



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de
las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Una propuesta para el diseño de actividades que desarrollen el pensamiento crítico en el aula de ciencias

Vila Tura, Laura; Márquez Bargalló, Conxita; Oliveras Prat, Begonya

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, vol. 20, núm. 1, 2023

Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334007>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1302

Una propuesta para el diseño de actividades que desarrollen el pensamiento crítico en el aula de ciencias

A didactic proposal for the development of critical thinking in the high school science classroom

Laura Vila Tura
Institut El Til·ler. Les Franqueses del Vallès, España
lvila8@xtec.cat

 <https://orcid.org/0000-0003-4301-4122>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1302
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334007>

Conxita Márquez Bargalló
Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona, España
conxita.marquez@uab.cat

 <https://orcid.org/0000-0001-9660-5124>

Begonya Oliveras Prat
Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona, España
begonya.oliveras@uab.cat

 <https://orcid.org/0000-0003-1315-1126>

Recepción: 13 Febrero 2022
Revisado: 10 Junio 2022
Aprobación: 04 Octubre 2022

RESUMEN:

Vivimos en un mundo hiperconectado marcado por la desafiante “era de la posverdad”. En este contexto urge ayudar a los jóvenes a desarrollar estrategias de pensamiento crítico y para ello se requiere instrucción, práctica y tiempo. La actividad científica escolar ofrece un escenario perfecto para promoverlo. Tras el análisis del concepto de pensamiento crítico, poniendo el foco en su enseñanza en el aula de ciencias, en este artículo se presentan dos herramientas para el diseño de actividades que pongan el foco en el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias: el MOPC (Mapa Operativo del Pensamiento Crítico) y el EDAPC (Esquema de Diseño de Actividades de Pensamiento Crítico). A continuación, se muestra cómo se aplicaron dichas herramientas al diseño de una actividad, a modo de ejemplo, y se presentan los resultados obtenidos tras su implementación. Finalmente, se plantean algunas observaciones y consideraciones generales con relación a las herramientas presentada y al desarrollo del pensamiento crítico a lo largo de la escolaridad.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento crítico, educación científica, educación secundaria obligatoria, actividades de enseñanza-aprendizaje, herramientas de diseño.

ABSTRACT:

We live in a hyper-connected world marked by the challenging “post-truth era”. In this context, there is an urgent need to help young people develop critical thinking strategies and this requires instruction, practice and time. The school scientific activity offers a perfect setting to promote it. After analyzing the concept of critical thinking, focusing on its teaching in the science classroom, this article presents two tools made for the design of activities that focus on the development of critical thinking in the science classroom: MOPC (*Critical Thinking Operational Map*) and EDAPC (*Scheme for the Design of Critical Thinking Activities*). Next, it is shown how these tools were applied to the design of an activity, as an example, and the results obtained after their implementation are presented. Finally, some observations and general considerations are made in relation to the tools presented and the development of critical thinking throughout schooling.

KEYWORDS: Critical thinking, science education, compulsory secondary education, teaching-learning activities, design tools.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del pensamiento crítico se encuentra en la base de la formación de ciudadanos capaces de hacer frente a situaciones sociales muy diversas de forma libre, racional y democrática (Lipman, 2016). Vivimos ante la desafiante “era de la posverdad”, en la que el bombardeo de información producto de situaciones tan globales como la pandemia de COVID-19 o la crisis ambiental, retan nuestro desempeño epistémico a ser capaces de discernir de manera informada, reflexiva y crítica (Couso y Puig, 2021). En este contexto, la escuela debe poner el foco en el pensamiento crítico para dotar al alumnado de herramientas y estrategias con las que afrontar una vida cotidiana de complejidad creciente. El desarrollo de la competencia científica, la cual requiere de altas dosis de pensamiento crítico, es clave para lograr hacer frente a esta constante desinformación a la que estamos sometidos.

En un mundo hiperconectado, urge ayudar a los jóvenes a desarrollar herramientas de pensamiento para, por ejemplo, distinguir opiniones de hechos o detectar informaciones sesgadas o falsas. Con relación a estas habilidades, los resultados de PISA 2018 mostraron una correlación directa entre el porcentaje de alumnado que tuvo la oportunidad de desarrollar estas habilidades a lo largo de su escolarización y la proporción de alumnos que realmente fueron capaces de distinguir entre hechos y opiniones (Suárez-Álvarez, 2021). De estas observaciones se desprende la necesidad de desarrollar estrategias para trabajar el pensamiento crítico en el aula. Sin embargo, estudios empíricos muestran como el alumnado presenta dificultades para desarrollar habilidades de pensamiento crítico tales como el análisis o la argumentación (Oliveras *et al.*, 2011). El profesorado, por su parte, admite la importancia de trabajar el pensamiento crítico en el aula, pero en cambio reconoce que difícilmente desarrolla actividades que lo promuevan. Esto es atribuido al exceso de carga de trabajo, la mala utilización de las TIC, a las condiciones sociales del alumnado o a la falta de formación (Solbes y Torres, 2013), precisando de las competencias necesarias para diseñar e implementar estas actividades (Domènech-Casal *et al.*, 2015). En el caso de la enseñanza de la ciencia, Solbes y Torres (2013) apuntan que hay aún una tendencia hacia una enseñanza instrumentalista, descontextualizada, formulista y transmisora de verdades absolutas, a contracorriente de la naturaleza del pensamiento crítico. En consecuencia, hay una necesidad de disponer de estudios empíricos que determinen estrategias efectivas de desarrollo del pensamiento crítico en el alumnado (Puig *et al.*, 2017) así como una adecuada formación en la que los docentes logren apoderarse de estas estrategias e implementarlas en sus aulas.

Las anteriores dificultades ponen de manifiesto que el ser humano no es crítico por naturaleza y, en consecuencia, únicamente puede lograrlo mediante la práctica (Van Gelder, 2005). Nuestra propuesta parte de la premisa de que el desarrollo de competencias de pensamiento crítico en el alumnado requiere instrucción, práctica y tiempo. Coincidimos con Van Gelder (2005) en que el conjunto de oportunidades de desarrollo del pensamiento crítico que ofrecemos al alumnado a lo largo de su escolarización, de forma constante y transversal, es lo que logrará que los estudiantes mejoren en esta dimensión del pensamiento.

En respuesta a las dificultades y premisas presentadas, y con el fin de disponer de estrategias para fomentar el pensamiento crítico en el aula de ciencias, surgió la necesidad de elaborar herramientas que puedan facilitar al docente el diseño de actividades con este fin. Para ello, se trabajó en el desarrollo de un marco operativo de pensamiento crítico que definiera los principales elementos que lo integran y que pueden trabajarse en el aula. A partir de dicho marco, se elaboró una secuencia útil para el diseño de actividades que fomentaran el pensamiento crítico. Ambos objetivos resultaron en dos herramientas, el *Mapa Operativo de Pensamiento Crítico* (MOPC) y el *Esquema de Diseño de Actividades de Pensamiento Crítico* (EDAPC), las cuales se presentan en detalle a continuación. Con este artículo queremos aportar una herramienta útil para el profesorado de ciencias y, por extensión, de otras materias, interesado en incorporar el pensamiento crítico en sus aulas.

¿QUÉ ENTENDEMOS POR PENSAMIENTO CRÍTICO?

El pensamiento crítico tiene un amplio legado histórico, desde la dialéctica socrática hasta los esfuerzos actuales para operativizarlo en el mundo educativo. Aún hoy existen diferentes perspectivas de aquello que entendemos por pensamiento crítico y qué acciones logran promoverlo en los estudiantes (Moreno, 2021).

En un esfuerzo por consensuar un significado común para el pensamiento crítico, la Asociación Americana de Filosofía reunió en 1990 un comité de expertos, los cuales caracterizaron dos componentes necesarios en un pensador crítico: las habilidades cognitivas y las disposiciones afectivas (Facione, 1990). Con relación a las primeras, establecieron un listado de seis habilidades: *interpretar, analizar, evaluar, inferir, explicar y autorregular*. Sin embargo, los expertos discreparon sobre si las disposiciones (p.ej. *la voluntad para replantear los propios puntos de vista o la persistencia frente a las dificultades*) forman parte del significado de pensamiento crítico o son atributos de un pensador que favorecen el acto de pensar críticamente. En cualquier caso, ya el informe de la APA apuntaba que las disposiciones ofrecen un aspecto personal y de valores cívicos al pensador crítico. Esta caracterización dual del pensamiento ha tomado relevo en pensadores posteriores (Ennis, 1996; Halpern, 1998; Paul y Elder, 2001). Pese a que la dimensión disposicional es aún en ellos controvertida, estaríamos de acuerdo con Facione y Facione (1992) en que esta se trata de un conjunto variado de aptitudes y actitudes que predisponen a pensar de forma crítica. Desde una perspectiva atributiva, los autores reflejan las disposiciones en diversas características de un pensador crítico (adaptación): *curioso, confiado en la razón, buscador de la verdad, humilde intelectualmente, analítico-sistemático y sensato*.

A las anteriores características del individuo pensante, se les deben añadir todas aquellas que le permitan alejarse de las creencias convencionales y abordar los problemas desde una perspectiva creativa (Lipman, 2016). La creatividad mantiene un estrecho vínculo con las disposiciones de pensamiento crítico y permite que este se convierta en un pensamiento productivo. Por último, el pensamiento crítico no es puramente racional, ya que no está desvinculado del sistema de valores de cada individuo (Izquierdo y Aliberas, 2021). En cambio, es sensible al contexto; valora aquello que es importante y empatiza con otros puntos de vista (Lipman, 2016). Juntamente con los valores, las emociones juegan un papel clave en la emisión de juicios y la toma de decisiones (Uluçınar y Arı, 2019). Finalmente, habilidades, disposiciones y valores permiten desarrollar la dimensión metacognitiva del pensador crítico, que incluye el conocimiento sobre el propio conocimiento, la regulación, el control y la organización de estrategias y habilidades metacognitivas (Allueva, 2002). Estaríamos de acuerdo con Paul y Elder (2003) en que el pensamiento crítico es autodirigido, autodisciplinado, autorregulado y autocorregido, de modo que un individuo crítico es capaz de apoderarse de las estructuras que forman parte del propio acto de pensar.

Habilidades, disposiciones, valores, emociones y competencias metacognitivas se integran en el pensador crítico cuando éste hace uso de conocimientos relevantes para producir un cambio razonable (Lipman, 2016), desde la formulación de argumentos a la realización de acciones, en el seno de un contexto. La argumentación está íntimamente relacionada con el pensamiento crítico (Jiménez-Aleixandre, 2010). Un buen argumento tiene en cuenta y se rige por un conjunto de criterios o características. Un pensador crítico formula sus argumentos desde diferentes puntos de vista. A su vez, reflexiona sobre las fuentes de información y escoge aquellas que le confieren mayor fiabilidad. Los buenos argumentos se rigen por una serie de estándares de calidad, como la precisión o la lógica (Paul y Elder, 2003). Un argumento o conjunto de argumentos formulados de acuerdo con todos estos criterios deben permitirle al pensador resolver problemas, posicionarse y tomar decisiones fundamentadas (Oliveira y Serra, 2017). En última instancia, un pensamiento crítico debería dar lugar a la realización de acciones críticas, como parte de su vinculación con la ciudadanía y la práctica social (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2017).

EL AULA DE CIENCIAS COMO ESCENARIO DE DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO

Estaríamos de acuerdo con Couso y Puig (2021) en que, ahora más que nunca, para enfrentarnos a esta era de la posverdad, es necesario que las tres dimensiones de la competencia científica definidas por la OCDE (2017) (explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar una investigación científica e interpretar datos y pruebas científicamente), se aborden desde una perspectiva de desempeño epistémico, con el fin de *capacitar al alumnado para reconocer y aplicar sus valores, creencias y saberes sobre el conocimiento científico, su generación y validación, en situaciones reales* (Couso y Puig, 2021). En este contexto, la formación de pensadores críticos capaces de actuar en sociedad de acuerdo con los estándares de pensamiento hasta ahora citados cobra especial importancia. La actividad científica escolar (ACE) pone en marcha un escenario perfecto para el desarrollo del pensamiento crítico, ya que parte de contextos socialmente relevantes, tales como controversias científicas motivadoras para el alumnado, que conducen a preguntas investigables. De acuerdo con (Izquierdo y Aliberas, 2021), en la ACE el conocimiento científico, razonado y crítico, debe permitir al alumno sentir la emoción de resolver un problema y compartirlo, en tanto que se realiza desde el respeto a la dignidad humana, a la justicia social, a la emoción por la belleza y a la bondad. Para dar respuesta a estas preguntas o problemas, se desarrolla una variedad de actividades que interrelacionan el *pensar* sobre los modelos teóricos y las estrategias de pensamiento, el *hacer o experimentar* con el fin de poner a prueba los modelos e hipótesis formulados, el *comunicar* para compartir ideas, debatir y consensuar y, finalmente, el *sentir o ser*, donde entran en juego los sentimientos, valores y emociones de cada individuo y sus capacidades de trabajo individual y colaborativo (Pigrau y Sanmartí, 2021). En este sentido, coincidimos con Torres y Solbes (2016) en que la contextualización entorno a cuestiones socio-científicas ayuda a promover habilidades y disposiciones de pensamiento crítico como el análisis y la evaluación de la información, la emisión de juicios éticos y la toma de decisiones o realización de acciones críticas.

¿CÓMO ENSEÑAMOS A PENSAR CRÍTICAMENTE?

El método más efectivo de desarrollo del pensamiento crítico es aún motivo de debate. Ya Ennis (1989) categorizó cuatro aproximaciones a la enseñanza de esta dimensión del pensamiento según se ponga el foco únicamente en la teoría (método *general*), únicamente en la práctica en contexto (método de *inmersión*) o en una combinación de ambas (en el método de *infusión* se explicitan las estrategias de pensamiento crítico y se practican en contexto en el seno de la materia, mientras que en el método *mixto* se combina la concreción del método general y la praxis de los otros dos métodos). Hoy día sabemos que un pensamiento crítico excelente no se desarrolla únicamente mediante la práctica, sino que requiere también de un dominio de la teoría; un *apoderamiento de las estructuras inherentes al propio acto de pensar* (Paul y Elder, 2003). Sin embargo, tampoco puede esperarse que el alumnado aprenda a ser crítico únicamente vía *osmosis intelectual* (Van Gelder, 2005). Por este motivo, aquellos métodos en los que los estudiantes deban pensar críticamente sobre la materia mientras que los principios del pensamiento crítico se explicitan, serían los más efectivos. En la vida real, el pensamiento crítico no ocurre como un fenómeno aislado, sino que lo hace siempre en el seno de un contexto. La persona es capaz de desarrollar en mayor o menor medida su pensamiento crítico de acuerdo con sus habilidades, disposiciones, valores, emociones y conocimientos. A estos se les debe sumar el conocimiento teórico sobre el pensamiento crítico. Por este motivo, es imprescindible combinar la práctica con la teoría. En resumen, el desarrollo del pensamiento crítico debe cumplir tres criterios: 1) desarrollarse dentro de cada disciplina (Brown, 1997), 2) partir de un contexto (Zoller *et al.*, 2000) y mejor si es controvertido (Hodson, 2003) y 3) ponerse en práctica (Puig y Ageitos, 2021). Finalmente, tal y como sugiere (Halpern, 1998) no puede esperarse que las habilidades y disposiciones de pensamiento crítico desarrolladas dentro de una disciplina y contexto se transfieran espontáneamente a otros contextos y disciplinas, sino que la propia

transferencia también debe practicarse. De esta afirmación se desprende la importancia de la transversalidad en el terreno del pensamiento crítico.

A lo expuesto anteriormente, si nos planteamos una metodología para desarrollar el pensamiento crítico, no podemos olvidar que el modelo de enseñanza debe incorporar un clima de aula que promueva además del pensamiento crítico y la creatividad, la comunicación y la colaboración (Partnership for 21st Century Learning, 2019).

En esta línea, (Abrami *et al.*, 2015) califican el diálogo entre iguales como una de las metodologías más potentes para desarrollar el pensamiento crítico en el alumnado, junto a la resolución de problemas auténticos y los juegos de rol. Esta información se muestra en sintonía a la importancia ya anteriormente mencionada del trabajo entorno a cuestiones socialmente relevantes, que crean interés y motivación en el alumnado, y al trabajo específico de las competencias metacognitivas.

Finalmente, dada la avalancha de información en múltiples formatos que reciben los jóvenes diariamente, y la importancia de disponer de estrategias de pensamiento crítico para hacerle frente, cobra sentido trabajar las diferentes habilidades y disposiciones de pensamiento crítico en formato multimodal. Entendemos multimodalidad como la combinación de medios (libro, pantalla...), modos (diálogo, escritura, imagen, música...) y recursos semióticos (fuentes, colores, entonación...), para expresar y dar forma al significado (Kress, 2003).

UNA PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE ACTIVIDADES QUE DESARROLLEN EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN EL AULA DE CIENCIAS

La propuesta que se muestra a continuación parte de dos premisas:

i) El desarrollo del pensamiento crítico requiere instrucción, práctica y tiempo. Siendo así, para lograr desarrollarlo en el alumnado, en lugar de realizar actividades aisladas o puntuales, deberíamos poner el foco en introducir estrategias de pensamiento crítico de forma continuada, transversal, contextualizada y transferible. Por lo tanto, es necesario disponer de herramientas para diseñar actividades de aula que, en el seno de la materia, potencien el pensamiento crítico del alumnado.

ii) El aula de ciencias ofrece un escenario idóneo para el desarrollo del pensamiento crítico, vehiculado por una ACE que parte de contextos socialmente relevantes, tales como controversias sociocientíficas motivadoras para el alumnado, conduce a preguntas investigables y promueve la participación del alumnado en las prácticas científicas de indagar, argumentar y modelizar (Osborne, 2014).

De acuerdo con las anteriores premisas, consideramos que es necesario disponer de herramientas que ayuden al profesorado a la hora de diseñar actividades que promuevan el pensamiento crítico del alumnado en el aula de ciencias. Con esta finalidad, elaboramos las herramientas que se presentan a continuación, para las cuales fue necesario:

1) Definir los elementos que integran el pensamiento crítico desde un punto de vista operativo a la hora de diseñar actividades. Desarrollamos aquí un *Mapa Operativo del Pensamiento Crítico (MOPC)*.

2) Establecer las características que deben tener las actividades que desarrollen el pensamiento crítico. Desarrollamos aquí el *Esquema de Diseño de Actividades de Pensamiento Crítico (EDAPC)*.

En este artículo se muestra un ejemplo concreto de aplicación de dichas herramientas en el aula de ciencias.

1) Mapa operativo de pensamiento crítico (MOPC)

A partir del marco teórico de referencia, hemos planteado un *Mapa Operativo del Pensamiento Crítico (MOPC)* en el cual se establecen los elementos que lo integran y sus relaciones (figura 1), desde una perspectiva “operativa”, es decir, que resulte útil y comprensible a la hora de diseñar actividades de aula. Este

mapa fue elaborado y validado por triangulación de expertos, tras consensuar el significado de los diferentes elementos que componen el pensamiento crítico y sus relaciones.

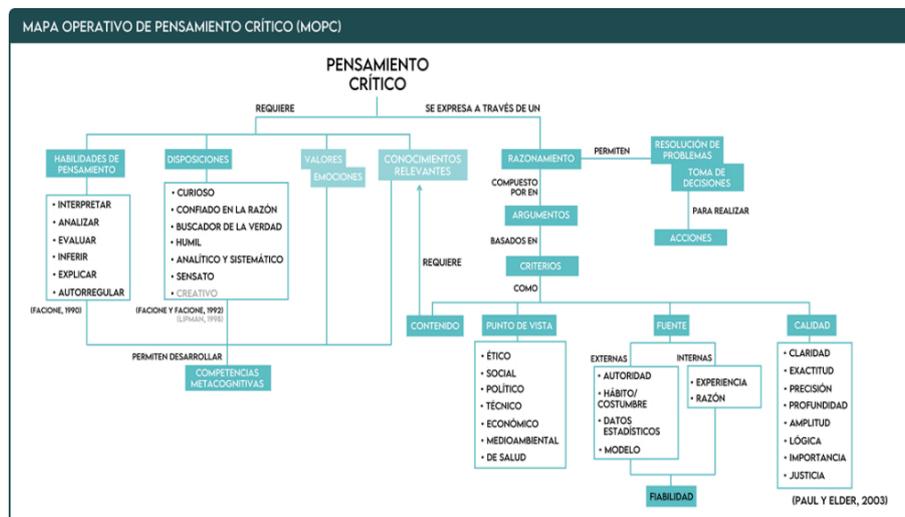


FIGURA 1
Mapa Operativo del Pensamiento Crítico (MOPC).

El mapa se divide en dos ramas principales que muestran 1) aquellas dimensiones que consideramos necesarias a la hora de activar el pensamiento crítico y 2) el resultado o expresiones de un pensamiento crítico.

De acuerdo con el marco teórico expuesto, un pensador crítico debe movilizar una serie de habilidades cognitivas, a la vez que es o actúa conforme a unas disposiciones que le predisponen al acto de pensar. Asimismo, debe ser capaz de autorregular un conjunto de emociones y valores que el contexto necesariamente despierta en él. Finalmente, las anteriores dimensiones se aplican a un contexto determinado que requiere la activación de conocimientos relevantes. Habilidades, disposiciones, valores-emociones y conocimientos permiten desarrollar las competencias metacognitivas del pensante, las cuales, a su vez, son atributos necesarios para un pensamiento crítico.

Consideramos aquí que la forma de expresión genérica de un pensamiento crítico es un razonamiento, el cual puede estar integrado por un conjunto de argumentos que, a su vez, deben estar basados en criterios (p.ej. el punto de vista, la fuente, la calidad o el contenido). Tal razonamiento puede permitir resolver problemas o tomar decisiones y, en última instancia, realizar acciones basadas en el razonamiento producto del acto de pensar críticamente.

2) Características de las actividades y esquema de diseño de actividades de pensamiento crítico (EDAPC)

A la hora de plantear el diseño de actividades que desarrollen el pensamiento crítico del alumnado, consideramos que se deben tener en cuenta una serie de aspectos:

- Con el fin de enseñar explícitamente los *elementos de pensamiento crítico* que se desean trabajar, debe hacerse uso de *andamiajes didácticos* (plantillas, bases de orientación, rúbricas, glosarios...).
- Todas las actividades deben desarrollarse dentro de un *contexto* relevante o controvertido para el alumnado, relacionado con los *contenidos científicos* que se desean trabajar o activar.
- Las diferentes cuestiones deben conducir al alumnado a presentar los resultados de su propio razonamiento de manera reflexiva y coherente, es decir, *activar la argumentación*.

· Las actividades deben propiciar un clima de aula en la que se requiera *colaboración* entre iguales y *comunicación*, no únicamente en formato textual, sino a través de diferentes medios, modos y recursos semióticos (*multimodalidad*).

· Las actividades deben incluir cuestiones que permitan activar la *metacognición* del alumnado, para que éste pueda evaluar su propio razonamiento, identificar posibles sesgos, autorregularse y autocorregirse.

Atendiendo a las anteriores características, se elaboró un *esquema de diseño de actividades de pensamiento crítico* (figura 2) con el propósito de disponer de una herramienta que sirva de base de orientación a la hora de diseñar actividades de pensamiento crítico.

Para el diseño de cada actividad se sugiere la siguiente secuencia:

1) Definir los *contenidos científicos* que se desean trabajar de forma explícita o implícita de acuerdo con el currículum de la materia.

2) Definir los *elementos del pensamiento crítico* (de acuerdo con el MOPC) que se desean desarrollar de forma explícita o implícita.

3) Elegir un *contexto relevante para el alumnado* que guarde relación con los contenidos científicos a trabajar. El contexto debe ser el hilo conductor de toda la actividad.

4) Diseñar el *cuerpo de la actividad*. Diseñar *andamiajes* y potenciar la *argumentación*. Presentar la actividad en un formato *multimodal* e incluir las dimensiones *comunicativa* y *colaborativa*.

5) Finalmente, incorporar *preguntas metacognitivas* que promuevan la autorregulación sobre la actividad.

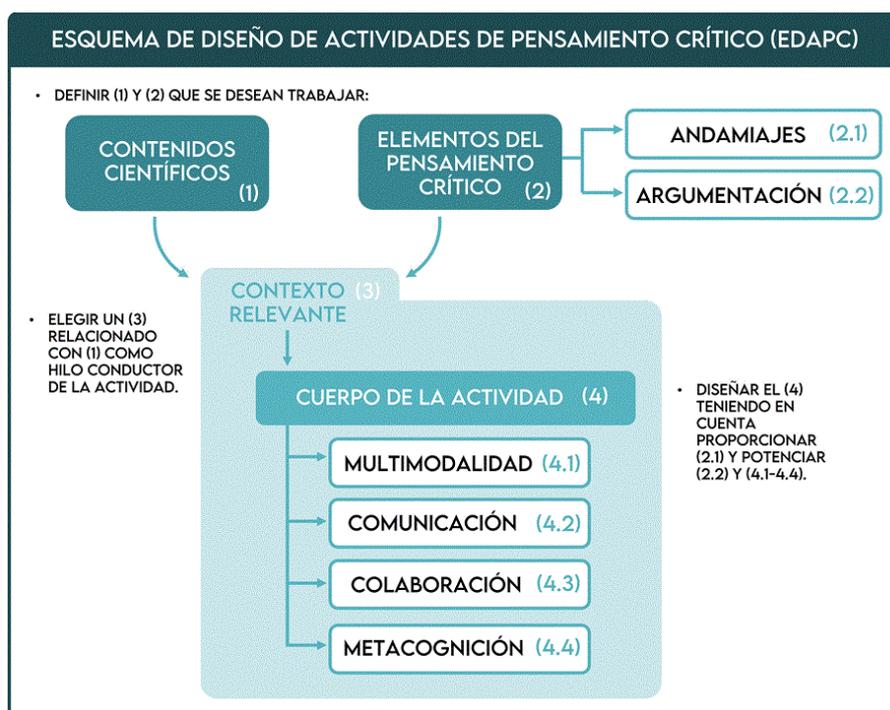


FIGURA 2
Esquema de Diseño de Actividades de Pensamiento Crítico (EDAPC).

Ejemplo de diseño de una actividad según el EDAPC y primeros resultados

El MOPC y el EDAPC son dos herramientas que han resultado útiles para diseñar actividades que fomenten el pensamiento crítico en el aula de ciencias. A continuación se muestra un ejemplo de actividad (*“Pirotecnia, ¿sí o no?”*) que se elaboró para la materia de Física y Química de 3º de la ESO.

La tabla 2 muestra la secuencia de diseño que se siguió a la hora de elaborar la actividad. De acuerdo con el EDAPC (figura 2), se definieron inicialmente los contenidos científicos relevantes (1) para la actividad, así como los elementos de pensamiento crítico (2) que se querían desarrollar. En este caso, el foco de la actividad es el de desarrollar por primera vez y de forma explícita los conceptos de fuente y fiabilidad de las fuentes. A la vez, se plantea como una actividad introductoria al trabajo de la estructura atómica de la materia.

En cuanto a la elección de un contexto relevante (3) vinculado al modelo atómico, se eligió el debate acerca de la prohibición de la pirotecnia por el gran interés que muestran los adolescentes hacia este tema y la motivación que surge en ellos cuando se plantea esta cuestión en el aula. Tanto los argumentos a favor como en contra de esta cuestión despiertan en ellos emociones y valores que deberán ser capaces de gestionar a partir del razonamiento crítico.

Tras la determinación de los elementos del pensamiento crítico, los contenidos científicos y el contexto relevante, se diseñó el cuerpo la actividad (4). Esta se puede consultar en el anexo 1. La actividad se inicia con un trabajo oral previo en el que se explicita la importancia de las fuentes y se enumeran y definen los tipos de fuente (*autoridad, modelo, datos, hábitos, razón o experiencia*) en base a ejemplos que los mismos alumnos ayudan a construir. A continuación, los estudiantes deben leer individualmente una serie de comentarios e identificar en ellos dos aspectos: el tipo de fuente en el cual el comentario se sustenta y el grado de confianza que le atribuyen a dicha fuente. Este análisis de los comentarios se realiza mediante un formulario de Google enlazado a la actividad, con el fin de facilitar la recepción de respuestas y de que los alumnos puedan visualizar los aciertos y errores tras finalizar el formulario. A partir del grado de confianza atribuido a cada comentario, se pide realizar una media aritmética de la puntuación atribuida a cada uno y elaborar un gráfico de perfil epistémico (en adaptación a la actividad *Balança d'arguments i Escala de Certeses. Argumentem al voltant de l'Homeopatia de Domènech*, 2018). A partir de este momento, los alumnos forman grupos de 4. A continuación, deben contestar una serie de cuestiones en las que analizan su propio gráfico y lo comparan con los de sus compañeros, reflexionan sobre el concepto de fiabilidad de las fuentes, y formulan un argumento propio en el que se posicionan. Finalmente, se concluye con 4 preguntas básicas de autorregulación sobre la propia actividad, pese a que la actividad *per se* ya tiene un alto componente metacognitivo.

TABLA 2

Secuencia de diseño de la actividad "Prohibir la pirotecnia, ¿sí o no?" de acuerdo con el EDAPC

CUERPO DE LA ACTIVIDAD (4)		
Concreción en la actividad:		
<p><i>Contenidos científicos</i> (1)</p>	<p>Propiedades químicas de los elementos, contaminación ambiental.</p>	<p>→ <i>Esta actividad se desarrolla previamente al aprendizaje de estos contenidos, a modo de introducción del fenómeno para posteriormente construir el modelo atómico. No se preguntará por los contenidos explícitamente, pero se requerirá el conocimiento de ciertos conceptos para el desarrollo de la actividad (estructura atómica de la materia, sustancias elementales y compuestos, tipos de elementos y propiedades químicas de los elementos).</i></p>
<p><i>Elementos del PC</i> (2)</p>	<p>Fuentes, tipos de fuente y fiabilidad</p>	<p>→ Se pedirá al alumnado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar el tipo de fuente de diferentes argumentos. • Determinar el grado de confianza que atribuyen a las fuentes. • Construir el propio perfil epistémico con relación al grado de confianza que uno mismo atribuye a cada tipo de fuente. • Reflexionar sobre la fiabilidad de los diferentes tipos de fuente.
CONTEXTO RELEVANTE (3)		
Concreción en la actividad:		
<p><i>Debate sobre el uso de pirotecnia para la celebración de festividades</i></p>		<p>→ Se presentará un <i>post</i> de <i>Instagram</i> de una supuesta <i>instagrammer</i> que lanza una pregunta a sus seguidores: <i>¿debería prohibirse la pirotecnia?</i> A continuación, se mostrarán los comentarios de los supuestos seguidores. Cada comentario estará claramente a favor o en contra de la prohibición de la pirotecnia y sustentará su argumento en un tipo de fuente de fácil identificación.</p>

Esta actividad se implementó por primera vez a lo largo del curso escolar 2020-2021 en 4 grupos de 3º de la ESO. Un total de 92 alumnos trataron de identificar los tipos de fuente en los diversos comentarios (figura 3) y les atribuyeron un grado de confianza del 1 al 5, siendo 5 la puntuación máxima. Se observó que los estudiantes identificaban el tipo de fuente con un porcentaje de acierto igual o superior al 60% e inferior al 78%. Los estudiantes tuvieron mayor dificultad en identificar los argumentos basados en un *modelo* científico (60,2%) e identificaron con mayor acierto las fuentes basadas en *datos* (77,7%). Con relación al índice de fiabilidad que confirieron a las fuentes, valoraron por debajo del 60% de media aquellas fuentes más subjetivas tales como los *hábitos* o costumbres (45,2%), la propia *experiencia* (50,5%) y la *razón* (54,8%), y superiores al 60% de media aquellas fuentes supuestamente más objetivas como el *modelo* (61,7%), los *datos* (68,4%) y la *autoridad* (74,9%). Cuando los alumnos dibujaron su gráfico de perfil epistémico (figura 4), estos resultados se vieron reflejados en gráficos con área significativamente mayor entorno a la autoridad, el modelo y los datos (G1, G2), o ligeramente mayor (G3) en una menor proporción de los casos. En unos pocos casos (G4), el perfil epistémico mostraba mayor confianza en las fuentes internas (razón, hábito, experiencia) que en las externas (autoridad, modelo y datos).

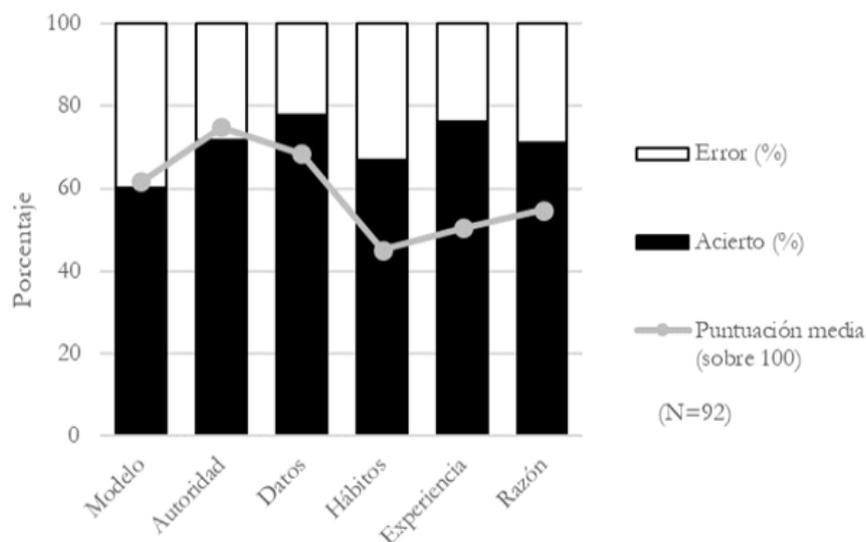


FIGURA 3

Respuesta de los alumnos frente a la identificación del tipo de fuentes de cada argumento (gráficos de barras; % de acierto en negro y % de error en blanco), así como grado de confianza medio atribuido a cada tipo de fuente (gráfico de puntos; sobre 100).

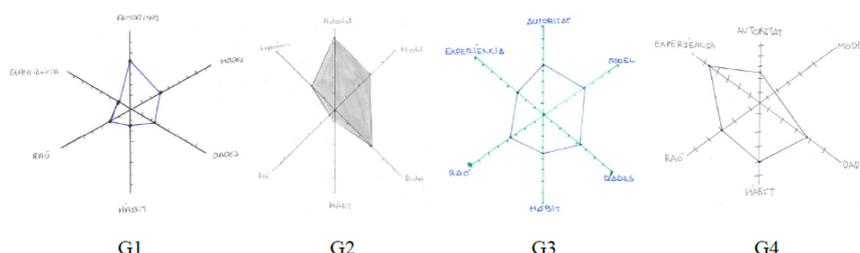


FIGURA 4

Ejemplos de gráficos de perfil epistémico realizados por 4 alumnos. Empezando a las 12 y en sentido horario: autoridad, modelo, datos, hábitos, razón y experiencia.

Posteriormente se pidió a los alumnos que, de manera individual, respondieran a las preguntas: “¿Qué tipos de fuentes crees que pueden ser más fiables, en general? ¿Por qué? ¿Todas las fuentes de este tipo serán siempre fiables? Pon ejemplos”. Estas preguntas metacognitivas ayudaron al alumnado a autorregular su propio aprendizaje pensando en criterios de fiabilidad para todos estos tipos de fuentes. En la tabla 3 se presentan 5 ejemplos de respuestas de los alumnos. Los resultados muestran que el alumnado confiere mayor fiabilidad y confianza a la *autoridad* y a los *datos* porque basan sus argumentos en estudios, estadísticas o conocimientos específicos del ámbito (A1, A2, A3, A4), si bien son conscientes de que no siempre estos tipos de fuente son fiables y lo justifican a partir de criterios de calidad. Aunque esta fue la dinámica general, algunos alumnos (A5) confían en mayor medida en los tipos de fuente procedentes de la propia experiencia o la razón. Dado que la reflexión se realizaba en grupo a partir de la comparación de los perfiles epistémicos, se observó como algunos alumnos que habían dado mejor puntuación a fuentes como el hábito o la experiencia, conferían en esta pregunta mayor fiabilidad a la autoridad o a los datos. En general, se observó una cierta confusión y dificultad para identificar y comprender la idea de “modelo”.

TABLA 3

Ejemplos de respuestas de cinco alumnos a la pregunta: *¿Qué tipos de fuentes crees que pueden ser más fiables, en general? ¿Por qué? ¿Todas las fuentes de este tipo serán siempre fiables? Pon ejemplos* (actividad Pirotecnia, ¿sí o no?, ENERO 2021).

<p>A1- Las fuentes más fiables son las científicas y los datos porque hay una información que las apoya, la cual está demostrada. No siempre serán 100% fiables ni mucho menos. Por ejemplo, cuando decían que los niños pequeños no transmitían el COVID-19 se equivocaron, en cambio, cuando dijeron que la mascarilla no permitía a los virus pasar por “la tela” con la que se hacen tenían razón.</p>
<p>A2- Autoridad y datos son las más fiables para mí porque la autoridad lo dice alguien importante o un medio, y datos porque a través de cálculos o conclusiones se ha podido llegar a evidenciar un hecho. Normalmente son fuentes fiables, pero a veces si por autoridad nos referimos a medio de comunicación puede haber errores o modificaciones en la información, e incluso pueden haber fake news. En el caso de los datos únicamente puede haber errores.</p>
<p>A3- Datos y autoridad, porque en ambas se demuestra lo que dicen con estudios, estadísticas. No todas las fuentes de este tipo pueden ser fiables, porque quizá los estudios no están bien hechos o las estadísticas están equivocadas, ya que no han puesto los datos correctamente.</p>
<p>A4- Creo que los más importantes son los datos porque te dan gráficos de estudios y después la autoridad y el modelo ya que la autoridad es una persona con títulos y el modelo te da los motivos, te da una explicación.</p>
<p>A5- La experiencia: es la manera más fácil de explicar sin necesidad de gráficos ni nada. El problema es que la palabra no siempre es necesaria ni fiable.</p>

CONSIDERACIONES FINALES

En este artículo se han presentado dos herramientas (el MOPC y el EDAPC) que han sido elaboradas para servir de ayuda a la hora de diseñar actividades de aula que potencien el pensamiento crítico del alumnado. El MOPC o *Mapa Operativo del Pensamiento Crítico* sintetiza los elementos que, de acuerdo con el marco teórico presentado, componen el pensamiento crítico. El EDAPC o *Esquema de Diseño de Actividades de Pensamiento Crítico* sugiere una base de orientación que puede utilizarse a la hora de diseñar actividades que busquen desarrollar algún elemento de esta dimensión de pensamiento.

Las herramientas presentadas han sido elaboradas para el ámbito científico de educación secundaria, pero por extensión pueden ser útiles para otras materias y niveles educativos y deben ser adaptadas por parte de cada docente según sus necesidades.

Estas herramientas se diseñaron en el marco de una investigación en la cual se elaboró una secuencia de actividades para desarrollar el pensamiento crítico del alumnado a lo largo de un curso escolar. Tales actividades se plantearon teniendo en cuenta el MOPC y el EDAPC. En este artículo se ha presentado cómo se aplicaron estas herramientas en el diseño de una de dichas actividades (*Pirotecnia, ¿sí o no?*, anexo 1), y se han mostrado algunos resultados obtenidos tras su implementación en el aula.

Cabe destacar que el alumnado se mostró motivado a la hora de realizar las actividades. Atribuimos su motivación a la significatividad y relevancia de los contextos escogidos, así como al trabajo colaborativo y al formato multimodal de las actividades. Finalmente, cabe destacar que el diseño, secuenciación e implementación de actividades que potencien la metacognición del alumnado no sólo permiten la autorregulación en términos de pensamiento crítico, sino también la regulación del docente, dado que ofrecen información del estado de desarrollo del pensamiento crítico del alumnado en todo momento.

Tal como se ha comentado en el marco teórico, el desarrollo del pensamiento crítico requiere instrucción, tiempo y práctica. Para formar ciudadanos críticos y autónomos es necesario incorporar actividades que desarrollen el pensamiento crítico a lo largo de toda la escolaridad, incluso desde las primeras etapas.

MATERIALES SUPLEMENTARIOS

Anexo I (pdf)

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PGC2018-096581-B-C21) y llevada a cabo dentro del grupo de investigación ACELEC (2017SGR1399).

REFERENCIAS

- Abrami, P., Bernard, R., Borokhovski, E., Waddington, D., Wade, C., y Persson, T. (2015). Strategies for Teaching Students to Think Critically: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 85(2), 275–314. <https://doi.org/10.3102/0034654314551063>
- Allueva, P. (2002). Conceptos básicos sobre metacognición. En P. Allueva, *Desarrollo de habilidades metacognitivas: programa de intervención*. Consejería de Educación y Ciencia.
- Blanco López, A., España Ramos, E., Franco-Mariscal, A. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación científica*, 1(1), 107-115. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>
- Brown, A. (1997). Transforming schools into communities of thinking and learning about serious matters. *American Psychologist*, 52 (4), 399-413.
- Couso, D., Puig, B. (2021). Educación científica en tiempos de pandemia. *Alambique* 104, 49-56.
- Domènech-Casal, J. (2018). Apuntes Lingüísticos para la Competencia Científica. Leer para indagar en el aula de ciencias. *Didacticae. Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, (5) 85-98. <https://doi.org/10.1344/did.2019.5.85-98>
- Domènech-Casal, J., Marchán-Carvajal, I., Vergara, Q. (2015). Experiències d'aula amb el treball amb Controvèrsies Sòcio-Científiques. Educació per al Desenvolupament i la Salut, Pseudociències i eines per a l'avaluació d'activitats. *Ciències*, 30, 32-38.
- Ennis, R. (1989). Critical Thinking and Subject Specificity: Clarification and Needed Research. *Educational researcher*, 18, 4-10.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. California Academic Press.
- Facione, P. A., Facione, N. (1992). *The California Critical Thinking Disposition Inventory*. California Academic Press.
- Halpern, D. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains. Dispositions, skills, structure training and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53(4), 449-455. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.53.4.449>
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(9), 645-670.
- Izquierdo, M., Aliberas, J. (2021). *Pensamiento crítico y valores en las distopías del no futuro* [sesión de simposio]. XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible (pp. 1923-1926). Lisboa, Portugal.

- Jiménez, Aleixandre M. P. (2010). Competencias en argumentación y uso de pruebas. Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M., Brocos, P., Puig, B. (2017). Personal or Social Responsibility? Challenging Social Ideas as a Component of Critical Thinking. 17th EARLI Conference, Tampere, Finland.
- Kress, G. (2003). Literacy in the New Media Age. Routledge.
- Lipman, M. (2016). El lugar del pensamiento en la educación. (M. G. Pérez, Trad.) Octaedro.
- Moreno, A. (2021). El pensamiento crítico y la creatividad. Dos aprendizajes clave para la sociedad del conocimiento en la era de la innovación. Informe Delphi de Expertos. Impuls educació.
- OCDE. (2017). Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias. OECD Publishing.
- Oliveras, B., y Márquez, C. (2018). Aprendre a pensar críticament en situacions on la ciència hi és present. *Perspectiva Escolar*, 398, 33-37.
- Oliveras, B., Márquez, C., y Sanmartí, N. (2011). The Use of Newspaper Articles as a Tool to Develop Critical Thinking in Science Classes. *International Journal of Science Education*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.586736>
- Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review*, 352, 53-62.
- Partnership for 21st Century Learning. (2019). Frameworks & Resources.
- Paul, R., Elder, L. (2003). La mini-guía para el Pensamiento crítico. Conceptos y herramientas. <https://criticalthinking.org/resources/PDF/SP-ConceptsandTools.pdf>
- Pigrau, T., Sanmartí, N. (2021). La actividad científicas escolar.
- Puig, B., Ageitos, N. (2021). Practicar el pensamiento crítico en contextos relevantes como el movimiento antivacunas [sesión de simposio]. XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible (pp. 1793-1796). Lisboa, Portugal.
- Puig, B., Blanco-Anaya, P., y Bargiela, I. (2017). A systematic review on E-learning environments for promoting critical thinking in Higher Education. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, Springer.
- Serra, P., Oliveira, M. (2017). La creatividad, el pensamiento crítico y los textos de ciencias. *Tarbiya, Revista De Investigación E Innovación Educativa*, 36, 59-80.
- Solbes, J., Torres, N. (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 33, 61-85. <https://doi.org/10.17227/01213814.33ted61.85>
- Suárez-Álvarez, J. (2021). Are 15-year-olds prepared to deal with fake news and misinformation? *PISA in Focus*, 113, 1-8. <https://doi.org/10.1787/6ad5395e-en>
- Torres, N. Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34 (2), 43-65. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/309279>
- Uluçınar, U. Arı, A. (2019). The Development of Caring Thinking Skills Inventory Based on Problem Scenarios: A Study of Validation and Reliability. *Universal Journal of Educational Research*, 7, 1414-1429. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.070609>
- van Gelder, T. (2005). Teaching Critical Thinking: Some Lessons From Cognitive Science. *College Teaching* 53(1), 41-46. <https://doi.org/10.3200/CTCH.53.1.41-48>
- Zoller, U., Ben-Chaim, D., y Ron, S. (2000). The disposition toward critical thinking of high school and university science students: An inter-intra Israeli-Italian study. *International Journal of Science Education*, 22(6), 571-582.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Vila Tura, L., Márquez Bargalló, C. y Oliveras Prat, 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), 1302. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1302