía	3
International Journal of Science Education	Reino Unido	2
Investigações em Ensino de Ciências	Brasil	2
Journal of Baltic Science Education	Lituania	1
Journal of Physics: Conference Series	Reino Unido	11
Journal of Turkish Science Education	Turquía	1
Jurnal Pendidikan IPA Indonesia	Indonesia	2
Libro de Actas del 1.er Congreso Caribeño de Investigación Educativa	República Dominicana	1
Participatory Educational Research	Turquía	1
Periódico Tchê Química	Brasil	1
Revista Científica Digital de Educación (Eduser)	Perú	1
Revista de Educación en Biología	Argentina	1
Revista Electrónica EDUCyT	Colombia	1
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	España	2
Revista Tecné, Episteme y Didaxis	Colombia	2
Thinking Skills and Creativity	Países Bajos	3
Universal Journal of Educational Research	Estados Unidos	2
Universidad Autónoma de Manizales	Colombia	1
Universidad Católica de Manizales	Colombia	1
Universidad de Antioquia	Colombia	3
Universidad de Valladolid	España	1
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia	1
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá	Colombia	1
Universidad Pedagógica Nacional	Colombia	1
Universidad de Huelva	España	1

Por consiguiente, en la figura 5 se analiza los datos de la tabla 1, en donde se muestra la cantidad de documentos que fueron aceptados y publicados en las diferentes revistas o repositorios por cada país, los cuales se centran en el PC en la enseñanza de las ciencias.

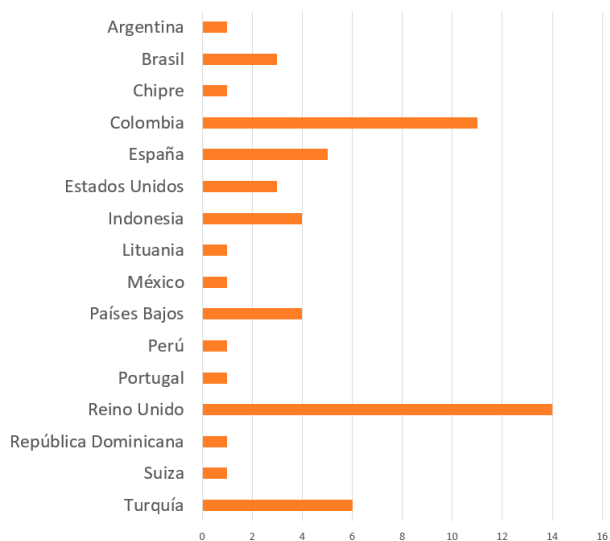


Figura 5. Documentos publicados por país en sus revistas y/o repositorios

Como se observa en la figura 5, las revistas del Reino Unido lideran las publicaciones que corresponden a PC en la enseñanza de las ciencias en Secundaria; le siguen Colombia y Turquía; sin embargo, es de aclarar que los documentos encontrados en *Journal of Physics: Conference Series* (tabla 2) forman parte de seminarios, congresos, conferencias, entre otros, donde distintos autores presentaron sus investigaciones en cuanto al PC en la enseñanza de las ciencias.

Finalmente, en la figura 6 se detallan las revistas o repositorios en donde los autores mencionados en el anexo A han presentado sus propuestas y avances investigativos encaminados al PC en la enseñanza de las ciencias en Secundaria. Algunos se han expuesto en congresos y conferencias entre 2018 y 2020, y sus principales ponentes fueron de Indonesia. Pese a que es reducida la producción en las otras revistas mencionadas, es notoria la importancia que tienen el PC en la enseñanza de las ciencias a nivel mundial.

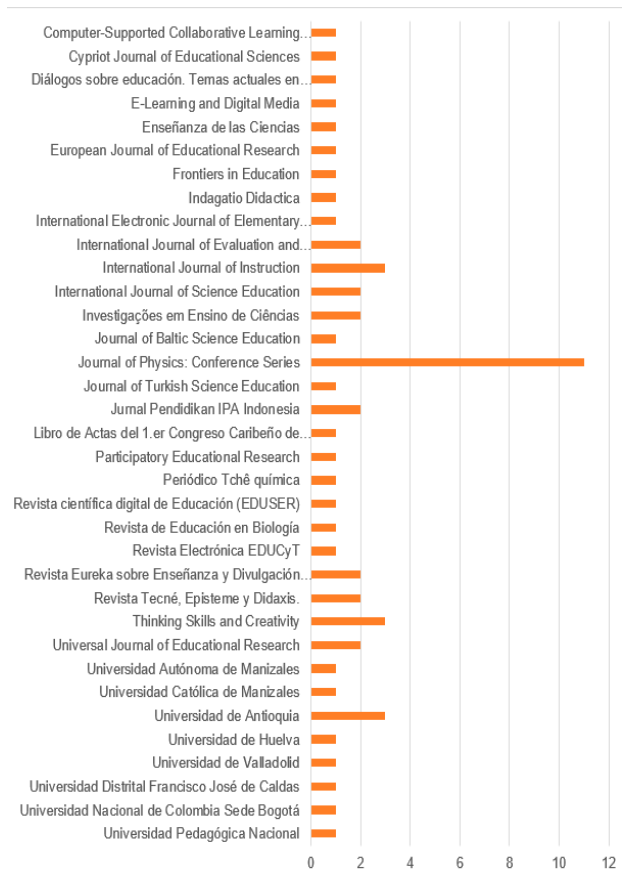


**Tabla 2.** Eventos consolidados en Journal of Physics: Conference Series

Año de publicación	Evento
2019	5th International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education (MSCEIS 2018) 27 October 2018, Bandung, Indonesia.
	International Annual Meeting on STEM Education (I AM STEM) 2018 13–15 August 2018, Avani Khon Kaen Hotel, Thailand.
	International Seminar on Science Education 13 October 2018, Yogyakarta, Indonesia.
	International Conference on Mathematics and Science Education (ICMSCE 2018) 5 May 2018, Bandung, Indonesia.
2020	6th International Conference on Mathematics, Science, and Education (ICMSE 2019) 9-10 October 2019, Semarang, Indonesia.
	The 1st International Conference on Education and Technology (ICETECH) 8 August 2019, Madiun, Indonesia.
	The 1st International Conference on Mathematics, Science and Computer Education 7–8 August 2019, Banjarmasin, South Kalimantan.
2021	The 2nd International Conference on Lesson Study of Science Technology Engineering and Mathematics (2nd ICOLSSTEM) 2020 19-20 September 2020, East Java, Indonesia.
	The 1st Paris Van Java International Seminar on Computer, Science, Engineering, and Technology (PVJ_ISComSET), 15-16 July 2020, Tasikmalaya, Indonesia.
	The 2nd International Conference on Sciences and Technology Applications (ICOSTA) 2020 3 November 2020, Medan City, Indonesia.

### 5. Discusión del pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias

Desarrollar las habilidades de PC en la enseñanza de las ciencias forma ciudadanos críticos en cuanto al conocimiento científico; así promueve el acceso a nuevas estrategias de enseñanza que involucren al estudiantado en las ciencias mediante su razonamiento. Por ejemplo, abordajes de enseñanza como las planteadas por Fairuz *et al.* (2019a, 2019b) y Dewi *et al.* (2019) indican que el uso de materiales didácticos y digitales que evidencien una ciencia contextual, narrativa y cercana a las vivencias de los estudiantes, mejoran significativamente sus habilidades de PC.



**Figura 5.** Documentos publicados por país en sus revistas y/o repositorios

Por otra parte, Ortega *et al.* (2022) analizan el diseño e implementación de secuencias de enseñanza aprendizaje (SEA); estas son herramientas que le permiten al estudiante reconocer cuál es la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad; y además enfatiza en el constante desarrollo del PC, ya que esto también genera elementos para la comunicación y retroalimentación de la enseñanza propuesta y así obtener una capacidad de comprensión del conocimiento científico tanto en estudiantes como en docentes.

Otro rasgo fundamental es planteado por González (2019), para quien a través de la enseñanza de las ciencias es posible potenciar las habilidades de PC en la formación de ciudadanos. Sin embargo, enfatiza en que es difícil de lograr, debido a que

la enseñanza tradicional no aporta a este fin y que ya es momento de resignificar la escuela, la cual enseñe a los estudiantes a pensar razonadamente frente a lo que el mundo actual les ofrece. Por ende, el mismo autor considera la enseñanza de las ciencias como una propuesta para el desarrollo de las habilidades del PC, pero para ello debe destacarse la metacognición, ya que “no es posible ejercer el PC si no somos conscientes de [cómo] funcionan nuestras mentes” (p. 18).

Por consiguiente, a medida que se va desarrollando el PC, este genera procesos y habilidades argumentativas que fundamentan la credibilidad o no de las ciencias, y así mismo se fomenta la formación de ciudadanos críticos (Porrás *et al.*, 2020). Ahora bien, el constructo del PC en el aula puede ser abordado desde diferentes estrategias: Jaswal y Behera (2023) utilizan el aprendizaje combinado, un enfoque *online* y presencial, una enseñanza semipresencial; dado que esto incentiva en el estudiante un compromiso para participar activamente con su propio progreso en las habilidades del PC (analizar, evaluar, entre otras), puesto que lo lleva a interactuar permanente con otros pares y así intercambiar ideas para solucionar un problema planteado por el docente o facilitador. También, Norris *et al.* (2023), en Australia, apuestan por las actividades extracurriculares mediante un torneo de mentes (TOM, por su sigla en inglés) para estudiantes tanto de Primaria como de Secundaria, en donde deben resolver diferentes situaciones. Esta estrategia posibilita la formación del PC con ayuda de trabajo en equipo, fomenta la resolución de problemas y estimula el PC, la creatividad, la colaboración y la comunicación, las 4C.

De igual manera, en Indonesia, Khoiri *et al.* (2021) enfatizan en que para el avance educativo y obtener las habilidades del siglo XXI mediante las 4C, es necesario considerar los contextos de los estudiantes: si corresponden al área rural o urbana. Argumentan que en los contextos rurales son más dispuestos y familiarizados con el trabajo grupal;

sin embargo, una problemática bastante común a nivel mundial es el acceso a las tecnologías, ya que es muy limitado en comparación con las áreas urbanas. Por tanto, las políticas educativas deben ir encaminadas a la formación científica mediante el PC, teniendo en cuenta los entornos de los estudiantes y las habilidades de las 4C, debido a que hay diferencias en cuanto al aprendizaje de los procesos científicos y la formación del PC en estudiantes de áreas rurales y urbanas (Astalini *et al.*, 2023).

Además de lo anterior, Gómez (2023) resalta que el manejo de las cuestiones sociocientíficas en el aula proporciona en los estudiantes un progreso significativo en el desarrollo del PC, dado que son cada vez más objetivos en el uso de la información y van construyendo su visión de ciencia sin apartarse de la realidad. Como lo plantean Vázquez y Manassero (2018): “Un primer factor para enseñar a pensar en ciencias es promocionar el estudio de contextos específicos que ofrezcan oportunidades de pensar críticamente” (p. 5). En su estudio, Fonseca y Castiblanco (2020) trabajan la enseñanza del sonido para el desarrollo del PC, para lo cual proponen en el aula conceptos físicos cercanos a su entorno e incentivan al estudiante a ser partícipe en la construcción de su conocimiento y a organizar sus pensamientos en la comprensión del fenómeno abordado.

Por ende, la enseñanza de las ciencias debe estar encaminada a generar procesos que permitan al estudiante tener una clara percepción, conocimiento y argumentación frente al conocimiento científico, mediante el PC se puede generar habilidades para la organización y evaluación del conocimiento, fomentar la solución de problemas y, desde la escuela, formar ciudadanos críticos que aporten al progreso de la sociedad y de la ciencia.

## 6. Consideraciones finales

El pensamiento crítico se viene investigando desde hace más de dos décadas, y hay un número

considerable de investigaciones que lo relacionan con algún campo de especialidad. Como muestra de ello, en la base de datos Scopus el término “critical thinking” en todos los campos arroja un resultado aproximado de 106 686 documentos, y en Google Académico, más de 500 000, esto demuestra que el PC se encuentra en diferentes ámbitos académicos. No obstante, es necesario incentivar y realizar investigaciones que se profundicen en la construcción y desarrollo del PC en la Educación Secundaria y en la enseñanza de las ciencias (Costa *et al.*, 2021).

Por otra parte, y teniendo en cuenta los resultados, es esencial para próximas revisiones sistemáticas e investigaciones preguntarse ¿por qué algunos países del continente asiático presentan un mayor número de trabajos sobre el pensamiento crítico en las aulas escolares? Mientras se muestran sus resultados en diferentes eventos o revistas a nivel mundial. Esto lleva a reflexionar sobre la necesidad y trascendencia que se tiene al desarrollar el PC desde la enseñanza de las ciencias, asimismo a indagar sobre lo que sucede con el desarrollo del PC en Latinoamérica.

Esta revisión del PC en la enseñanza de las ciencias en Secundaria reitera lo esencial que es avanzar en el constructo del PC para la comprensión de las ciencias desde edades tempranas. Sin embargo, se evidencia la poca intervención a nivel mundial, dado que si bien es cierto, existe diversa literatura sobre el PC, es crucial ir innovando el desarrollo de este tópico en el aula, puesto que los avances tecnológicos y científicos cada día son más recurrentes, así como la evolución sociocultural, por lo que hace necesario que los jóvenes tengan un desarrollo cognitivo superior que les permita comprender todos estos avances de la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA).

También es fundamental considerar cómo se incorpora la enseñanza de las ciencias en aula de la Educación Secundaria, dado que no es utilizar el PC como una herramienta de oposición a la

ciencia, sino como una manera de adentrarse en ella, para así favorecer en el estudiante la construcción de un conocimiento propio que faculte la comprensión de las ciencias, lo cual también llevará a la formación de ciudadanos críticos.

Finalmente, la configuración del presente artículo constituye un referente para el desarrollo investigativo de la tesis doctoral “Aportes de la historia y filosofía de la ciencia en la configuración del espacio-tiempo para el desarrollo del pensamiento crítico”, de la Universidad Pedagógica Nacional, en el grupo de investigación Educación en Ciencias, Ambiente y Diversidad (EduCADiverso), ya que consolida la incidencia del PC en la enseñanza de las ciencias en secundaria.

## 7. Referencias

- Acevedo Vargas, G. (2015). *Aprendizaje en profundidad de los grupos funcionales inorgánicos y desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes de decimo grado de la IE Técnica Minuto de Dios Fe y Alegría del municipio de Lérida-Tolima* [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Manizales.
- Adúriz-Bravo, A. (2020). *Enseñanza de las ciencias naturales en tiempos de pandemia. Repensando contenidos, métodos... y finalidades*. Fundación Uruguay de Magisterio Trabajadores de Educación Primaria. <https://www.fumtep.edu.uy/noticias/noticias-y-novedades/item/1486-aportes-dequehacer-educativo-en-tiempos-de-pandemia-ensenanza-de-las-ciencias-naturales-en-tiempos-de-pandemia-repensando-contenidos-metodos-y-finalidades>
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140.
- Alsarayreh, R. S. (2021). Developing critical thinking skills towards biology course using two active learning strategies. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(1), 221-237. DOI: 10.18844/cjes.v16i1.5521

- Altuve, G. J. (2010). El pensamiento crítico y su inserción en la educación superior. *Actualidad Contable FACES*, 13(20), 5-18.
- Álvarez Ramírez, L., Moreno Parra, S. y López Cano, A. (2024). *La formación de pensamiento crítico a través de la enseñanza de la Física: una aproximación a la epistemología feminista desde la naturaleza de la ciencia* [Trabajo de pregrado]. Universidad de Antioquia.
- Andriani, R., Hidayat, A., Supriana, E. y Anantanukulwong, R. (2020). Examining the relationship between students' motivation and critical thinking skills in learning torque and static equilibrium. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3). DOI: 10.1088/1742-6596/1567/3/032087
- Archila, P. A., Molina, J. y De Mejia, A. M. (2019). Promoting undergraduates' awareness of the importance of thinking critically about false or inaccurate scientific information presented in news articles. *Revista Eureka*, 16(3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92058878013>
- Ascanio Maestre, D. (2021). *Formación en ciencias como estímulo al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico: la teoría de la relatividad en lo cotidiano* [Trabajo de pregrado]. Universidad de Antioquia.
- Asmara, R., Zubaidah, S., Mahanal, S. y Sari, N. (2023). Levels of inquiry and reading-questioning-answering (LQRQA) to enhance high school students' critical and creative thinking. *International Journal of Instruction*, 16(3), 325-342. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16318a>
- Astalini, Darmaji, Kurniawan, D. A., Wirayuda, R. P., Putri, W. A., Setiya Rini, E. F., Ginting, A. A. y Ratnawati, T. (2023). Impact of science process skills on thinking skills in rural and urban schools. *International Journal of Instruction*, 16(2), 803-822. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16242a>
- Cardona Arenas, Y. (2020). *Secuencias didácticas como estrategia para potenciar el pensamiento crítico en estudiantes del grado noveno de la IE Francisco José de Caldas* [Tesis de maestría]. Universidad Católica de Manizales.
- Chusni, M. M., Saputro, S., Suranto y Rahardjo, S. B. (2020). The potential of discovery learning models to empower students' critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1464(1). DOI: 10.1088/1742-6596/1464/1/012036
- Cobo, H. C., Abril, A. M. y Ariza, M. R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3808-1-3801-17.
- Cortés Novoa, R. (2019). *El pensamiento crítico y la fisiología del sistema nervioso y endocannabinoide: una propuesta de aula para el ciclo IV* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Costa, S. L. R., Bortoloci, N. B., Broietti, F. C. D., Vieira, R. M. y Tenreiro-Vieira, C. (2021). Pensamento crítico no ensino de ciências e educação matemática: uma revisão bibliográfica sistemática. *Investigações em Ensino de Ciências*, 26(1), 145-168. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p145>
- Dellantonio, S. y Pastore, L. (2021). Ignorance, misconceptions and critical thinking. *Synthese*, 198(8), 7473-7501. <https://doi.org/10.1007/s11229-019-02529-7>
- Demirci, F. y Özyürek, C. (2017). The effects of using concept cartoons in astronomy subjects on critical thinking skills among seventh grade student. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(2), 243-254. DOI: 10.26822/iejee.2017236119
- Dewi, N. R., Magfiroh, L., Nurkhalisa, S. y Dwijayanti, I. (2019). The development of contextual-based science digital storytelling teaching materials to improve students' critical thinking on classification theme. *Journal of Turkish Science Education*, 16(3), 364-378. <https://doi.org/10.36681/>
- Dowd, J., Thompson, R., Schiff, L. y Reynolds, J. (2018). Understanding the complex relationship between critical thinking and science reasoning among undergraduate thesis writers. *CBE Life Sciences Education*, 17(1). <https://doi.org/10.1187/cbe.17-03-0052>

- Ennis, R. (2005). Pensamiento crítico: un punto de vista racional. *Revista Psicología y Educación*, 1(1), 47-64. <http://www.revistapsicologiayeducacion.es/pdf/5.pdf>
- Facione, P.A. (2007). Pensamiento crítico: ¿Qué es y por qué tan importante? *Insight Assessment*. <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.pdf>
- Fairuz, T., Kaniawati, I. y Sinaga, P. (2019a). Enhancing critical thinking skills and information literacy of students through integrated science teaching materials. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(3). DOI: 10.1088/1742-6596/1280/3/032045
- Fairuz, T., Kaniawati, I. y Sinaga, P. (2019b). Integrated science teaching materials oriented on critical thinking skills and information literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2). DOI: 10.1088/1742-6596/1157/2/022037
- Fan, K. (2024). Can the infusion teaching of critical thinking improve Chinese secondary students' critical thinking and academic attainment? Findings from a randomised controlled trial. *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101597.
- Fonseca, Y. L. y Castiblanco, O. L. (2020). Desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo a partir de la enseñanza del sonido. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (47), 111-126.
- Fuhrmann, T., Bar, C., y Blikstein, P. (2020). Identifying discrepant events as a strategy to improve critical thinking about scientific models in a heat transfer unit in middle-school. *Computer-Supported Collaborative Learning Conference (CSCL)*, 2, 1031-1038.
- Gómez Pérez, J. (2023). *El papel de los proyectos de investigación escolar sobre cuestiones sociocientíficas en la autorregulación del alumnado* [Tesis doctoral]. Universidad de Huelva.
- González, A. (2018). *Pensamiento crítico y la enseñanza de la bioquímica una estrategia con insectos comestibles* [Trabajo de pregrado]. Universidad Pedagógica Nacional.
- González, G. L. (2019). Enseñanza de la biología y pensamiento crítico: la importancia de la metacognición. *Revista de Educación en Biología*, 22(2), 4-24.
- González, R. H. (2012). Controversias sociocientíficas para fomentar el pensamiento crítico en docentes [en línea]. En *III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.3676/ev.3676.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3676/ev.3676.pdf)
- Grisales Ramírez, J. (2018). *Potencializadores del pensamiento crítico a través de la contextualización de fenómenos de dilatación térmica* [Trabajo de pregrado]. Universidad de Antioquia.
- Hernández Bríñez, M. (2017). *Evidencias del desarrollo del pensamiento crítico en personas sordas a través de la enseñanza de las ciencias* [Trabajo de pregrado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Hwang, G. J. y Chen, C. H. (2017). Influences of an inquiry-based ubiquitous gaming design on students' learning achievements, motivation, behavioral patterns, and tendency towards critical thinking and problem solving. *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 950-971. <https://doi.org/10.1111/bjet.12464>
- Jaswal, P. y Behera, B. (2023). Blended matters: Nurturing critical thinking. *E-Learning and Digital Media*, 0(0), 1-19. <https://doi.org/10.1177/20427530231156184>
- Jiménez, T. L. y Otero, J. (2019). La educación científica frente al pensamiento anticrítico en la vida diaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 117-135. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.2608
- Kaynar, H. y Kurnaz, A. (2024). The effect of interdisciplinary teaching approach on the creative and critical thinking skills of gifted pupils. *Thinking Skills and Creativity*, 54, 101637. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101637>
- Khoiri, A., Evalina, Komariah, N., Utami, R. T., Paramarta, V., Siswandi, Janidin y Sunarsi, D. (2021). 4Cs analysis of 21st century skills-based school areas. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1). DOI: 10.1088/1742-6596/1764/1/012142
- Kriswantoro, Kartowagiran, B. y Rohaeti, E. (2021). A critical thinking assessment model integrated with science process skills on chemistry for senior high school. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 285-298. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.1.285>

- Kurniawan, W., Pathoni, H., Muliawati, L., Kurniawan, D. A., Romadona, D. D., Ningsi, A. P. y Dari, R. W. (2020). Relationship of science process skills and critical thinking of students in physics subject. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11), 5581-5588. DOI: 10.13189/ujer.2020.081162
- Lestari, N., Basri, K. I., Yusuf, S. M., Suciati, S. y Masykuri, M. (2020). Life skill integrated science-PBL module to improve critical thinking skills of secondary school students. *Universal Journal of Educational Research*, 8(7), 3085-3096. DOI: 10.13189/ujer.2020.080737
- Loaiza, Z. Y. y Osorio, L. D. (2018). El desarrollo de pensamiento crítico en ciencias naturales con estudiantes de básica secundaria en una Institución Educativa de Pereira-Risaralda. *Diálogos sobre Educación. Temas Actuales en Investigación Educativa*, 9(16), 1-24.
- Lu, Y.-Y., Lin, H.-S., Smith, T., Hong, Z.-R. y Hsu, W.-Y. (2020). The effects of critique-driven inquiry intervention on students' critical thinking and scientific inquiry competency. *Journal of Baltic Science Education*, 19(6), 954-971. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.954>
- Mackay, C. R., Franco, C. D. y Villacis, P. P. (2018). El pensamiento crítico aplicado a la investigación. *Universidad y Sociedad*, 10(1), 336-342.
- Mustika, M., Maknun, J. y Feranie, S. (2019). Case study: Analysis of senior high school students scientific creative, critical thinking and its correlation with their scientific reasoning skills on the sound concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). DOI: 10.1088/1742-6596/1157/3/032057
- Norris, C. M., Taylor, T. A. y Lummis, G. W. (2023). Fostering collaboration and creative thinking through extra-curricular challenges with primary and secondary students. *Thinking Skills and Creativity*, (48), 101296.
- Nur, T. D., Corebima, A. D., Zubaidah, S., Ibrohim, I. y Saefi, M. (2023). Learning biology through thinking empowerment by questioning: The effect on conceptual knowledge and critical thinking. *Participatory Educational Research (PER)*, 10(1), 122-139. <http://dx.doi.org/10.17275/per.23.7.10.1>
- Ñañez Campos, R., Pérez Mundaca, S., Pisfil Rivadeneira, J. y Soplapuco Montalvo, J. (agosto-diciembre de 2021). Indicadores bibliometricos de la producción científica sobre pensamiento crítico en Scopus, periodo 2017-2020. *Revista Tzhoeoen*, 13(2), 5-17. <https://doi.org/10.26495/tzh.v13i2.1990>
- Occelli, M., Pérez Moreno, E., Garcia Romano, L., Masullo, M., Grosso, P., Appendino, S., Galli, L., Ulloque, M. y Viarengo, M. (2020). Desarrollo de pensamiento crítico: análisis de una experiencia interdisciplinaria centrada en una cuestión sociocientífica. *Revista Electrónica EDUCyT*, 11(n.º extra), 1151-1162.
- Oliveras, B., Márquez, C. y Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885-905. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.586736>
- Ortega, Q. V. y Gil, P. C. (2019). La naturaleza de la ciencia y la tecnología. Una experiencia para desarrollar el pensamiento crítico. *Revista Científica*, 35(2), 167-182.
- Ortega, Q. V., Gil Puente, C. y Vallés Rapp (2022). Decisiones científico-tecnológicas y equilibrios en la ciencia y la tecnología. Una propuesta basada en el desarrollo del pensamiento. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27(1), 223-244. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p223
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. (Trad. J. J. Yepes-Núñez, G. Urrútia, M. Romero-García y S. Alosa-Fernández) *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799.
- Panjaitan, E., Juliani, R. y Marpaung, N. (2021). Analysis of critical thinking skills student on the topic of optic geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1811. DOI: 10.1088/1742-6596/1811/1/012036

- Perdana, R., Budiyo, Sajidan, Sukarmin, y Rudibyani, R. B. (2020). Investigación de complejidad social (ISC): Proyecto instruccional para reforzar las competencias críticas y creativas (CCT) en química. *Periodico Tche Química*, 17(34), 727-735.
- Porrás, C. Y., Tuay, S. R. y Ladino, O. Y. (2020). Desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de Educación Media desde el enfoque de la naturaleza de la ciencia y la tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 48, 143-161. <https://doi.org/10.17227/ted.num48-11486>
- Puig, B., Blanco-Anaya, P. y Bargiela, I. M. (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), 330101-330117. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2023.v20.i3.3301](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3301)
- Pursitasari, I. D., Suhardi, E., Putra, A. P. y Rachman, I. (2020). Enhancement of student's critical thinking skill through science context-based inquiry learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 97-105. DOI: 10.15294/jpii.v9i1.21884
- Rahmat, A. D., Kuswanto, H., Wilujeng, I. y Pratidhina, E. (2023). Improve critical thinking skills using traditional musical instruments in science learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(4), 2165-2175. DOI: 10.11591/ijere.v12i4.25753
- Richard, K., Pisani, K. y Barriault, C. L. (marzo de 2022). Evaluating changes in experimentation, critical thinking, and sense of wonder in participants of science North's in-school outreach programs. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.675306>
- Rofieq, A., Hindun, I., Shultonnah, L. y Miharja, F. J. (2021). Developing textbook based on scientific approach, critical thinking, and science process skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1839(1). DOI: 10.1088/1742-6596/1839/1/012030
- Rusmansyah, Yuanita, L., Ibrahim, L., Isnawati, Rizkiana, F. y Kusuma, A. E. (2020). Effect of scientific critical thinking model to train critical thinking skills and student self efficacy. *Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series*, 1422(1). DOI: 10.1088/1742-6596/1422/1/012015
- Saiz, C. y Rivas, S. F. (2008). Evaluación en pensamiento crítico: una propuesta para diferenciar formas de pensar. *Ergo, Nueva Época*, (22-23), 25-66. <https://www.pensamiento-critico.com/archivos/evaluarpcergodf.pdf>
- Saputri, A. C., Sajidan, Rinanto, Y., Afandi y Prasetyanti, N. M. (2019). Improving students' critical thinking skills in cell-metabolism learning using stimulating higher order thinking skills model. *International Journal of Instruction*, 12(1), 327-342. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12122a>
- Solbes, J. (2013a). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 1-10.
- Solbes, J. (2013b). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (II): Ejemplos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(2), 148-158.
- Solbes, J. y Torres, M. 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.
- Sung, H. Y., Hwang, G. J. y Chang, H. S. (2015). An integrated contextual and web-based issue quest approach to improving students' learning achievements, attitudes, and critical thinking. *Educational Technology and Society*, 18(4), 299-311.
- Syahfitri, J. y Muntahanah. (2024). The effectiveness of local wisdom-based interactive digital module on students' critical thinking disposition. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 2170-2177. <http://doi.org/10.11591/ijere.v13i4.28256>
- Tamayo, A. O. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233.
- Tamayo, A. O. (2017). Interacciones entre naturaleza de las ciencias y pensamiento crítico en dominios específicos del conocimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, (n.º extra), 521-525.

- Tamayo, A. O., Zona, R. y Loaiza, Z. Y. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133.
- Torres, M. N. (2014). *Pensamiento crítico y cuestiones sociocientíficas: un estudio en escenarios de formación docente* [Tesis doctoral]. Universitat de València.
- Usmeldi, Amini, R. y Trisna, S. (2017). The development of research-based learning model with science, environment, technology, and society approaches to improve critical thinking of students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 318-325. DOI: 10.15294/jpii.v6i2.10680
- Valenzuela, G. A., Zúñiga, G. L. y Gallego, T. P. (2020). Argumentación científica para el desarrollo del pensamiento. En A. Paz, V. Figueroa Gutiérrez, E. J. Rodríguez, A. J. y M. Miranda (coords.), *Libro de Actas del Primer Congreso Caribeño de Investigación Educativa. Repensando la formación de los profesionales de la Educación* (pp. 21-28). Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU).
- Vargas Castillo, L. (2023). Pensamiento crítico y la enseñanza de la ciencia y la tecnología en colegios de Arequipa–2022. *Revista Científica Digital de Educación (EDUSER)*, 10(2), 72-81. <https://doi.org/10.18050/eduser.v10n2a7>
- Vásquez Cerro, S. (2019). *Desarrollo del pensamiento crítico a través de la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales* [Trabajo de Pregrado]. Universidad de Valladolid.
- Vázquez, A. Á. y Manassero, M. M. (2018). Una taxonomía de las destrezas de pensamiento: una herramienta clave para la alfabetización científica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (n.º extraordinario), 1-7.
- Vázquez, A. Á. y Manassero, M. M. (2020). La relación entre conceptualización de la ciencia y destrezas de pensamiento: evidencia empírica clave para la competencia científica. *Indagatio Didactica*, 12(4), 383-400.
- Vieira, R. M., Tenreiro, V. C. y Martins, I. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, 22(1), 43-54.
- Viehmann, C., Fernández Cárdenas, J. M. y Reynaga Peña, C. G. (2024). The use of socioscientific issues in science lessons: A scoping review. *Sustainability*, 16(14), 5827. <https://doi.org/10.3390/su16145827>
- Vila T., L., Márquez B., C. y Oliveras P., B. (2023). Una propuesta para el diseño de actividades que desarrollen el pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1). [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2023.v20.i1.1302](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1302)
- Wang, H.-H., Chen, H.-T., Lin, H.-S., Huang, Y.-N. y Hong, Z.-R. (2017). Longitudinal study of a cooperation-driven, socio-scientific issue intervention on promoting students' critical thinking and self-regulation in learning science. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2002-2006. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1357087>
- Walker, S. E. (2003). Active learning strategies to promote critical thinking. *Journal of Athletic Training*, 38(3), 263-267.
- Wayan, S. I. y Ristiati, N. P. (2019). Developing critical thinking, scientific attitude, and self-efficacy in students through project based learning and authentic assessment in science teaching at junior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1). DOI: 10.1088/1742-6596/1233/1/012087
- Wongsila, S. y Yuenyong, C. (2019). Examine students' perception on their critical thinking and problem-solving ability through journal writing for learning about genetics and DNA technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340(1). DOI: 10.1088/1742-6596/1340/1/012080
- Yacoubian, H. A. y Khishfe, R. (2018). Argumentation, critical thinking, nature of science and socioscientific issues: A dialogue between two researchers. *International Journal of Science Education*, 40(7), 796-807. 10.1080/09500693.2018.1449986



## Anexo 1

N.º	Título del documento	Autores	Año	País filial	Revista	
1	Identifying discrepant events as a strategy to improve critical thinking about scientific models in a heat transfer unit in middle-school	Fuhrmann <i>et al.</i>	2020	Estados Unidos	Computer-Supported Collaborative Learning Conference (CSCL)	
2	Developing critical thinking skills towards biology course using two active learning strategies	Alsarayreh, Raghad Shaher	2021	Jordania	Cypriot Journal of Educational Sciences	
3	La educación científica frente al pensamiento anticrítico en la vida diaria	Jiménez y Otero	2019	España	Enseñanza de las Ciencias	
4	A critical thinking assessment model integrated with science process skills on chemistry for senior high school	Kriswantoro <i>et al.</i>	2021	Indonesia	European Journal of Educational Research	
5	Evaluating changes in experimentation, critical thinking, and sense of wonder in participants of science north's in-school outreach programs	Richard <i>et al.</i>	2022	Canadá	Frontiers in Education	
6	The effects of using concept cartoons in astronomy subjects on critical thinking skills among seventh grade student	Demirci y Özyürek	2017	Turquía	International Electronic Journal of Elementary Education	
7	Improving students' critical thinking skills in cell-metabolism learning using Stimulating Higher Order Thinking Skills model	Saputri <i>et al.</i>	2019	Indonesia	International Journal of Instruction	
8	Argumentation, critical thinking, nature of science and socioscientific issues: a dialogue between two researchers	Yacoubian y Khishfe	2018	Líbano	International Journal of Science Education	
9	The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes	Oliveras <i>et al.</i>	2013	España		
10	Decisiones científico-tecnológicas y equilibrios en la ciencia y la tecnología. una propuesta basada en el desarrollo del pensamiento	Ortega <i>et al.</i>	2022	España	Investigações em Ensino de Ciências	
11	Pensamento crítico no ensino de ciências e educação matemática: uma revisão bibliográfica sistemática	Costa <i>et al.</i>	2021	Brasil		
12	The effects of critique-driven inquiry intervention on students' critical thinking and scientific inquiry competency	Lu <i>et al.</i>	2020	Taiwán	Journal of Baltic Science Education	
13	Developing textbook based on scientific approach, critical thinking, and science process skills	Rofieq <i>et al.</i>	2021	Indonesia	Journal of Physics: Conference Series	
14	4Cs Analysis of 21st Century Skills-Based School Areas	Khoiri <i>et al.</i>	2021	Indonesia		
15	Analysis of critical thinking skills student on the topic of optic geometry	Panjaitan <i>et al.</i>	2021	Indonesia		
16	Examining the relationship between students' motivation and critical thinking skills in learning torque and static equilibrium	Andriani <i>et al.</i>	2020	Indonesia		
17	The potential of discovery learning models to empower students' critical thinking skills	Chusni <i>et al.</i>	2020	Indonesia		
18	Effect of scientific critical thinking model to train critical thinking skills and student self efficacy	Rusmansyah <i>et al.</i>	2020	Indonesia		
19	Enhancing critical thinking skills and information literacy of students through integrated science teaching materials.	Fairuz <i>et al.</i>	2019a	Indonesia		
20	Examine students' perception on their critical thinking and problem-solving ability through journal writing for learning about genetics and DNA technology	Wongsila y Yuenyong	2019	Tailandia		
21	Developing Critical Thinking, Scientific Attitude, and Self-efficacy in Students through Project Based Learning and Authentic Assessment in Science Teaching at Junior High School	Wayan y Ristiati	2019	Indonesia		
22	Case study: Analysis of senior high school students scientific creative, critical thinking and its correlation with their scientific reasoning skills on the sound concept	Mustika <i>et al.</i>	2019	Indonesia		
23	Integrated science teaching materials oriented on critical thinking skills and information literacy	Fairuz <i>et al.</i>	2019b	Indonesia		
24	The development of contextual-based science digital storytelling teaching materials to improve students' critical thinking on classification theme	Dewi <i>et al.</i>	2019	Indonesia		Journal of Turkish Science Education

25	Enhancement of student's critical thinking skill through science context-based inquiry learning	Pursitasari <i>et al.</i>	2020	Indonesia	Jurnal Pendidikan IPA Indonesia
26	The development of research-based learning model with science, environment, technology, and society approaches to improve critical thinking of students	Usmeldi <i>et al.</i>	2017	Indonesia	
27	Inquiry social complexity (ISC): Design instructional to empowerment critical and creative thinking (CCT) skills in chemistry	Perdana <i>et al.</i>	2020	Indonesia	Periódico Tchê química
28	Relationship of science process skills and critical thinking of students in physics subject	Kurniawan <i>et al.</i>	2020	Indonesia	Universal Journal of Educational Research
29	Life skill integrated science-PBL module to improve critical thinking skills of secondary school students	Lestari <i>et al.</i>	2020	Indonesia	
30	El desarrollo de pensamiento crítico en ciencias naturales con estudiantes de básica secundaria en una Institución Educativa de Pereira-Risaralda.	Loaiza y Osorio	2018	Colombia	Diálogos sobre Educación. Temas Actuales en Investigación Educativa
31	La relación entre conceptualización de la ciencia y destrezas de pensamiento: evidencia empírica clave para la competencia científica	Vázquez y Manassero	2020	España	Indagatio Didactica
32	Argumentación científica para el desarrollo del pensamiento crítico desde la educación en energías renovables	Valenzuela <i>et al.</i>	2020	Colombia	Libro de Actas del Primer Congreso Caribeño de Investigación Educativa
33	Enseñanza de la biología y pensamiento crítico: la importancia de la metacognición	González	2019	Argentina	Revista de Educación en Biología
34	Desarrollo de pensamiento crítico: análisis de una experiencia interdisciplinaria centrada en una cuestión sociocientífica	Occelli <i>et al.</i>	2020	Argentina	Revista Electrónica EDUCyT
35	Una taxonomía de las destrezas de pensamiento: una herramienta clave para la alfabetización científica	Vázquez y Manassero	2018	España	Revista Tecné, Episteme y Didaxis
36	Desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo a partir de la enseñanza del sonido	Fonseca y Castiblanco	2020	Colombia	
37	Aprendizaje en profundidad de los grupos funcionales inorgánicos y desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes de decimo grado de la IE Técnica Minuto de Dios Fe y Alegría del municipio de Lérica-Tolima	Acevedo Vargas, Gloria	2015	Colombia	Universidad Autónoma de Manizales
38	Secuencias didácticas como estrategia para potenciar el pensamiento crítico en estudiantes del grado noveno de la I.E Francisco José de Caldas	Cardona Arenas, Yessica	2020	Colombia	Universidad Católica de Manizales
39	Potencializadores del pensamiento crítico a través de la contextualización de fenómenos de dilatación térmica	Grisales Ramírez, Johan Ricardo	2018	Colombia	Universidad de Antioquia
40	Formación en ciencias como estímulo al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico: la teoría de la relatividad en lo cotidiano	Ascanio Maestre, Dina Vanessa	2021	Colombia	
41	La formación de pensamiento crítico a través de la enseñanza de la física: una aproximación a la epistemología feminista desde la naturaleza de la ciencia	Álvarez <i>et al.</i>	2024	Colombia	
42	Desarrollo del pensamiento crítico a través de la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales	Vázquez Cerro, Sandra	2019	España	Universidad de Valladolid
43	Evidencias del desarrollo del pensamiento crítico en personas sordas a través de la enseñanza de las ciencias	Hernández Bríñez, Maira Alejandra	2017	Colombia	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
44	El pensamiento crítico y la fisiología del Sistema Nervioso y Endocannabinoide: Una propuesta de aula para el ciclo IV	Cortés Novoa, Rocío Herminda	2019	Colombia	Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá
45	Pensamiento crítico y la enseñanza de la bioquímica una estrategia con insectos comestibles	González, Alexander	2018	Colombia	Universidad Pedagógica Nacional
46	Levels of inquiry and reading-questioning-answering (LoIRQA) to enhance high school students' critical and creative thinking	Asmara <i>et al.</i>	2023	Indonesia	International Journal of Instruction

47	Fostering collaboration and creative thinking through extra-curricular challenges with primary and secondary students	Norris <i>et al.</i>	2023	Australia	Thinking Skills and Creativity
48	The effect of interdisciplinary teaching approach on the creative and critical thinking skills of gifted pupils	Kaynar y Kurnaz	2024	Turquía	
49	Can the infusion teaching of critical thinking improve Chinese secondary students' critical thinking and academic attainment? Findings from a randomised controlled trial	Fan	2024	Reino Unido	
50	Impact of Science Process Skills on Thinking Skills in Rural and Urban Schools	Astalini <i>et al.</i>	2023	Indonesia	International Journal of Instruction
51	Blended matters: Nurturing critical thinking	Jaswal <i>et al.</i>	2023	India	E-Learning and Digital Media
52	Learning biology through thinking empowerment by questioning: The effect on conceptual knowledge and critical thinking	Nur <i>et al.</i>	2023	Indonesia	Participatory Educational Research
53	El papel de los proyectos de investigación escolar sobre cuestiones sociocientíficas en la autorregulación del alumnado	Gómez Pérez	2023	España	Universidad de Huelva
54	Improve critical thinking skills using traditional musical instruments in science learning	Rahmat <i>et al.</i>	2023	Indonesia	International Journal of Evaluation and Research in Education
55	The effectiveness of local wisdom-based interactive digital module on students' critical thinking disposition	Syahfitri y Muntahanah	2024	Indonesia	
56	Integrar el pensamiento crítico en la educación científica en la era de la post-verdad	Puig <i>et al.</i>	2023	España	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias
57	Una propuesta para el diseño de actividades que desarrollen el pensamiento crítico en el aula de ciencias	Vila <i>et al.</i>	2023	España	
58	Pensamiento crítico y la enseñanza de la ciencia y la tecnología en colegios de Arequipa–2022	Vargas Castillo	2023	Perú	Revista Científica Digital de Educación (EDUSER)

