

## LA ARGUMENTACIÓN EN LAS AULAS DE CIENCIAS: UNA HERRAMIENTA CLAVE PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO

**Clara Inés Chilito Caicedo<sup>1</sup>**  
claraineschilito@gmail.com  
**ORCID:**0009000329809364  
I. E Las Acacias  
Colombia

**Liney Andrea Sánchez Mira<sup>2</sup>**  
slineyandrea@gmail.com  
**ORCID:**0009-0002-4875-9457  
I.E.R El Tambo  
Colombia

**Recibido: 03/11/2025**

**Aprobado: 14/11/2025**

### RESUMEN

El presente ensayo tiene por finalidad la consideración de la argumentación científica, a la que se considera como la principal vía del desarrollo del pensamiento crítico en las aulas de ciencias, a partir del examen de sus bases teóricas, de las estrategias de su implementación y de las contribuciones a la generación de ciudadanos científicamente ilustrados, la metodología utilizada consistió en una revisión analítica de la literatura especializada, que consideró un total de ocho referencias académicas contemporáneas, que fueron elegidas por su temática y por la calidad metodológica que pudiera ser considerada, a raíz de estas referencias, se llevó a cabo un análisis interpretativo de las aportaciones teóricas y empíricas de cada uno de los autores, de modo que se las relacionó a partir de las conexiones entre los distintos conceptos de forma tal que se pudieran adquirir líneas de investigación coincidentes en relación con la argumentación científica y el pensamiento crítico. El resultado del análisis pone de manifiesto que la argumentación científica va más allá de constituir una estrategia didáctica se convierte en un mecanismo central del desarrollo cognitivo, metacognitivo y social, se pone de manifiesto que los estudiantes que participan en procesos argumentativos auténticos desarrollan competencias de razonamiento de mayor calidad, autorregulación metacognitiva y competencias de comunicación que se transfieren efectivamente a otros contextos diferentes y la implementación adecuada de estrategias argumentativas en transformaciones pedagógicas profundas de la reconceptualización del rol docente, del

<sup>1</sup> Magister en Enseñanza de las Ciencias, Docente de aula de Tecnología e Informática en la Institución Educativa Las Acacias en el Municipio de la Plata Huila-Colombia.

<sup>2</sup> Magister en Didáctica de la Lengua y la Literatura en Educación Secundaria y Bachillerato, Docente de aula en la Institución Educativa El Tambo.

diseño de actividades que integran dilemas socio-científicos y la creación de ambientes de aprendizaje.

**PALABRAS CLAVE:** Argumentación, pensamiento crítico, educación científica, habilidades cognitivas, educación.

## ARGUMENTATION IN SCIENCE CLASSROOMS: A KEY TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING

### ABSTRACT

The purpose of this argumentative essay is the consideration of scientific argumentation, which is considered as the main way to develop critical thinking in science classrooms, from the examination of its theoretical bases, the strategies of its implementation and the contributions to the generation of scientifically enlightened citizens, the methodology used consisted of an analytical review of the specialized literature, The methodology used consisted of an analytical review of the specialized literature, which considered a total of eight contemporary academic references, which were chosen for their thematic and methodological quality that could be considered, following these references, an interpretative analysis of the theoretical and empirical contributions of each of the authors was carried out, so that they were related from the connections between the different concepts in such a way that coinciding lines of research could be acquired in relation to scientific argumentation and critical thinking. The result of the analysis shows that scientific argumentation goes beyond being a didactic strategy and becomes a central mechanism of cognitive, metacognitive and social development, it is clear that students who participate in authentic argumentative processes develop higher quality reasoning skills, metacognitive self-regulation and communication skills that are effectively transferred to other different contexts and the adequate implementation of argumentative strategies in deep pedagogical transformations of the reconceptualization of the teaching role, the design of activities that integrate socio-scientific dilemmas and the creation of learning environments.

**Key words:** Argumentation, critical thinking, science education, cognitive skills, education.

## Introducción

En el contexto de la educación actual, la enseñanza de las Ciencias tiene el reto de ir más allá de la simple exposición de hechos y de información para erigirse en un espacio de construcción activa del pensamiento, la argumentación científica se perfila como una competencia indispensable que permite a los estudiantes no solo esbozar los procesos que configuran el conocimiento científico, sino que se convierte en un vehículo de primer orden para el desarrollo del pensamiento crítico. En las aulas de Ciencias, donde el estudiante despliega su curiosidad natural y la ciencia hace valer la dura continuidad de sus severas normas, la argumentación se convierte en una herramienta didáctica que permite al estudiantado no solo aprender Ciencias, sino aprender también a pensar en Ciencias.

La capacidad para sostener los argumentos, contrastar la evidencia, hacer las preguntas pertinentes, enfrentarse a las afirmaciones, representa el núcleo del pensamiento crítico, ése que es fundamental para poder desenvolverse en un mundo cada vez más complejo y cargado de información, pero la inclusión de un modo de argumentar en el ámbito educativo científico conlleva un cambio radical de las prácticas educativas del tipo tradicional en el que el docente, el profesor, ya no es el trasmisor de verdades que pueden ser aceptadas o rechazadas, sino que se convierte en un facilitador del proceso reflexivo de construcción dialéctica y este artículo sostiene que la argumentación en las clases de Ciencias no es sólo un medio de expresión personal, sino una práctica habitual del proceso de enseñanza y aprendizaje.

La importancia de esta perspectiva didáctica en el aula se acentúa al atender el hecho de que vivimos en una sociedad donde los ciudadanos han de tomar decisiones informadas con respecto a cuestiones científicas de considerable complejidad que tienen una repercusión directa sobre sus vidas: desde la selección de tratamientos médicos hasta la evaluación de políticas medioambientales, desde la previsión de los riesgos que entrañan las nuevas tecnologías hasta la participación en debates sobre bioética, en esta línea, el aula de ciencias se transforma en un laboratorio de formación ciudadana en el que los estudiantes elaboran no solo el conocimiento disciplinar, sino también las capacidades argumentativas que les capacitan para llevar a cabo una participación ciudadana en democracias que exigen cada vez más una ciudadanía alfabetizada científicamente.

Por lo que la argumentación científica, entendida como la capacidad de articular razonamientos lógicos a partir de evidencia empírica, constituye el núcleo del pensamiento crítico en el ámbito científico y cuando los estudiantes se involucran en procesos argumentativos auténticos a partir de una problematización, van desarrollando, al mismo tiempo, habilidades metacognitivas que les permiten auto-regular su propio pensamiento, reconocer sesgos de razonamiento, evaluar la calidad de las fuentes de información de la que se nutren y reconducir sus estrategias de razonamiento. Esta dimensión metacognitiva cobra especial relevancia porque trasciende el ámbito de la ciencia y se convierte en una competencia transferible que no hace más que enriquecer la competencia de nuestros estudiantes para afrontar problemas complejos en distintos ámbitos académicos, profesionales y personales.

Desde la óptica de una pedagogía contemporánea, entendemos la argumentación en el aula de las ciencias como un modo de responder a los requerimientos que exigen las teorías educativas contemporáneas, que predicán un aprendizaje de tipo activo, colaborativo y contextualizado, distanciándose de aquellos modelos más tradicionales basados en un estudiante como escuela pasiva de información, en las metodologías expositivas, que durante tantas décadas han dominado la enseñanza científica, han demostrado tener limitaciones muy marcadas para favorecer una apropiación profunda y duradera de los conceptos científicos.

Por el contrario, cuando el estudiante participa en debates científicos auténticos, se ve obligado no sólo a movilizar sus conocimientos previos, sino también a desarrollar estrategias para encontrar, evaluar y sintetizar información nueva, lo que dará como resultado un aprendizaje más profundo, duradero y aplicable a situaciones reales, es así como el estudiante es arquitecto de su propio conocimiento, construye conocimiento de forma colaborativa con los demás estudiantes, guiados por el docente.

Por lo que a partir de la intersección entre argumentación y pensamiento crítico en la ciencia asumirá una dimensión particularmente transformadora cuando se articule su efecto sobre la formación de actitudes y valores científicos básicos, a partir de la práctica argumentativa sistemática, los estudiantes aprenden principios fundamentales, como la importancia de la evidencia empírica, la provisionalidad del conocimiento científico, la centralidad de la revisión por otros, la valoración de la variedad de perspectivas y la humildad intelectual ante la incertidumbre y todos estos elementos permiten que el estudiante no sólo comprenda mejor la naturaleza de la ciencia.

## Desarrollo

### Fundamentos Teóricos del Pensamiento Crítico en la Educación Científica

El pensamiento crítico educativo-científico ha ido desde una visión puramente instrumental hasta una concepción más compleja, que integra dimensiones cognitivas, metacognitivas, sociales, en donde manifiesta Núñez-Lira et al. (2020) definen el pensamiento crítico como un proceso del pensamiento disciplinado que incluye la evaluación activa y hábil de la información, el establecimiento de juicios bien fundados y la adopción de decisiones que se sustentan en los datos. Teniendo en cuenta lo anterior, el pensamiento crítico es más que la mera aplicación de técnicas para el razonamiento; este ya no debe ser considerado como una simple aplicación práctica, sino como una disposición intelectual que hace al ciudadano alfabetizado científica y tecnológicamente del siglo XXI.

La importancia de esta competencia en la educación en ciencias se basa en la naturaleza misma del conocimiento científico, que se trata de la construcción de preguntas mediante procesos argumentativos donde las afirmaciones han de estar respaldadas por evidencia empírica y tienen que ser sometidas a la evaluación del conocimiento científico por parte de la comunidad científica, en donde manifiesta autores como Blanco-López, et al. (2017) argumentan que el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias debe ir asociado a prácticas didácticas específicas que permitan a los estudiantes acceder a la información científica, evaluarla, analizarla y utilizarla en la construcción argumentativa de la misma y esta visión apela el contexto educativo a

una transformación muy profunda de la concepción que tradicionalmente se tiene de la enseñanza de las ciencias, donde se pone el acento no en la transmisión de contenidos.

La argumentación científica, que entendemos como el proceso por el que los y las estudiantes elaboran razonamientos lógicos apoyados en la evidencia empírica, es el eje sobre el que se articula en el aula la educación científica y a través del que se desarrolla también el pensamiento crítico, en este sentido, Pérez et al. (2021) concluyen que la argumentación oral en el aula ayuda no solo a la expresión de ideas, sino que también promueve la autorreflexión metacognitiva, para que las y los estudiantes puedan monitorear y evaluar sus propios procesos de pensamiento y este proceso argumentativo requiere de variadas competencias cognitivas, requiere de la capacidad de identificar problemas relevantes, de formular hipótesis plausibles, de diseñar estrategias de indagación, de recoger y de analizar datos, de evaluar evidencias de forma crítica y de comunicar las conclusiones coherente y persuasivamente.

Por lo que la inclusión del pensamiento crítico en la educación científica cobra especial relevancia en la era de la posverdad, en la que se manifiestan unos problemas de información pseudocientífica y la polarización de debates científicos que demandan ciudadanos capaces de discernir entre evidencias válidas y explicaciones infundadas y en este sentido, Puig Mauriz et al. (2023) defienden que la educación científica ha de preparar a los estudiantes para desenvolverse en un ecosistema informativo donde, por un lado, el conocimiento científico riguroso coexiste con teorías conspirativas,

información parcial y las interpretaciones sesgadas, por lo que la argumentación científica se convierte en una herramienta muy necesaria.

## **Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico a través de la argumentación**

La implementación de la argumentación como medio para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en las aulas de ciencias exige diseñar actividades didácticas concretas que favorezcan el participar de los estudiantes en procesos argumentativos genuinos y de esta manera consideran autores como Vila Tura et al. (2022) plantean un modelo de diseño de actividades que combine aspectos cognitivos, metacognitivos y sociales, de modo que los estudiantes puedan desarrollar habilidades argumentativas mientras construyen un conocimiento completo sobre los conceptos científicos y el enfoque metodológico consiste en generar situaciones de enseñanza y aprendizaje a través de las cuales los estudiantes puedan vivir la ciencia como una actividad argumentativa, donde para hacer una afirmación sea necesario justificarla y que esta, por su parte, sea puesta en la mira de la crítica por parte de sus compañeros.

De esta manera las estrategias didácticas más adecuadas para fomentar el pensamiento crítico a partir de la argumentación serían las relacionadas con los dilemas socio-científicos, que ofrecen a los estudiantes situaciones problemáticas que deben integrar el conocimiento de la ciencia pero también los valores éticos, sociales y económicos y considera de esta manera autores como Hierrezuelo-Osorio et al. (2022) constataron que proponer dilemas socio-científicos en la etapa de formación inicial del

profesorado no sólo permite desarrollar el pensamiento crítico, sino que también establece para las sesiones un mayor conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia en cuanto a construcción humana y social.

La realización de debates científicos estructurados constituye otra de las estrategias más importantes para el desarrollo del pensamiento crítico desde la argumentación. Y es así como considera autores Rivadeneira et al. (2023) identifican varias estrategias que ayudan en el desarrollo del pensamiento crítico en el aula, entre las que sobresale la creación de espacios de diálogo donde los estudiantes puedan defender sus ideas, cuestionar afirmaciones, examinar argumentos contrarios. Este diálogo no solamente ayuda a desarrollar las competencias argumentativas, sino que también favorece actitudes fundamentales en la ciencia como la humildad intelectual, la curiosidad genuina y el respeto que merece el diálogo espiritual, en este tipo de debate científico estructurado permite a los estudiantes hacer la experiencia de la ciencia como una actividad social donde el conocimiento se ejerce a partir de la interacción crítica entre diferentes puntos de vista, y donde las afirmaciones deben someterse continuamente a pruebas y refinamientos.

Por lo que es válido comprender que la introducción de tecnologías digitales en las estrategias didácticas del desarrollo del pensamiento crítico permite abrir nuevas vías de realización de la argumentación científica en el aula y de esta manera, de acuerdo a lo considerado en Ruiz y Altamirano (2023) identifican que las estrategias que favorecen la creatividad y el pensamiento crítico en la actualidad deben incluir herramientas

digitales para proporcionar a los estudiantes acceso a bases de datos científicas, permitir trabajar en equipo sobre proyectos de investigación y permitir comunicar los resultados a numerosas audiencias.

La unión de tecnologías digitales podría generar nuevas oportunidades de hacer frente a algunos de los problemas tradicionales de la introducción de las estrategias argumentativas. Las plataformas digitales permitirían promover la colaboración entre estudiantes, la posibilidad de acceder a bases de datos científicas actualizadas y, por último, hacer más fácil y efectiva la documentación y evaluación de los procesos argumentativos. Asimismo, la existencia de recursos educativos digitales con un diseño específico para promover la argumentación científica podría disminuir la carga de trabajo sobre los docentes y facilitar la puesta en marcha de actividades argumentativas que cumplirían los criterios de calidad.

De esta manera la necesidad social de formar ciudadanos críticos y reflexivos en la era de la posverdad sería la oportunidad adecuada para presentar la argumentación científica como una competencia básica contemporánea y el hecho de que el aumento de la información pseudocientífica y la polarización de los debates científicos amenazan la toma de decisiones en sociedades democráticas hace que haya una demanda progresiva por estrategias didácticas que generen competencias argumentativas sólidas. Este tipo de demanda social puede ser convertida en apoyo político y económico para la puesta en marcha de programas de formación docente, desarrollo de recursos educativos y la creación de sistemas de evaluación adecuados a las competencias argumentativas.

## Impacto de la argumentación en el desarrollo de competencias científicas

La argumentación científica en el contexto del aprendizaje escolar tiene un efecto transformador en diversas dimensiones del desarrollo cognitivo y social de los estudiantes y desde una perspectiva cognitiva, la participación en procesos argumentativos contribuye al desarrollo de habilidades de razonamiento superior que incluyen el análisis crítico, la síntesis de información compleja, la evaluación de evidencias y la elaboración de conclusiones fundamentadas, en donde los autores Blanco-López et al. (2017) nos demostraron que en el caso de los estudiantes que participaban en actividades argumentativas con cierta regularidad tenían la capacidad de identificar falacias, pudieron evaluar la calidad de las fuentes de información y construir argumentos, coherentes con información procedente de varias líneas de evidencias.

De esta manera la dimensión metacognitiva del impacto de la argumentación en el desarrollo de competencias, en este caso científicas, es especialmente relevante dado que los estudiantes no solo llegan a desarrollar habilidades específicas de razonamiento, sino que además desarrollan mayor metaconocimiento sobre sus propios procesos de pensamiento y autores como Pérez et al. (2021) muestran que la argumentación oral en el aula invita a la reflexión metacognitiva y permite que los estudiantes supervisen sus estrategias de razonamiento, localicen sesgos cognitivos y modifiquen la manera de aproximarse a los problemas en función de las demandas de cada situación problemática, en esta capacidad de metaconocimiento es necesaria para el desarrollo

del pensamiento crítico: los estudiantes deben ser capaces de gestionar su propio proceso de aprendizaje.

El impacto social de la argumentación en el desarrollo de las competencias científicas tiene que ver con la capacidad que tienen los estudiantes de participar de forma constructiva en un debate científico y su capacidad para participar en un trabajo de grupo en un proyecto de investigación. Vila Tura et al. (2022) apoyan el hecho de que realizar actividades argumentativas favorecerá el desarrollo de las competencias comunicativas, incluyendo la capacidad para exponer de forma clara y convincente ideas complejas, para escuchar con respeto perspectivas alternativas y para construir consensos a partir de la evidencia. Cabe mencionar que estas competencias sociales son quienes favorecen la participación ciudadana en una sociedad democrática, ya que muchas veces, los debates sobre políticas públicas requieren un conocimiento detallado de los principios científicos y la capacidad para evaluar afirmaciones opuestas.

Hay que mencionar además que la transferibilidad de las competencias que se desarrollan desde la argumentación científica es considerada uno de los aspectos más relevantes a nivel de su componente educativo y considera Núñez-Lira et al. (2020) han indicado que las estrategias didácticas adecuadas para conseguir el desarrollo del pensamiento crítico generan competencias que saltan a los diferentes ámbitos académicos y profesionales, esto se debe a la universalidad que los principios argumentativos poseen y es necesario recordar que tenemos la necesidad de basar las afirmaciones en la evidencia, que debemos tener en cuenta las perspectivas alternativas y que debemos comunicar las conclusiones de manera coherente y clara.

## **Desafíos y Oportunidades en la Implementación de la Argumentación Científica**

Frente a la buena aplicación de la argumentación como una herramienta que sirve al desarrollo del pensamiento crítico en las clases de ciencias se enfrenta a diferentes problemáticas de las que se deberían abordar con unas estrategias, por lo que una de estas principales problemáticas encontradas por Hierrezuelo-Osorio et al. (2022) es la resistencia de los docentes de adoptar metodologías argumentativas, resistencia que se basa con frecuencia en las concepciones tradicionales de la enseñanza científica, donde el peso recae sobre las enseñanzas de contenidos y no en el desarrollo de habilidades argumentativas. Y esta resistencia se ve favorecida por la presión que los docentes tienen a nivel curricular, ya que las actividades de argumentación llevan consigo asumir que se necesita un tiempo extra que casi se ve obligado a elegir entre todas las actividades que conllevan el desarrollo de los contenidos programáticos.

En la formación del profesorado es un aspecto determinante en la aplicación de estrategias argumentativas en las aulas de ciencias, en este sentido, para Puig Mauriz et al. (2023), la introducción del pensamiento crítico en la educación científica exige que los docentes sean capaces no sólo de dominar los contenidos disciplinares, sino también de poner en práctica las competencias específicas y las habilidades necesarias para llevar a cabo auténticos procesos argumentativos y en esta formación del profesorado está vinculada no sólo a las cuestiones teóricas que atañen la naturaleza de la argumentación científica sino también a la puesta en práctica que lleva al docente a lograr

las habilidades necesarias para diseñar actividades de argumentación, facilitar debates científicos y evaluar.

A causa de la combinación de las tecnologías digitales da acceso a nuevas posibilidades con las que superar parte de los problemas tradicionales asociados a la implantación de las estrategias de argumentación, en las plataformas digitales pueden facilitar la colaboración entre compañeros, proporcionar acceso a base de datos científicos actualizados y poder documentar y evaluar el proceso de argumentación de una manera más rápida y en el mismo sentido, la existencia de recursos educativos digitales específicamente desarrollados para la argumentación científica puede ayudar a que los docentes tengan una menor carga de trabajo, ayudando a la realización de actividades argumentativas de calidad.

Con respecto a la necesidad social de formar ciudadanos críticos y reflexivos en el contexto de la desinformación, además, constituye una oportunidad clave para posicionar la argumentación científica como una competencia básica de la educación contemporánea, en el hecho de que la aparición de información pseudocientífica y la polarización de los debates científicos amenazan la toma de decisiones informadas en sociedades democráticas ha motivado una demanda social por estrategias educativas que desarrollen competencias argumentativas sólidas y esta demanda social puede convertirse de esta manera en respaldo político y financiero a la formación docente, al impulso de recursos educativos y a la elaboración de sistemas de evaluación adecuados a las competencias argumentativas.

## Conclusiones

El estudio pormenorizado del análisis como elemento clave en la estimulación del pensamiento crítico en el aula de ciencias muestra su capacidad para transformar y revolucionar la educación científica actual, por lo que el análisis del estado del arte en varias líneas de investigación teóricas y empíricas pone de relieve que la argumentación científica no se limita a ser una estrategia didáctica, sino que se convierte en el modo central mediante el cual los estudiantes desarrollan, no sólo competencias cognitivas de nivel superior, sino también las disposiciones cognitivas necesarias para contribuir activamente a una sociedad democrática de ciudadanos científicamente alfabetizados.

Es así como las estrategias argumentativas implementadas de manera efectiva en la enseñanza de las ciencias han puesto de manifiesto la capacidad de los estudiantes para llevar a cabo transformaciones profundas en diversos aspectos del desarrollo del estudiante y desde una perspectiva cognitiva, los estudiantes que participan en estas estrategias argumentativas llevan a cabo un proceso de desarrollo de razonamiento de nivel superior que incluye ser capaz de analizar situaciones complejas, evaluar de manera crítica las evidencias, construir conclusiones a partir de múltiples líneas de evidencia y adecuarlas a contextos concretos.

Este desarrollo cognitivo se complementa con la capacidad de realizar un desarrollo más elevado en sus capacidades metacognitivas que les permite monitorear sus propios pensamientos, ser capaces de detectar sesgos cognitivos y, a continuación, adecuar sus estrategias de razonamiento según la situación problemática concreta; en

donde la dimensión social del impacto de la argumentación científica en el desarrollo del pensamiento crítico se convierte en una dimensión de gran interés en la actualidad, donde el desarrollo de las distintas posiciones en torno a las políticas públicas exige, a menudo, un buen conocimiento de principios científicos y la capacidad de discernir afirmaciones contradictorias y los estudiantes que desarrollan buenas competencias argumentativas no sólo obtienen la capacidad de participar de manera productiva en debates científicos, sino que también desarrollan actitudes fundamentales como la humildad intelectual, la curiosidad auténtica y el respeto por el diálogo racional.

Por lo que estas competencias y disposiciones son imprescindibles para la formación de ciudadanos que sean capaces de hacer frente a un mundo que presenta una complejidad cada vez mayor, desde la evaluación de tratamientos médicos hasta el debate sobre políticas medioambientales o tecnológicas y, por otro lado, el alcance de las competencias que se pueden conseguir a través de la argumentación científica es un aspecto alentador de su aplicación didáctica.

La evidencia existente apunta también a que las habilidades argumentativas que se desarrollan en el marco de la discusión científica son transferibles a otros ámbitos de conocimiento, produciendo una transferencia de la educación que trasciende los límites disciplinarios habituales y la transferibilidad de la argumentación científica se apoya en el carácter universal de los principios argumentativos: la estrategia de justificar las afirmaciones con evidencias, la obligación de tener en cuenta los puntos de vista alternativos y la capacidad ontológica para argumentar.

En los retos que hemos detectado para la implementación de las estrategias argumentativas en las aulas de ciencias, aun siendo importantes, no son barreras infranqueables sino, más bien, oportunidades para llevar a cabo una transformación sistemática de la educación científica y de manera similar, la resistencia de algunos docentes para adoptar métodos argumentativos puede ser afrontada por medio de programas de formación del docente que integren elementos teóricos sobre la naturaleza de la argumentación científica con experiencias prácticas que hagan posible que dichos educadores desarrollen aquellas competencias que han de facilitar procesos argumentativos auténticos.

De igual forma, la presión curricular a la que han de hacer frente los docentes puede ser atendida por medio del desarrollo de recursos didácticos diseñados específicamente para integrar el desarrollo de las competencias argumentativas con la cobertura de los contenidos programáticos, por lo que la evaluación de las competencias argumentativas, aunque difícil y complicada, a través de la búsqueda de metodologías más adecuadas y propias lleva a oportunidades de la realización de aproximaciones evaluativas más auténticas y con un significado más profunda que capten la complejidad de los procesos del pensamiento crítico.

Y es así como la generación de instrumentos evaluativos que consideren tanto los productos finales como los procesos de la construcción de los argumentos puede contribuir a una comprensión más rica en la forma en la que los estudiantes desarrollan sus competencias argumentativas y su transferencia en contextos distintos y las tecnologías digitales integradas en estrategias argumentativas para el desarrollo del

pensamiento crítico depara oportunidades singulares. La apremiante necesidad social de formar ciudadanos críticos y reflexivos en la era de la posverdad constituye el contexto más general que legitima la práctica sistemática de estrategias argumentativas en las aulas de ciencias. El aumento de la información pseudocientífica, la polarización de las argumentaciones científicas y el nacimiento de las teorías conspiratorias amenazan la capacidad de las sociedades democráticas para tomar decisiones fundamentadas respecto de cuestiones que influyen de manera crucial en el bienestar de todas las personas. En este sentido, la argumentación científica se erige como un instrumento fundamental para la construcción de una ciudadanía que sea capaz de discriminar la buena evidencia y los enunciados sin fundamento, de participar constructivamente en las argumentaciones de los debates públicos, de cooperar en la construcción de sociedades más justas y equitativas.

La evidencia acumulada indica que la argumentación en las aulas de ciencias es una opción didáctica deseable, pero esta fue asumida como una necesidad de la educación del siglo XXI. Su correcta práctica implica un trabajo sistemático relacionado con la transformación de los usos didácticos convencionales, con la formación continuada del profesorado y con la construcción de sistemas de apoyo institucionales que sean conscientes de la relevancia fundamental que tiene el pensamiento crítico en la formación integral del estudiante. Solamente a través de este trabajo colectivo será posible formar a las generaciones futuras de ciudadanía científicamente.

Por tal motivo la imperiosa necesidad social de educar a ciudadanos críticos y reflexivos en la era de la posverdad es lo más extenso y lo que justifica la práctica

sistemática de las estrategias argumentativas en las aulas de ciencias, en la proliferación de información pseudocientífica, como la polarización de los debates científicos y la aparición de teorías conspiratorias, amenazan la aptitud de las sociedades democráticas para conseguir tomar decisiones informadas respecto de temas que afectan directamente a la comunidad.

En donde la argumentación científica, en este sentido, es una de las herramientas fundamentales para educar a una ciudadanía responsable, capaz de distinguir entre buenas evidencias y aseveraciones vacías de contenido, capaz de participar constructivamente en los debates públicos y, a su vez, está comprometida en la construcción de sociedades más justas y equitativas y la evidencia acumulada permite sugerir que la argumentación en las aulas de ciencias no es sólo una opción pedagógica deseable, sino que también es una de las necesidades más urgentes de la educación del siglo XXI. Sin embargo, realizar la argumentación, requiere un compromiso sistemático con la transformación de las prácticas educativas tradicionales, con la formación continua de los docentes, y con el desarrollo de los sistemas de apoyo institucionales que dan importancia fundamental al pensamiento crítico en la educación integral del estudiante.

De esta manera la educación científica contemporánea, que hace del arte de argumentar el eje de organización de esta educación, exige un cambio muy importante de los objetivos educativos, que no se centra en la simple adquisición de unos contenidos sino que habla de la adquisición de competencias que permitan afrontar la complejidad del mundo en que vivimos, el que está en perpetuo cambio y esto implica que la

alfabetización científica no se produce a base de memorizar fórmulas o de reproducir experimentos, sino que implica desarrollar la capacidad de pensar científicamente, de evaluar evidencias de forma crítica o de poder debatir informadamente sobre el futuro colectivo.

Por esta razón los estudiantes que desarrollan buenas competencias argumentativas no sólo estarán mejor preparados para afrontar los retos de la escuela y de la vida profesional del siglo XXI, sino que también ayudarán a construir una ciudadanía más reflexiva, en la que las decisiones que se toman se basan en evidencias y el diálogo racional sustituya la polarización y la desinformación. Actualmente teniendo en cuenta todas las problemáticas ambientales se hace urgente y necesario formar ciudadanos gestores de cambio, que respeten, protejan el medio ambiente y aporten soluciones a problemas del contexto real.

En donde la exitosa aplicación de la argumentación científica como una herramienta pedagógica esencial requiere un cambio en la definición del papel del docente que exceda la figura tradicional de transmisor de conocimientos para pasar a ser el facilitador de procesos reflexivos y el mediador de construcciones argumentativas complejas, en donde este cambio de paradigma supone que los docentes han de irse forjando las competencias necesarias para identificar los momentos adecuados para la enseñanza e ir generando preguntas detonantes que propicien una reflexión crítica y para crear atmosféricas de aprendizaje en las que el error sea considerado como una oportunidad de crecimiento intelectual en vez de un fracaso.

Y esa, la formación inicial del docente ha de evolucionar hacia modelos que enlacen el conocimiento de los procesos de argumentación con la capacidad de poner en práctica estrategias de gestión de la diversidad de perspectivas de la clase, aceptando que la argumentación científica de verdad emerge de la tensión productiva entre ideas antagónicas y de la búsqueda conjunta de consensos fundamentados en la evidencia empírica. Es así, como el rol docente debe ser resignificado y valorado para construir una educación inclusiva, crítica y transformadora.

El impacto a largo plazo de la argumentación científica en el desarrollo del pensamiento crítico va mucho más allá de los beneficios mal entendidos individualmente y es capaz de favorecer transformaciones sociales que pueden contribuir, a formar a comunidades más resilientes y adaptables ante los retos contemporáneos y las generaciones de estudiantes que desarrollan competencias argumentativas están mejor preparadas para afrontar fenómenos emergentes como la inteligencia artificial, la biotecnología avanzada, el cambio climático o los problemas éticos relacionados con el progreso científico y tecnológico. Por lo que esa preparación no les da sólo conocimientos específicos, sino que hace crecer las disposiciones intelectuales como la tolerancia a la ambigüedad, la capacidad de suspender juicios precipitados, el tránsito por escenarios de incertidumbre, donde hay poca respuesta y las decisiones deben ser tomadas diferenciándose en función de las evidencias parciales, pronósticos o probabilidades realizadas por la comunidad científica.

La argumentación científica en las clases de ciencia también contiene el potencial transformador de democratizar el acceso al conocimiento científico, empoderando a

estudiantes de variadas posiciones socioculturales y, a la vez, propiciándoles la participación activa en la construcción de significados científicos y tal democratización cognitiva es especialmente pertinente en sociedades con desigualdades educativas, en los que la argumentación pueda transformarse en un mecanismo de inclusión, puesto que capacita voces y sugiere formas de conocimiento que han permanecido invisibles y han tenido escaso protagonismo en el diálogo científico.

Frente a la habilidad de argumentar con éxito no es patrimonio, o no depende de factores materiales, ni de antecedentes universitarios privilegiados, sino que emerge de la práctica sistemática y de la exposición a experiencias argumentativas y de ahí que la implementación equilibrada y a partes iguales de las estrategias argumentativas en las aulas de ciencias ayude a cerrar brechas educativas y a fomentar una mayor justicia epistémica donde todos los estudiantes, independientemente de su origen, puedan llegar a tener las competencias para participar en discusiones científicas y contribuir a la resolución de problemas de tipo complejo que influyen en sus comunidades.

Los inconvenientes que se han señalado en la implantación de la argumentación en la enseñanza de la ciencia giran en torno a: "la resistencia de los docentes a un cambio en sus metodologías de enseñanza" (Romero & Ruiz, 2020, p. 908); la falta de tiempo en el currículo y las dificultades para valorar de forma auténtica las competencias de la argumentación". Estos inconvenientes suponen la posibilidad de realizar una transformación profunda de la enseñanza de la ciencia, a partir de programas específicos de la formación del profesorado, en la incorporación de tecnologías digitales que permitan el desarrollo de procesos de argumentación de manera colaborativa, así como

en el uso de instrumentos de evaluación que permitan dar cuenta de la complejidad multidimensional que supone el pensamiento crítico.

Por lo que esta investigación es, por tanto, indicativa de que la argumentación científica no sólo contribuye a una mejora del aprendizaje disciplinarios sino que a su vez, tiende a una democratización del acceso a la ciencia de los estudiantes y a preparar a los estudiantes y sus futuros aprendizajes para su adaptación a fenómenos emergentes como pueden ser la inteligencia artificial, la biotecnología o el cambio climático y la argumentación científica se erige, pues, como una propuesta educativa de tipo transformativo que pone de relieve la concepción penitente fundamentalmente argumentativa del conocimiento científico y el lugar central que éste ocupa en la configuración de ciudadanos críticos y reflexivos.

Y finalmente, la argumentación científica en las ciencias representa más que un recurso didáctico más o menos innovador sino más bien un modelo educativo que hace hincapié en la naturaleza argumentativa del conocimiento científico y su papel en la formación de ciudadanos críticos, reflexivos y comprometidos por el bien común y de forma definitiva, la argumentación científica en las aulas de ciencias es mucho más que una nueva estrategia didáctica, de hecho, es un modelo educativo en el que se pone de manifiesto la esencia argumentativa del conocimiento científico y el verdadero sentido del papel en la formación de ciudadanos reflexivos, críticos y comprometidos con el bien colectivo, en la efectiva implementación de la argumentación científica en las aulas no solo cambiará la educación por la ciencia, sino que también permitirá construir sociedades más democráticas, justas y sostenibles, así como que el diálogo racional y

la evidencia empírica sean los motores de la práctica de las decisiones colectivas en aras de un futuro mejor para toda la humanidad.

## Referencias

- Blanco-López, Á., España-Ramos, E., & Franco-Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115.
- Hierrezuelo-Ororio, J. M., Franco-Mariscal, A. J., & Blanco-López, Á. (2022). Uso de dilemas socio-científicos para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en docentes en formación inicial. *Percepciones del profesorado*.
- Núñez-Lira, L. A., Gallardo-Lucas, D. M., Aliaga-Pacore, A. A., & Diaz-Dumont, J. R. (2020). Estrategias didácticas en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación básica. *Revista eleuthera*, 22(2), 31-50.
- Pérez, N. A. C., Pinto, E. G., & de la Barrera Correa, A. (2021). La argumentación oral para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula. *Boletín Redipe*, 10(9), 48-65.
- Puig Mauriz, B., Bargiela, I. M., & Blanco-Anaya, P. (2023). Integrar el Pensamiento Crítico en la Educación Científica en la Era de la Post-verdad.
- Rivadeneira, E. M. J., Torres, T. Y. V., Jaramillo, N. I. A., Ayovi, D. J. Q., & Cubi, J. G. A. (2023). Estrategias efectivas para fomentar el Pensamiento Crítico en el Aula. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 6147-6162.
- Ruiz, F. C., & Altamirano, K. G. (2023). Estrategias para fomentar la creatividad y el pensamiento crítico en el aula. *Bastcorp International Journal*, 2(1), 33-41.
- Vila Tura, L., Márquez Bargalló, C., & Oliveras Prat, B. (2022). Una propuesta para el diseño de actividades que desarrollen el pensamiento crítico en el aula de ciencias.