



# La argumentación en ciencias y la formación ciudadana: una aproximación desde las controversias científicas

- Argumentation in Science and Citizenship Education: An Approach Based on Scientific Controversies
- A argumentação nas ciências e a formação cidadã: uma abordagem a partir das controvérsias científicas

## Forma de citar este artículo

Álvarez-García, L. M. (2026). La argumentación en ciencias y la formación ciudadana: una aproximación desde las controversias científicas. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (59), 341 - 353, <https://doi.org/10.17227/ted.num59-21380>

## Resumen


Este artículo presenta una de las alternativas de aplicación de las controversias científicas en la enseñanza de las ciencias con el propósito de promover el desarrollo de la capacidad argumentativa de los estudiantes y su conexión con la formación ciudadana. Para ello se exploran algunas investigaciones que reconocen el valor de estos vínculos en la formación en ciencias. Igualmente, se analizan algunas acciones argumentativas ejercidas en la disolución de una controversia para mostrar desempeños alineados con algunas competencias ciudadanas, conforme a las orientaciones de Chaux *et al* (2004a) y Ruíz y Chaux (2005). A manera de conclusión, se plantean unas reflexiones finales respecto a una opción didáctica para incorporar esta alternativa en la enseñanza de las ciencias conforme al modelo de discusión crítica de van Eemeren (2012a).

## Palabras clave

argumentación en ciencias; controversia científica; formación ciudadana

## Abstract

This article presents one possible way to incorporate scientific controversies into science teaching with the aim of promoting the development of students' argumentative abilities and their connection to citizenship education. To this end, several studies that highlight the value of such links in science education are reviewed. Likewise, specific argumentative actions observed in the resolution

Lida-Milena Álvarez-García\*  

\* Doctora en Educación. Docente de la Secretaría de Educación del Distrito. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. [lmalvarezg@udistrital.edu.co](mailto:lmalvarezg@udistrital.edu.co)

Artículo de reflexión

Fecha de recepción: 03/04/2024  
Fecha de aprobación: 19/07/2025  
Fecha de publicación: 01/01/2026



of a controversy are analysed to illustrate performances aligned with certain citizenship competencies, following the guidelines proposed by Chaux et al. (2004a) and Ruíz and Chaux (2005). In conclusion, some final reflections are offered regarding a didactic approach to integrating this alternative into science teaching, drawing on van Eemeren's (2012a) critical discussion model.

Keywords

argumentation in science; scientific controversy; citizenship education

### Resumo

Este artigo apresenta uma das possibilidades de aplicação das controvérsias científicas no ensino de ciências com o objetivo de promover o desenvolvimento da capacidade argumentativa dos estudantes e sua relação com a formação cidadã. Para isso, são exploradas algumas pesquisas que reconhecem o valor dessas conexões na formação em ciências. Da mesma forma, analisam-se determinadas ações argumentativas exercidas na resolução de uma controvérsia, a fim de evidenciar desempenhos alinhados a certas competências cidadãs, conforme as orientações de Chaux et al. (2004a) e Ruíz e Chaux (2005). Como conclusão, apresentam-se reflexões finais sobre uma proposta didática para incorporar essa alternativa ao ensino de ciências, com base no modelo de discussão crítica de van Eemeren (2012a).

Palavras-chave

argumentação em ciências; controvérsia científica; formação cidadã

## Introducción

La escuela, y en particular el contexto de la enseñanza de las ciencias, cumple una función esencial en el proceso de formación de sujetos capaces de agenciar su ciudadanía (García-Martínez *et al.*, 2007; Quintanilla, 2009; Avendaño *et al.*, 2016). Ello implica que las instituciones educativas asuman un horizonte de formación en ciudadanía que se ajuste a su contexto. Por lo general, este horizonte se ciñe a las disposiciones constitucionales en las que se define el concepto de *ciudadanía* como una condición adquirida por el hecho de pertenecer a una nación o ciudad. En pocas ocasiones, la amplitud de este concepto se vincula significativamente con las prácticas de enseñanza (Chaux *et al.*, 2004).

Sin embargo, la ciudadanía, en un sentido más amplio que el planteado desde el reconocimiento de los derechos constitucionales, puede entenderse, desde la perspectiva de Avendaño *et al.* (2016), como aquellos “escenarios permanentes donde se pueda convivir con los otros, aquellos que no son iguales y que también son depositarios de dignidad humana” (p. 480). Esta perspectiva reconoce que la verdadera acción ciudadana se teje en la medida en que la interacción humana se transforma y actúa como agente de la construcción de significados de manera

colectiva. Esa interacción se entiende como “la capacidad de sus miembros para definir y reconocer un sentido del nosotros y, desde ahí, compartir y construir una identidad colectiva como producto del proceso de atribución de significado y de las cambiantes situaciones que motivan la acción colectiva” (Melucci, 1994, citado por Delgado, 2007, p. 45).

Esta idea de ciudadanía, concebida desde una perspectiva de construcción de significados a partir de acciones de interacción humana, constituye un rasgo propio de los fenómenos de intercambio argumentativo que se viven en el aula de ciencias. En concreto, esta opción se materializa en el uso de diseños didácticos que incorporan el estudio de situaciones argumentativas, específicamente en escenarios de formación científica donde se emplean mediaciones didácticas como las controversias científicas históricas. De acuerdo con Dascal (1998), a través de la observación y el análisis de las controversias científicas puede determinarse la naturaleza de facto del funcionamiento de la racionalidad (o irracionalidad) científica (p. 8). Este documento hace énfasis en tres aspectos esenciales, desde la perspectiva de la enseñanza de las ciencias, que pueden abordarse en el estudio de controversias como las trabajadas por Álvarez (2021) y Álvarez y García (2024). Estos aspectos se muestran en la Figura 1.

**Figura 1.**

*Tres aspectos vinculados al estudio de una controversia científica*



**Fuente:** elaboración propia.

Lo anterior requiere que los estudiantes que analicen o personifiquen las controversias científicas adquieran capacidades ciudadanas particulares. Estas competencias las describe Galston (1997), citado por Ruiz y Chauv (2005), al señalar que

este tipo de competencias se expresa cómo la disposición de escuchar atentamente y tomarse en serio posturas y opiniones de los otros y supone también la disposición de defender las propias opiniones de forma inteligente y franca guiado por la intención de persuadir con argumentos razonables o plausibles o de ceder ante este tipo de argumentos, en contra de una eventual política de manipulación o coerción. (p. 62)

En tal sentido, el estudio de las controversias científicas —analizadas desde su doble naturaleza argumentativa y didáctica— se configura como una propuesta teórico-práctica para la enseñanza de las ciencias, articulada alrededor de tres dimensiones fundamentales para el desarrollo de competencias ciudadanas que convergen en un enfoque pedagógico que trasciende el aula. La dimensión comunicativa, centrada en la capacidad de dialogar y construir discursos críticos; la dimensión cognitiva, orientada al análisis riguroso de los contenidos científicos; y la dimensión emocional, atenta a los valores y actitudes implicados. Inspirado en el trabajo de Ruiz y Chauv (2005), este modelo busca fomentar la participación ciudadana activa y construir puentes entre el conocimiento científico y la capacidad de acción social en diversos ámbitos de la vida pública.

Para concretar este propósito, se adopta el modelo de discusión crítica de la escuela pragma-dialéctica, desarrollado por van Eemeren (2012) y van Eemeren y Grootendorst (2007), el cual proporciona un marco metodológico para analizar y participar en *controversias científicas* (CC). Este modelo ofrece unidades de organización y análisis del discurso argumentativo que, en el contexto de la pre-

sente propuesta, permiten identificar elementos constitutivos de la ciudadanía. Dichos elementos emergen de las acciones descritas por las categorías analíticas del diálogo crítico: etapa de confrontación, etapa de apertura, etapa de argumentación y etapa de cierre o conclusión, las cuales se articulan, en su desarrollo, con los desempeños propios de las competencias ciudadanas en sus tres dimensiones fundamentales: a) comunicativa, manifestada en la interacción discursiva; b) cognitiva, expresada en el procesamiento crítico de la información; y c) emocional, evidenciada en la gestión de valores y actitudes.

## Tesis y argumentos

Este documento se fundamenta en una tesis central: la incorporación de *controversias científicas* (CC) como mediación didáctica en el aula de ciencias no solo favorece el aprendizaje disciplinar, sino que también contribuye al desarrollo de competencias ciudadanas. Esta postura se sustenta en dos pilares teóricos: 1) el papel de las CC en el fomento de habilidades argumentativas en el contexto escolar y 2) los elementos de formación ciudadana que emergen durante el proceso argumentativo en la resolución de controversias. A continuación, se desarrollan estos fundamentos teóricos.

## Vínculo entre las controversias científicas y la argumentación en ciencias

El estudio de las controversias científicas revela su estrecha relación con los procesos argumentativos, tal como lo plantean van Eemeren y Garssen (2012). La argumentación surge precisamente como respuesta a diferencias de opinión, ya sean reales o potenciales, lo que convierte a las controversias en escenarios privilegiados para analizar cómo se construye y valida el conocimiento científico. Esta conexión

no es meramente teórica: cuando los estudiantes examinan debates históricos como el que sostuvieron Darwin y Mivart sobre el origen de las especies, pueden identificar las estrategias discursivas que emplearon los científicos para defender sus posturas. Estos análisis muestran que la ciencia avanza mediante el diálogo crítico, donde las ideas se someten a escrutinio constante y donde incluso los argumentos fallidos contribuyen al progreso del conocimiento (Álvarez y García, 2024).

La habilidad de construir argumentos legítimos en el ejercicio de la *argumentación dialógica* (Eemeren, 2012), en el marco del discurso científico, constituye una de las metas formativas más relevantes dentro del proceso de alfabetización científica. Al enfrentar a los estudiantes con debates científicos auténticos, se les brinda la oportunidad de desarrollar habilidades argumentativas esenciales, como la capacidad de evaluar evidencias, construir razonamientos sólidos y refutar posturas contrarias (Álvarez y García, 2024). Investigadores como Osborne (2010) han demostrado que comprender por qué ciertas ideas son incorrectas resulta tan formativo como entender los fundamentos de las teorías aceptadas. Este proceso de contrastación no solo profundiza el aprendizaje conceptual, sino que además acerca a los estudiantes a la práctica real de la ciencia, al mostrarles cómo el conocimiento se construye colectivamente a través del debate riguroso.

Más allá de su utilidad para el aprendizaje disciplinar, el trabajo con controversias científicas contribuye de manera significativa a la formación ciudadana. Cuando los alumnos analizan cómo se desarrollaron debates históricos o participan en discusiones sobre temas científicos actuales, adquieren competencias transferibles a otros ámbitos de la vida social. Aprender a sustentar sus ideas con evidencias, considerar perspectivas alternativas y llegar a

consensos informados son habilidades tan valiosas para el ejercicio de la ciudadanía como para la práctica científica. Estudios como los de Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007) destacan que estas actividades fomentan simultáneamente el pensamiento crítico y la comprensión de la naturaleza social del conocimiento.

Los docentes que incorporan controversias científicas en sus clases observan cómo este enfoque transforma la dinámica del aula. Lejos de ser receptores pasivos de información, los estudiantes se convierten en participantes activos en el proceso de construcción del conocimiento. Investigaciones como las de Hosson y Kaminski (2007) documentan el alto nivel de implicación que generan estas actividades, así como su potencial para hacer más significativo el aprendizaje. Al debatir sobre temas científicos controvertidos, los alumnos no solo aprenden conceptos, sino que también desarrollan una comprensión más matizada de cómo funciona la ciencia y de cómo esta se relaciona con cuestiones sociales más amplias.

Este panorama plantea importantes desafíos para la educación científica contemporánea. Integrar efectivamente las controversias en la enseñanza requiere diseñar estrategias didácticas cuidadosas que equilibren el rigor conceptual con el desarrollo de habilidades argumentativas. Los educadores deben seleccionar casos relevantes, adaptarlos al nivel de sus estudiantes y crear espacios donde el debate se convierta en una herramienta de aprendizaje. Superar estos retos permitirá formar no solo mejores científicos, sino también ciudadanos capaces de participar informadamente en los complejos debates sociocientíficos de nuestro tiempo. La argumentación, en este sentido, se revela como un puente indispensable entre el aula de ciencias y las necesidades formativas de la sociedad actual.

## Elementos de formación ciudadana emergentes a través del uso de las controversias científicas históricas

El ejercicio de la ciudadanía por parte de los estudiantes representa el horizonte hacia el cual debe orientarse el proceso formativo de la escuela en relación con la ciudadanía. En este sentido, tanto el aprendizaje de valores como su puesta en práctica en la interacción social constituyen el escenario natural donde se evidencian los resultados de dicha formación. Paralelamente, la educación escolar incluye el aprendizaje de conocimientos provenientes de distintas disciplinas, entre ellos los relativos a las ciencias. Así, uno de los desafíos más relevantes de la educación contemporánea consiste en encontrar un equilibrio entre la formación en valores y la enseñanza de contenidos científicos. Más aún, se hace necesario indagar sobre los posibles vínculos entre la educación en ciudadanía y el aprendizaje escolar de las ciencias (Chaux *et al.*, 2004). En este marco, el concepto de *competencias ciudadanas* se vuelve clave para contextualizar esta reflexión. Ruiz y Chaux (2005) las definen como “el conjunto de capacidades y habilidades cognitivas, emocionales y comunicativas —integradas— relacionadas con conocimientos básicos (contenidos, procedimientos, mecanismos) que

orientan moral y políticamente nuestra acción ciudadana” (p. 32).

Desde la perspectiva de la incorporación de controversias científicas (CC) en la enseñanza de las ciencias, se abre un amplio abanico de posibilidades para articularlas como fundamento que contribuya al desarrollo de competencias ciudadanas. Este apartado aborda precisamente la relación entre las CC y la formación ciudadana desde una perspectiva histórica. Se parte del supuesto de que las CC constituyen una estrategia de doble vía: por un lado, permiten generar contextos de enseñanza en los que se integran aspectos epistémicos y no epistémicos de la naturaleza de la ciencia (NdC); por otro, ofrecen un espacio para la producción y el análisis argumentativo, lo que favorece la alfabetización científica. A este último aspecto se suma una dimensión emergente: Sánchez *et al.* (2013) sostienen que argumentar en clase de ciencias, además de contribuir a la construcción del conocimiento científico, promueve el desarrollo de competencias ciudadanas. Este será, de hecho, el eje central de los siguientes apartados.

Desarrollar habilidades para el ejercicio de la ciudadanía requiere conocimientos específicos que permitan a los estudiantes tomar decisiones informadas frente a distintas situaciones, ya sea en relación con la participación democrática, la autonomía, el respeto o el reconocimiento del otro (Kolstø, 2000, 2008; Chaux, 2004). Se espera que dichos conocimientos se adquieran, en gran medida, en el contexto escolar. Aunque muchas instituciones educativas incluyen la formación ciudadana en su currículo, no siempre queda claro cómo se lleva a cabo esta enseñanza (Chaux *et al.*, 2004). En algunos casos, la formación ocurre de manera implícita, a través del currículo oculto; es decir, mediante prácticas cotidianas de aula que, sin una postura epistemológica

explícita, transmiten valores y actitudes (Chaux *et al.*, 2004).

En este contexto, Sánchez *et al.* (2013) destacan que la enseñanza de las ciencias puede adquirir un carácter epistémico siempre que se abandone un enfoque tradicional y dogmático. Proponen una enseñanza más significativa, que permita a los estudiantes no solo apropiarse de conceptos científicos, sino también desarrollar habilidades útiles para la vida (p. 12). La transformación de la enseñanza científica se vuelve entonces urgente si se busca que la escuela supere una visión meramente tecnocrática de la ciencia y forme ciudadanos capaces de debatir sobre asuntos cotidianos y socialmente relevantes (García-Martínez y Pinilla, 2007). En este marco, se reconoce que la alfabetización científica no es un objetivo menor: mediante ella, los estudiantes pueden apoyarse en modelos explicativos científicos para construir posturas sobre problemas ciudadanos.

La educación para la ciudadanía se ha convertido en un campo en expansión, que ha generado una amplia gama de investigaciones orientadas a vincular su desarrollo con los procesos escolares (Kolstø, 2000, 2001, 2008; Norris, 2003; Greene, 2002; Yacoubian, 2017; Acevedo-Díaz, 2017; Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007; Quintanilla, 2009; Schwarz, 2009). Estas investigaciones proponen diversas estrategias didácticas para que los estudiantes puedan tomar decisiones informadas y responsables en contextos ciudadanos.

Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007) muestran que la capacidad argumentativa de los estudiantes se relaciona directamente con el desarrollo de competencias ciudadanas. Argumentan que promover la argumentación en el aula de ciencias permite integrar elementos del discurso, la comunicación y el pensamien-

to crítico de orden superior, además de representar una dimensión clave de la NdC. Resaltan también que la argumentación desempeña un papel central en la formación ciudadana, especialmente en torno a temas sociocientíficos (p. ix).

En esta línea, Schwarz (2009) refuerza la conexión entre argumentación y ciudadanía. Sostiene que, al igual que en disciplinas como las matemáticas, la historia o la ciencia, la argumentación debe tener un lugar privilegiado en la educación cívica. La ciudadanía democrática, afirma, es en esencia argumentativa, ya que implica participación activa, expresión de opiniones, debate y negociación. En consecuencia, la argumentación es una herramienta fundamental para la formación de ciudadanos comprometidos.

En esta misma línea, se ha destacado la importancia de incorporar una dimensión ética y emocional al enfoque argumentativo. Integrar acciones compasivas e imaginativas en las prácticas de aula puede fomentar el reconocimiento del otro y la reconciliación cívica. A través de la argumentación deliberativa, centrada en el pensamiento crítico, los estudiantes aprenden a relacionarse con los demás desde el cuidado, la justicia y la confianza. Esta perspectiva apunta a una educación ciudadana más profunda, conectada con las experiencias vividas.

A partir de estas reflexiones, se reafirma el vínculo entre controversias científicas, argumentación y competencias ciudadanas, y se destaca el papel de la alfabetización científica como articulador de estos elementos. Norris y Phillips (2003) identifican varios componentes clave de dicha alfabetización que la conectan con la ciudadanía: distinguir entre ciencia y no ciencia, poseer conocimientos para participar en debates públicos sobre ciencia, evaluar riesgos y beneficios, y pensar críticamente sobre el conocimiento científico. Así, aprender ciencia no es un fin en sí mismo, sino un medio para desarrollar habilidades de pensamiento fundamentales para una vida informada y responsable.

Yacoubian (2017) profundiza en la dimensión interpretativa de la alfabetización científica, al señalar que leer un texto científico implica inferir significados a partir de elementos tanto textuales como extratextuales. No hay interpretación sin contexto. Por ello, ni el lector ni el texto son soberanos: ambos se necesitan mutuamente en el proceso interpretativo, que varía según la familiaridad del lector con el contenido.

Acevedo (2017) complementa esta visión al señalar que, para que la ciudadanía se apropie de una cultura científica más auténtica, es necesario analizar los textos científicos desde una perspectiva discursiva e histórica. Esto implica considerar tanto los aspectos epistémicos como los valores, influencias y limitaciones que subyacen a toda controversia científica, elementos indispensables para su análisis en contextos escolares.

Diversas investigaciones han desarrollado experiencias didácticas que incorporan controversias científicas con el fin de promover la formación ciudadana. Kolstø (2000) propone el modelo de *proyecto de consenso*, diseñado para que

los estudiantes tomen decisiones reflexivas en torno a temas sociocientíficos. A diferencia de otros enfoques, este modelo prioriza la evaluación crítica de hechos y opiniones, y profundiza en el análisis colectivo de un mismo problema desde diversas perspectivas.

Por su parte, Sandahl (2015), desde una perspectiva nórdica, subraya que la educación para la ciudadanía debe incluir conocimientos, habilidades, actitudes y experiencias que capaciten a los estudiantes como ciudadanos activos e informados. Aunque en su contexto esta formación se imparte desde las ciencias sociales, su reflexión resulta pertinente para la enseñanza de las ciencias, en la medida en que promueve la participación crítica en asuntos contemporáneos.

Kolstø (2001, 2008) refuerza la idea de que una ciencia orientada a la ciudadanía debe incluir conocimientos sobre la ciencia, no solo en la ciencia. Considera que la historia de la ciencia (HC) ofrece oportunidades valiosas para que los estudiantes comprendan cómo se construye el conocimiento y puedan participar activamente en debates públicos.

En una línea cercana, Domènech-Casal (2017) señala que las controversias científicas constituyen contextos didácticos ideales para aprender sobre ciencia, argumentar, razonar críticamente y formar ciudadanía. En su propuesta, una secuencia didáctica basada en una controversia genética incluye la presentación de un dilema, la lectura, el debate y la escritura de un ensayo, con un sólido componente de andamiaje lingüístico orientado al desarrollo de habilidades argumentativas.

Se espera que el panorama conceptual y metodológico expuesto en este apartado sirva como punto de partida para impulsar y orientar iniciativas didácticas que integren las controversias científicas como contextos de estudio en los diseños que estructuran las

prácticas escolares. Estas iniciativas tendrían como potencial el fortalecimiento de habilidades de análisis y producción argumentativa, posibilitando así la transferencia del discurso y la actividad científica al ámbito social, y promoviendo el desarrollo de competencias vinculadas con la participación activa y reflexiva en la vida ciudadana.

## Conclusiones

Las investigaciones descritas coinciden en reconocer que la argumentación es, eminentemente, una actividad social y discursiva que exige de los hablantes un determinado estatus cognitivo (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007; Eemeren, 2012). En tal sentido, dicho estatus, dentro de la acción discursiva orientada a resolver una diferencia de opinión, se refiere, según van Eemeren y Grootendorst (2007), a “lograr acuerdos acerca de la aceptabilidad o inaceptabilidad de los puntos de vista en discusión, averiguando si, mediante la argumentación, pueden o no ser adecuadamente defendidos de la duda o de la crítica” (p. 55). Esto se alcanza a través de lo que los autores denominan “reacción crítica y argumentación” (p. 55). En la manifestación de estas acciones discursivas es donde pueden apreciarse comportamientos de carácter ciudadano.

Para evidenciar lo anterior, es posible incorporar en un diseño didáctico de aula, en el marco de la enseñanza de las ciencias, un modelo como el de discusión crítica planteado por van Eemeren y Grootendorst (2007), van Eemeren (2012) y van Eemeren y Garssen (2012), en el cual se establecen etapas para llevar a cabo un diálogo crítico. Estas son: etapa de apertura, de confrontación, de argumentación y de clausura. La siguiente tabla muestra la función discursiva de cada una de estas etapas y, desde la perspectiva de este

documento, se propone un vínculo con elementos de las competencias ciudadanas, siguiendo los planteamientos de Chaux (2004) y Ruiz y Chaux (2005).

**Tabla 1.**

*Elementos de ciudadanía propuestos, vinculados a las etapas del modelo de discusión crítico-argumentativa de van Eemeren*

Etapas del modelo de discusión crítica (Eemeren, 2012)	Función discursiva de cada etapa	Elementos de competencia ciudadana (apoyados en las competencias básicas: comunicativa, cognitiva, emocional e integradora)
Etapa de confrontación	En esta etapa se establece que existe una disputa: un punto de vista se presenta y es puesto en duda.	El ejercicio pleno de la democracia implica que las decisiones y los acuerdos se construyan a través de la participación directa de las personas involucradas. La búsqueda de consensos ha de reflejar las distintas posiciones y puntos de vista de los participantes, y posibilitarse mediante el diálogo directo entre ellos (Ruiz y Chaux, 2005, p. 60). Reconocimiento y análisis de la existencia de diferentes perspectivas en situaciones donde interactúan diversas partes (Chaux, 2004).
Etapa de apertura	En esta etapa se toma la decisión de intentar resolver la disputa por medio de una discusión argumentativa reglamentada. Una parte asume el papel de protagonista, lo que significa que está preparada para defender su punto de vista mediante la argumentación. La otra parte asume el papel de antagonista, dispuesta a desafiar sistemáticamente al protagonista para que defienda su punto de vista [...]. Ambas deben ponerse de acuerdo sobre los puntos de partida y las reglas de la discusión.	Reconocimiento: competencia fundamentada en la construcción de condiciones de comunicación orientadas a la convivencia pacífica, el respeto y la reciprocidad (Ruiz y Chaux, 2005, p. 64). La pluralidad, la identidad y la valoración de las diferencias constituyen la apuesta por un auténtico reconocimiento, lo que, en síntesis, implica reconocer igual dignidad a todas las personas (Ruiz y Chaux, 2005, p. 65). Análisis y evaluación de la pertinencia y solidez de enunciados o discursos (Chaux, 2004).
Etapa de argumentación	En esta etapa el protagonista defiende su punto de vista, y el antagonista, si aún mantiene dudas, le solicita más argumentación. Por su papel fundamental en la resolución de la disputa, esta etapa se considera, en ocasiones, la verdadera discusión. En una disputa no mixta hay un solo protagonista.	Disposición para escuchar atentamente y tomarse en serio las posturas y opiniones de los demás; supone también la disposición para defender las propias de manera inteligente y franca (Galston, 1997, citado por Ruiz y Chaux, 2005). Defensa de la propia postura, comprensión y valoración de las de los otros (Ruiz y Chaux, 2005, p. 61). Análisis y evaluación de la pertinencia y solidez de enunciados o discursos (Chaux, 2004b).
Etapa de clausura	En esta etapa se determina si la disputa ha sido o no resuelta, considerando que el punto de vista o la duda al respecto han sido retirados. Si se retira el punto de vista, la disputa se resuelve en favor del antagonista; si se retira la duda, se resuelve en favor del protagonista. Cuando el protagonista retira su punto de vista, puede adoptar otro opuesto al inicial, aunque no necesariamente.	Superación del temor a equivocarse y a tomar decisiones erróneas. Desarrollo de la capacidad de aprender con otros y de actuar frente a los asuntos que afectan directa o indirectamente a todos (Ruiz y Chaux, 2005, p. 61).

**Fuente:** adaptado de 1) etapas del diseño crítico argumentativo de van Eemeren y Grootendorst (2007, pp. 55-56), y 2) reflexiones teóricas sobre la formación de competencias ciudadanas (Ruiz y Chaux, 2005).

Los elementos de competencia ciudadana señalan aspectos esenciales abordados por cada una de las etapas de la discusión crítico-argumentativa, independientemente del contenido específico de la *controversia científica* (CC) que se analice o reproduzca en el aula de ciencias. Esto significa que se otorga especial relevancia a los componentes ciudadanos que se activan en cada fase de la discusión. Inevitablemente, a partir de los contenidos y de las dinámicas generadas por las características de la CC abordada, así como de los rasgos contextuales explorados, emergerán elementos de competencia ciudadana identificados de manera idiosincrática en cada experiencia didáctica.

En síntesis, las CC, como mediaciones didácticas en el proceso de alfabetización científica, deben comprender no solo la exposición de contenidos de orden epistémico y el desarrollo de competencias cognitivas, sino también la articulación coherente de acciones formativas de carácter ciudadano, vinculadas con asuntos no epistémicos y con los elementos relevantes de la NdC. De esta manera, se apunta a la formación de personas orientadas hacia la participación social y con un interés auténtico por el agenciamiento de su propia identidad, así como por el reconocimiento propio y de los demás como sujetos de derecho.

## Referencias

- Álvarez, L. y García, Á. (2024). Uso de controversias científicas históricas en el contexto de la enseñanza de la física. Un estudio de la argumentación científica escolar pragmadialéctica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 29(2). <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2024v29n2p57>
- Álvarez, L. M. (2021). Las controversias científicas históricas como estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias. *Noria Investigación Educativa*, 1(7), 33-53. <https://doi.org/10.14483/25905791.17362>
- Acevedo-Díaz, J. y García, A. (2017). *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica*. OEI-Catarata.
- Avendaño, W., Paz, L. y Parada, A. (2016). Construcción de ciudadanía: un modelo para su desarrollo en la escuela. *El Ágora usb*, 16(2), 479-492. <https://doi.org/10.21500/16578031.2444>
- Chaux, E. (2004). *Estándares básicos de competencias ciudadanas: formar para la ciudadanía ¿sí es posible!* Ministerio de Educación Nacional.
- Chaux, E., Lleras, J. y Velázquez, M. (2004). *Competencias ciudadanas: de los estándares al aula. Una propuesta de integración a las áreas académicas*. Universidad de los Andes. [http://www.colombiaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-75077\\_archivo.pdf](http://www.colombiaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-75077_archivo.pdf)
- Dascal, M. (1998). The Study of Controversies and the Theory and History of Science. *Science in Context*, 11(2), 147-154. <https://doi.org/10.1017/S0269889700002957>
- Delgado, R. (2007). Los marcos de acción colectiva y sus implicaciones culturales en la construcción de ciudadanía. *Universitas Humanística*, (64), 41-66. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-48072007000200003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-48072007000200003)
- Domènech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de controversias sociocientíficas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 601-620. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3585>

- Eemeren, F. H. van. (2012). *Maniobras estratégicas en el discurso argumentativo*. Plaza y Valdés.
- Eemeren, F. H. van. y Garssen, B. (Eds.). (2012). *Topical Themes in Argumentation Theory: Twenty Exploratory Studies* (v. 22). Springer Science & Business Media.
- Eemeren, F. H. van. y Grootendorst, R. (2007). *Argumentación, comunicación y falacias: una perspectiva pragma-dialéctica*. Universidad Católica de Chile.
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. (2007). *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-based Research*. Springer.
- García-Martínez, M. y Pinilla, J. (Coords.). (2007). *Colegios públicos de excelencia para Bogotá. Orientaciones curriculares para el campo de ciencia y tecnología*. Imprenta Nacional de Colombia y Secretaría de Educación de Bogotá.
- Greene, R. W. (2002). Citizenship in a Global Context: Towards a Future Beginning for Cultural Studies Inspired Argumentation Theory. En G. T. Goodnight (ed), *Arguing Communication & Culture* (Vol. 1, pp. 97-103). National Communication Association.
- Hosson, C. y Kaminski, W. (2007). Historical Controversy as an Educational Tool: Evaluating Elements of a teaching-learning Sequence Conducted with the Text *Dialogue on the Ways that Vision Operates*. *International Journal of Science Education*, 29(5), 617-642. <https://doi.org/10.1080/09500690600802213>
- Kolstø, S. (2000). Consensus Projects: Teaching Science for Citizenship. *International Journal of Science Education*, 22(6), 645-664. <https://doi.org/10.1080/095006900289714>
- Kolstø, S. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, (85), 291-310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- Kolstø, S. (2008). Science Education for Democratic Citizenship through the Use of the History of Science. *Science & Education*, 17(8-9), 977-997. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9084-8>
- Norris, S. y Phillips, L. (2003). How Literacy in its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240. <https://doi.org/10.1002/sce.10066>
- Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328(5977), 463-466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Quintanilla, M. (2009). Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 9-23. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6083?articlesBySimilarityPage=24>

- Ruiz, A. y Chauz, E. (2005). *La formación de competencias ciudadanas*. Asociación Colombiana de Facultades de Educación (ASCOFADE).
- Sánchez, L., González, J. y García-Martínez, A. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(1), 11-28. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/latinoamericana/article/view/4989>
- Sandahl, J. (2015). Preparing for Citizenship: The Value of second-order Thinking Concepts in Social Science Education. *Journal of Social Science Education*, 14(1), 19-30. <https://www.jsse.org/index.php/jsse/article/view/732>
- Schwarz, B. (2009). *Argumentation and education*. Springer.
- Yacoubian, H. (2017). Scientific Literacy for Democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308-327. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1420266>