

Modelos de argumentación aplicados en la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática

Models Implemented in Science Teaching: A Systematic Review

<https://doi.org/10.54104/papeles.v15n29.1424>

Recibido: 26 de agosto 2022

Aprobado: 12 de diciembre de 2022

Publicado: 09 de marzo de 2023



Lida Milena Álvarez García^{1*}
<https://orcid.org/0000-0002-4297-1556>

Álvaro García Martínez²
<https://orcid.org/0000-0002-3597-6252>

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Educación, Grupo de investigación GRECE, Bogotá, Colombia; lmalvarezg@udistrital.edu.co, alvaro.garcia@udistrital.edu.co

* Autor de correspondencia:
Lida Milena Álvarez García,
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Educación, Grupo de investigación GRECE, Bogotá, Cl. 13 #31-75, Bogotá, lmalvarezg@udistrital.edu.co

Para citar este artículo:
Álvarez García, L. M. y García Martínez, Á. (2023). Modelos de argumentación aplicados en la enseñanza de las ciencias: Una revisión sistemática. *Papeles*, 15(29), e1424. <https://doi.org/10.54104/papeles.v15n29.e1424>

Resumen

Introducción: Este artículo de revisión tiene como propósito reportar los modelos de argumentación más representativos empleados en el campo de la enseñanza de las ciencias, así como una descripción de sus alcances y contribuciones en este campo en las últimas dos décadas.

Metodología: La investigación se basó en un estudio exploratorio de corte cualitativo en el que se seleccionaron y categorizaron investigaciones dirigidas a la formación escolar y de profesores en formación empleando cinco bases de datos para la búsqueda de información. Siguiendo los planteamientos definidos por la metodología PRISMA (*preferred reporting items for systematic review and meta-analysis*), así como criterios de inclusión y exclusión, se realiza una revisión sistemática de los documentos seleccionados.

Resultados y Discusión: A partir de ello, se traza una discusión sobre los modelos de argumentación predominantes en la formación en ciencias y se precisa el alcance de estas propuestas didácticas para investigaciones futuras. **Conclusiones:** Se evidencian algunas tendencias hacia la exploración de otros modelos argumentativos diferentes del modelo estructural de Toulmin, que continúa predominando actualmente, acercándose a modelos de análisis textual y discursivo, más contemporáneos desde el estudio del lenguaje.

Palabras clave

Argumentación; educación en ciencias; enseñanza de las ciencias; esquema de argumentación; revisión sistemática

Keywords

Argumentation; science education; science teaching; argument scheme; systematic review.

Abstract

Introduction: The purpose of this review paper is to report on the most representative models of argumentation used in the field of science education, as well as a description of their scope and contributions in the last two decades. **Methodology:** The research is based on a qualitative exploratory study with selection and categorization of research studies aimed at secondary science education and higher education teachers' training using five databases to search for information. Following the approaches defined by the PRISMA methodology as well as inclusion and exclusion criteria, a systematic review of the selected documents is carried out. **Results and Discussion:** Supported on these criteria, the discussion drives coherently to the predominant argumentation models in science education and their scope for teaching proposals in future research studies. **Conclusions:** The paper points at some trends towards the exploration of argumentation models other than Toulmin's, which continues being predominant nowadays, closer to language contemporary text and discourse analysis models.

1. Introducción

Existe una concepción compartida entre didactas, filósofos y lingüistas que sostiene que la argumentación en ciencias constituye uno de los recursos epistémicos y metacognitivos más significativos, desde las perspectivas del uso del lenguaje, que permite acercar a los estudiantes a los discursos científicos, así como desarrollar y evaluar el aprendizaje científico escolar. Investigadores como Archila (2013), Adúriz-Bravo (2012), Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007), Quintanilla (2014) y Sardà i Jorge y Sanmartí (2000) relacionan la competencia argumentativa con el desarrollo de habilidades de pensamiento superior en contextos de aprendizaje de las ciencias. Por ello, las propuestas que incorporan y visibilizan en sus estrategias didácticas de enseñanza etapas, esquemas o modelos de argumentación para promover y validar los conocimientos alcanzados durante intervenciones didácticas en el aula de ciencias se han convertido en un campo creciente de investigación. En tal sentido, este artículo tiene como propósito realizar una revisión sistemática de investigaciones que incorporen un modelo de argumentación en particular para identificar el modelo más influyente y sus alcances en el contexto de la enseñanza de las ciencias.

2. Metodología

Para la búsqueda, la selección, la revisión y el análisis de los documentos que servirán de fuente, se seguirán las recomendaciones propuestas por la metodología PRISMA (*preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses*). Para ello, nos adherimos a los planteamientos de Page et al. (2021) para orientar y ejecutar tal revisión, la cual transita por una búsqueda inicial de la información con la cual se llevará a cabo la revisión sistemática de los documentos que finalmente se seleccionarán.

2.1 Búsqueda inicial

La exploración bibliográfica se inició en Scopus usando las palabras clave “argumentation AND science teaching” y se restringió la búsqueda a los años 2000-2019. Se seleccionaron únicamente las áreas de ciencias naturales, sociales, psicología, matemáticas y relacionadas, excepto las áreas de medicina y economía. Se limitan a estos campos, pues el interés de la revisión es explorar los modelos de argumentación presentes en su enseñanza. Esta primera búsqueda arroja 1073 documentos. Entre los autores que relacionan esta última búsqueda, se destacan Adúriz-Bravo (2005, 2007, 2012, 2018), Duschl y Osborne (2002), Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007), Kuhn (2010), Kuhn y Udell (2003), Osborne et al. (2004), Plantin (2014), Schwarz (2009), Teixeira et al. (2015), quienes presentan un promedio de citación superior a 350 para los artículos anteriores a 2014.

Con estos resultados iniciales y con ayuda de las gráficas estadísticas de Scopus, fue posible apreciar la amplitud del tema, así como el incremento de investigaciones reportadas en el periodo seleccionado. La curva muestra un campo creciente de interés investigativo y, por tanto, sustenta la pertinencia del este estudio. Este estado se reporta en la figura 1.

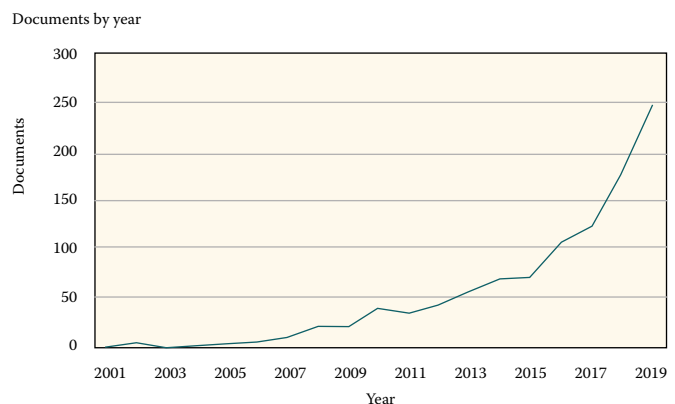


Figura 1. Número de documentos por año reportados durante el periodo 2000-2019

Fuente: Scopus.

Posterior a ello, se definió nuevamente la búsqueda a solo artículos de revistas, capítulos de libros y libros en inglés y en español de libre acceso, la cual arrojó 665 documentos. Dado el número considerable de documentos, se definió nuevamente la búsqueda empleando el operador booleano OR con las palabras clave, así: “argument model” OR “scheme”, tras lo cual se obtuvieron 64 documentos posibles para Scopus.

Para ampliar más la búsqueda de información y reconociendo que existen muchos trabajos que no aparecen en Scopus, se procedió a realizar el mismo proceso de búsqueda, pero en SciELO y ERIC usando las mismas palabras clave iniciales. La búsqueda arrojó 14 documentos posibles en SciELO y 18 en ERIC.

En el caso de Springer Link, se ejecutó la búsqueda con las mismas palabras clave usadas en las anteriores bases de datos, la cual arrojó 1256 documentos. Por ser una cantidad considerable de documentos, se definió la búsqueda seleccionando el campo de educación y únicamente artículos en inglés y en español usando una nueva palabra clave “argument scheme” para filtrar los 1256 documentos, la cual arrojó 29 documentos posibles. De estos, tres se repetían en la búsqueda de Scopus.

Un caso similar sucedió con Science-Direct, pues, al buscar con las palabras clave “argumentation AND science teaching” y filtrando solo artículos de investigación de libre acceso, en español y en inglés, arrojó 180 documentos. Por tanto, se refinó la búsqueda usando nuevamente las palabras clave “argument model” OR “scheme”, tras lo cual se obtuvieron 16 documentos posibles. De estos, tres se repetían en la búsqueda de Scopus.

2.2 Búsqueda sistemática

Antes de continuar con la depuración de los documentos encontrados, se establecieron criterios de inclusión y exclusión para continuar con el proceso de revisión.

Criterios de inclusión

- Que sean investigaciones empíricas y no de revisiones teóricas o reflexiones relacionadas.
- Que sean investigaciones referidas a las áreas de las ciencias naturales.
- Que usen un modelo de argumentación explícitamente manifiesto para la enseñanza de algún aspecto de las ciencias.
- Que se reporten resultados de investigaciones en el contexto de formación escolar para la secundaria, la educación superior o profesores en formación.
- Que la investigación se centre en evaluar el uso y alcance del modelo de argumentación empleado en una intervención de aula y no en aspectos relacionados.
- Que analicen los resultados de manera amplia y con técnicas de investigación fundamentadas.

Criterios de exclusión

- Estudios que no estén en el ámbito de formación escolar o de la argumentación.
- Investigaciones que se realicen para estudio de caso único.
- Investigaciones que solo planteen el discurso espontáneo producido por los estudiantes al margen de cualquier modelo o esquema de enseñanza de la argumentación o se enfoquen más en otros asuntos de diagnóstico instrumental y estadístico (pruebas pre- y post).
- Investigaciones que solo reconozcan el valor de la argumentación y la promuevan usando estrategias de conversación en el aula.

Se procedió a revisar el título de los documentos hallados en cada base de datos para considerar los criterios descritos, así como dar lectura al contenido y la recurrencia de las palabras clave en los resúmenes de cada documento. La tabla 1 relaciona al final el número de documentos elegidos para analizar en profundidad.

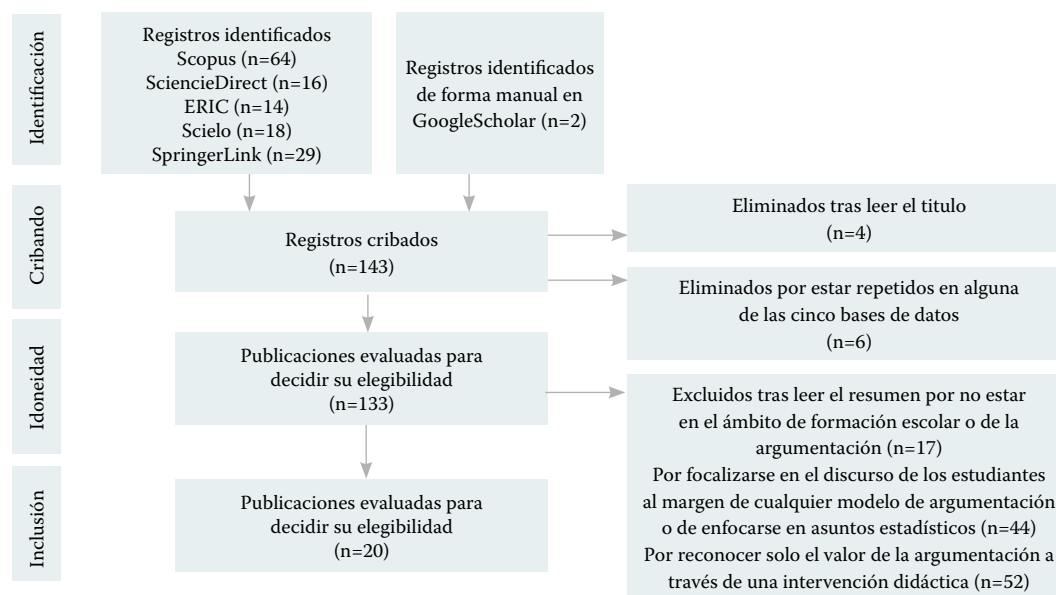
Tabla 1. Criterios de exclusión

Criterio de exclusión/número de documentos arrojados en la búsqueda inicial	Base de datos				
	Scopus (64)	ScienceDirect (13)	SciELO (14)	ERIC (18)	Springer Link (26)
Investigaciones que no estén en el ámbito de formación escolar o de la argumentación.	7	6	2	—	2
Investigaciones que se realicen para estudio de caso único.	—	—	—	—	1
Investigaciones que solo plateen el discurso espontáneo producido por los estudiantes al margen de cualquier modelo o esquema de enseñanza de la argumentación o se enfoquen más en otros asuntos de corte instrumental o estadístico (pruebas pre- y post).	21	4	1	10	7
Investigaciones que solo reconozcan el valor de la argumentación y la promuevan usando estrategias de conversación en el aula.	25	2	9	3	13
Número final de documentos para revisión	11	1	2	5	3

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, 18 estudios cumplieron con los criterios de inclusión para llevar a cabo la revisión sistemática. Todos ellos emplearon un modelo de argumentación manifiesto para evaluar la competencia argumentativa usando secuencia de enseñanza en distintos ámbitos de las ciencias.

Los aspectos que guiaron la selección, la depuración y el análisis de los documentos seleccionados en estas cinco bases de datos son considerados a partir de la declaración PRISMA revisada por Page et al. (2021) para revisiones sistemáticas. La figura 2 muestra el diagrama de flujo que guio tal proceso y que sintetiza la descripción anterior.

**Figura 2.** Diagrama de flujo PRISMA en cuatro niveles

Fuente: Page et al. (2021).

2.3 Búsqueda manual

Después de realizar la lectura en profundidad de los 18 estudios, se incluyeron dos artículos más que se salían del periodo en el que se realizó la búsqueda (2000-2019): el de Campaner y De Longhi (2007) y el de Gutiérrez y Correa (2008). Esto en razón de que tales investigaciones fueron reportadas en el buscador Google Scholar y se consideró que sus resultados eran relevantes para los propósitos de este artículo.

3. Marco teórico

3.1 Perspectivas teóricas que vinculan la argumentación en la formación escolar en ciencias

competencia inmanente en una educación científica de calidad (Adúriz-Bravo, 2012).

Adúriz-Bravo (2012) sostiene que la competencia argumentativa se hace evidente y se materializa en la producción de textos complejos que surgen como consecuencia de una reconstrucción teórica de un fenómeno o hecho estudiado, que no necesariamente son de carácter escrito, sino que pueden transitar por distintas posibilidades semióticas que sean próximas al estudiante o un profesor en formación.

Bajo este escenario de la argumentación científica escolar, Adúriz-Bravo (2012, p. 57) plantea que estos textos complejos deben su complejidad a una estructura compuesta por cuatro componentes esenciales. Uno retórico en tanto debe estar orientado con la intención de convencer al o los interlocutores (auditorio) y de transformar la posición que determinado conocimiento tiene para dichos interlocutores o audiencia. Uno pragmático, pues el texto se vincula con el uso apropiado del lenguaje y del contexto en el cual se definen los sentidos de la argumentación. Uno teórico, vinculado a un modelo

La exploración y el análisis bibliográfico permitieron identificar un interés común entre los investigadores reportados en describir el papel que debe desempeñar la competencia argumentativa en los procesos de enseñanza. Por ello, este apartado estará dedicado a abordar los aspectos fundantes de la argumentación como campo teórico, así como su vínculo con los procesos de formación escolar.

Investigadores como Archila (2013), Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007) y Quintanilla (2014) han investigado el valor que tiene focalizar el proceso de enseñanza en asuntos que promuevan la argumentación escolar, pues reconocen los beneficios que tiene esta competencia en los procesos de alfabetización científica, en la construcción de una cultura científica (Archila, 2013; Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007) y en el desarrollo de competencias de pensamiento científico (Quintanilla, 2014), aspectos fundantes para formular un modelo argumentativo. Incluso, algunos describen ciertos elementos y características que debiera tener un modelo de argumentación planteado desde etapas o estructuras, como lo señala Adúriz-Bravo (2005, 2007), las cuales eventualmente podrían ajustarse al marco de un diseño didáctico (Adúriz-Bravo, 2008; Jiménez Alexandre, 2007). Esto demanda una conceptualización focal sobre la competencia argumentativa en la enseñanza de la ciencia escolar.

Específicamente, Adúriz-Bravo (2005, 2007) y Quintanilla (2014) amplían esta visión al asociar la argumentación con las competencias que requiere el desarrollo de un pensamiento científico. Mencionan que la competencia argumentativa se reviste de dos atributos fundamentales. Por un lado, se convierte en parte esencial para la actividad científica desde el punto de vista de sus opciones lingüístico-cognitivas y, por otro, su dominio permite navegar sobre aspectos específicos de la naturaleza del pensamiento científico, razón por la cual resulta ser una

teórico de referencia desde el cual se aborda el proceso explicativo e interpretativo de la argumentación. Finalmente, uno lógico que define una estructura sintáctica compleja del texto producido.

En este sentido, resulta importante tratar el campo de la argumentación, en particular, los modelos de argumentación, desde las escuelas de pensamiento que han influido en este campo. Los estudios de la argumentación, de acuerdo con Plantin (1996), han transitado esencialmente por dos visiones: aquellas que se insertan en las lógicas tradicionales focalizadas en el estudio de las inferencias con contenido formal y explícito, como las perspectivas presentadas por Perelman y Olbrechts-Tyteca (1989) y Toulmin (1958), y que, aunque son propuestas distintas para el estudio de la argumentación, “buscan dentro del pensamiento argumentativo un medio para crear una racionalidad específica” (Plantin, 1996, p. 17). Otras, vinculadas con las lógicas no tradicionales que recurren a un análisis dialógico de la argumentación, como los trabajos de Walton (1996), o los que, en esta misma visión, recurren a las lógicas del sentido común que se realizan para hacer razonamientos recurriendo únicamente a la condición semántica y pragmática de los usos corrientes del lenguaje natural, como las visiones que aporta Grize (1982). A continuación, se mostrarán algunos modelos de argumentación surgidos de estas dos perspectivas.

3.2 El modelo de argumentación de Toulmin

Uno de los aportes más influyentes considerados para analizar tanto la estructura como la validez de un argumento es el aportado por Toulmin (1958). El interés de este epistemólogo no estaba orientado a proporcionar un modelo de argumentación en el campo de la enseñanza de las ciencias, sino a una crítica a los modelos filosóficos que asumían

que todo argumento significativo se podía expresar en términos formales y no como un simple silogismo, propio de las tradiciones aristotélicas. El propio Toulmin (2003) manifestó:

De ninguna manera he pretendido exponer una teoría de la retórica ni de la argumentación: mi interés radicaba en la epistemología del siglo XX, no en la lógica informal. Aun menos tenía en mente un modelo analítico como el que, entre los estudiosos de la comunicación, acabó llamándose “el modelo de Toulmin”. (p. 9)

Sin embargo, la obra de Toulmin (1958) tuvo gran impacto en el diseño de instrumentos que integran esquemas de argumentación, como el ámbito jurídico (Atienza, 2017) y la enseñanza de las ciencias (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007).

Bajo el enfoque de Toulmin (1958), los argumentos deben tener una “forma” o estructura. Esta estructura está relacionada con la manera en que se produce un enunciado y cómo se da validez a una conclusión. Para ello, desde una perspectiva proporcionada por la lógica formal, toma como punto de partida una distinción entre la afirmación o conclusión (C), cuyo valor se está tratando de establecer, así como los elementos justificatorios que se aportan como base de la afirmación realizada, a los que el autor se refiere como datos (D) (p. 133).

Los argumentos deben tener una “forma” o estructura. Esta estructura está relacionada con la manera en que se produce un enunciado y cómo se da validez a una conclusión.

Para observar la validez del argumento, Toulmin (1958) propone un esquema en el que parte de la estructura simbólica tradicional de la lógica formal: “SI D entonces C”, pero esta vez en un sentido más amplio. Por ello, en favor de la transparencia, incluye otras proposiciones llamadas garantías (G), para distinguirlas tanto de las conclusiones como de los datos. Estas garantías serían enunciados hipotéticos, de carácter general, que actúan como puente entre los datos y las conclusiones (p. 139).

Además, Toulmin (1958) introduce el uso de los calificativos o matizadores modales (M) que especifican la carga de certeza con la que debe interpretarse un enunciado (p. ej., “probablemente”, “algunos”, “pocas veces”, “usualmente”, etc.), así como las condiciones de excepción o de refutación (E) que muestran el nivel de aceptabilidad o la entrada de posibles objeciones. Estos calificativos o matizadores (M) indican la fuerza que se le otorga a la garantía, mientras las condiciones de refutación (E) apuntan a las circunstancias en que el poder general de la garantía no debe considerarse. En caso de que la propia garantía sea puesta en duda, pueden introducirse aspectos que le den respaldo (R), que no sería más que introducir un nuevo enunciado que apoye la garantía (p. 141) (figura 3).

Este modelo ha sido apropiado de diversas formas en diseños de intervención de aula para no solo proveer un recurso estándar a fin de generar en los estudiantes esquemas de argumentación, sino también para evaluar sus aprendizajes en el análisis de un discurso hablado o escrito.

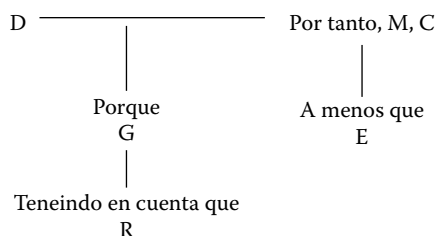


Figura 3. Esquema argumentativo de Toulmin

Fuente: Toulmin (2003, p. 138).

3.3 Modelos de argumentación desde la lingüística textual de van Dijk

El campo de la lingüística proporciona otra visión de la argumentación. Desde la perspectiva de van Dijk (1980, 1983), la argumentación se explica teórica y empíricamente dentro del concepto de *superestructura del texto-lingüístico*, que sobrepasa el esquema hipótesis-conclusión de la filosofía y la lógica formal. En esta línea, van Dijk (1983) plantea la estructura de la argumentación como un referente “dialógico persuasivo” (p. 158). Explica, igualmente, que tanto la argumentación cotidiana como la científica van más allá de la “relación de implicación entre una hipótesis y la conclusión, privilegiando, ante todo, relaciones de probabilidad y/o credibilidad” (p. 158). Propone que tal estructura convencional de la argumentación puede ampliarse a partir de la expansión de la hipótesis en otras categorías, en tanto se relacione tal hipótesis con una u otras circunstancias en las que estas tengan lugar y que permitan generar determinadas conclusiones a partir de aquellas. Ello significa, conforme a van Dijk, que la estructura argumentativa se fundamenta en una relación de circunstancias (punto de partida y de hechos) de orden semántico que definen el tipo de conclusión que se alcanza (p. 158). Tal fundamento de la argumentación lo denomina van Dijk categoría de la legitimidad argumentativa (o garantía) (p. 158). Es decir, se logra justificar o deducir una determinada conclusión a partir de determinada/s circunstancia/s, que pueden recibir un respaldo o refuerzo al ampliar la justificación con la presentación de una explicación mejorada del hecho. Señala que debe existir una situación de referencia o marco del argumento en el que tiene lugar la argumentación (p. 160) (figura 4).

Considerando los elementos teóricos que proporciona van Dijk (1983), autoras como

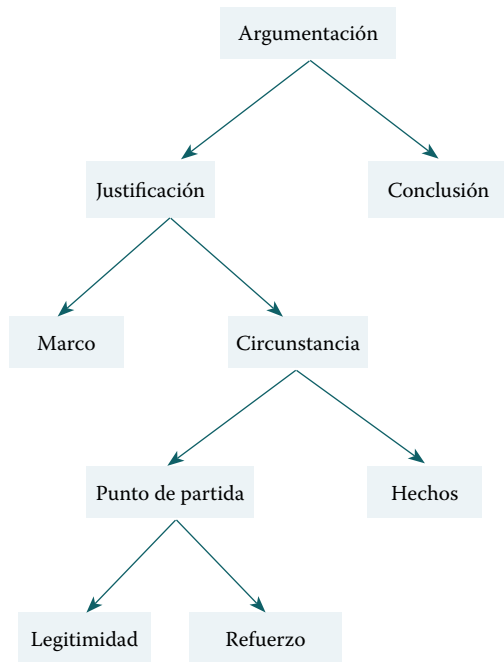


Figura 4. Superestructura argumentativa

Fuente: van Dijk (1983, p. 161).

Sardà i Jorge y Sanmartí (2000) desarrollan un esquema del texto argumentativo (figura 5) fundamentados en un enfoque que reúne los elementos del modelo de Toulmin (1993) y la estructura del texto argumentativo planteado por van Dijk (1983) desde el enfoque de la lingüística textual. El esquema responde, igualmente, a una perspectiva secuencial

textual, conforme al modelo de argumentación del lingüista Adam (1992) y del cual asumen “la función persuasiva de la argumentación y la noción de prototipos textuales que permiten redefinir las dimensiones pragmática y secuencial del texto” (Sardà i Jorge y Sanmartí, 2000, p. 410). Aunque el esquema de argumentación de Adam parte del modelo toulminiano (datos, justificación, fundamentación), plantea una dinámica secuencial que, si bien es de tipo argumentativo, da cabida a secuencias descriptivas y narrativas convertidas en “secuencias argumentativas encadenadas que pueden producir en caso de que la conclusión de una secuencia sea la premisa de la siguiente” (p. 410).

Este esquema del texto argumentativo permite explorar y analizar el proceso de producción de textos argumentativos orales y escritos por parte de los estudiantes en el aula de ciencias (Campaner y De Longhi, 2007), y se enfoca en criterios esenciales de validez textual argumentativa. Por un lado, la validez formal del texto, la secuencia textual y los conectores; por otro, la concordancia entre hechos y conclusión, aceptabilidad de la justificación principal, relevancia de los argumentos (ventaja, inconveniente, comparación).

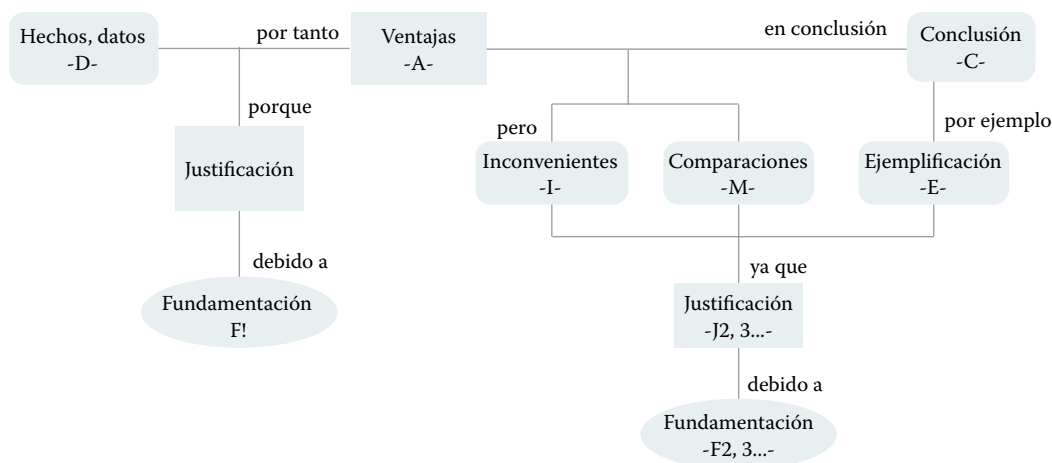


Figura 5. Esquema del texto argumentativo

Fuente: Sardà i Jorge y Sanmartí (2000, p. 411).

3.4 El modelo de argumentación de Plantin

Desde los planteamientos de Plantin (1996, p. 33), se propone un modelo argumentativo a partir de la noción de *diálogo argumentativo no normativo*, es decir, diálogos en los que no se imponen reglas en el discurso, sino que la veracidad de una afirmación se acoge al sentido común. Bajo este modelo, propone unos estadios en los que se desarrollaría un diálogo argumentativo.

El primer estadio se refiere a una proposición en que se define un punto de vista o proposición con la cual se iniciaría una diferencia de opinión. El segundo estadio es una oposición en que el oponente pone en duda la proposición emitida por el proponente y le opone un contradiscurso reducido a una forma mínima, no verbal, por ejemplo, un levantamiento de cejas que manifieste sorpresa. Mientras esté presente esta oposición, se producirá una confrontación que traerá consigo la argumentación (Plantin, 1996, p. 34). Luego, vendría otro estadio llamado el problema, el cual surge cuando se choca con una oposición, por tanto, “la proposición se problematiza, se cuestiona”, y de ella surge el debate (p. 35). Finalmente, aparece un cuarto estadio llamado los “argumentos”, en el cual el proponente se arma de hechos o datos que le dan fuerza ilocucionaria a su proposición.

Sin embargo, para que el dato justifique realmente la proposición, debe existir una relación entre ellos. En este punto, Plantin (2014) observa que debe existir una licencia de inferencia que pueda permitir dar el salto del dato a la conclusión. Esta licencia o regla es llamada por él la ley del paso. Esta ley se usaría cuando el dato proporcionado “se constituye en un fundamento suficientemente razonable como para pasar de ese dato a una conclusión inmediata” (p. 37).

La descripción proporcionada por Plantin (2014) podría resumirse en el siguiente

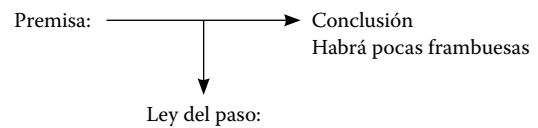


Figura 6. Esquema argumentativo explícito mínimo

Fuente: Plantin (2014, p. 38).

esquema de argumentación mínimo (figura 6).

Para Plantin (2014), el argumento, la conclusión y la ley de paso tienen diferentes estatus de acción, distintos estatus lingüísticos y cognitivos. En particular, confiere a la ley de paso la función de “transferir a la conclusión la aceptación que se le atribuye al argumento” (p. 42). Una vez transferida la aceptabilidad al argumento, el estatus del argumento y de la conclusión cambiarían. Con ello, muestra una diferencia en cuanto a la carga de confiabilidad entre el argumento y la conclusión: “La conclusión es menos segura que el argumento precisamente en la medida en que dice más que el argumento. La conclusión es una proyección de la premisa, una proyección siempre arriesgada, pero, por lo mismo, potencialmente fructífera” (p. 42).

La ley de paso en el modelo de argumentación discursiva dialógica se convierte en un aspecto fundamental en tanto confiere a la premisa el sentido argumentativo del que no se parte, pero que, al hallarlo, orienta un camino para llegar a la conclusión (p. 43).

3.5 El modelo de argumentación de Van Eemeren

Desde el enfoque de la pragmadiálectica desarrollado por van Eemeren y Grootendorst, se propone un modelo de discusión crítica para una argumentación regulada, caracterizado por una dialéctica del discurso. Este enfoque corresponde a un componente teórico y empírico de la argumentación que se concreta en una dimensión pragmática y

dialéctica de la conversación (van Eemeren, 2012, 2015, 2019; van Eemeren y Grootendorst, 2006, 2013).

Esta dimensión pragmática se debe a que el análisis discursivo se ve, en esencia, como un intercambio contextualizado de actos de habla. Su dimensión dialéctica se debe a que en este intercambio existe un intento metodológico de resolver una diferencia de opiniones a través de un intercambio crítico regulado (van Eemeren, 2012, p. 36).

Este modelo de argumentación es un diseño metodológico de movimiento para influir en el resultado de una etapa dialéctica particular (Navarro, 2015). Este diseño de movimientos se manifiesta, en definitiva, en una explotación sistemática, coordinada y simultánea de las oportunidades que ofrece sus etapas.

En este modelo, los actos de habla manifiestos estarían regulados por un código de conducta, los cuales serían aceptados y respetados tanto por el protagonista como por el antagonista. A través de los movimientos de los actos de habla, dos objetivos se alcanzarían en este modelo de discusión crítica. Por un lado, sostener la razonabilidad de la interacción argumentativa y realizar su enunciación del modo más efectivo a los intereses de cada parte (protagonista o antagonista) (van Eemeren, 2012, 2015, 2019).

Este modelo permite ver la forma en que el enfoque pragmadialéctico traza un puente entre lo dialéctico y lo retórico (Pineda Repizzo, 2015). Con la dialogicidad, es posible analizar la intersubjetividad en el acuerdo de las partes y remite a la aceptabilidad de las etapas argumentativas que llevará a cabo en la controversia. Lo retórico se manifiesta en las estrategias o los movimientos argumentativos que se desarrollarán para lograr los efectos perlocutivos de la argumentación (van Eemeren, 2012). El alcance que puede tener en este modelo ideal, según van Eemeren (2012), dependerá de las “maniobras estratégicas argumentativas” llevadas a cabo por

En la etapa de argumentación, se pretende otorgar las pruebas para que se pueda disolver el desacuerdo o, por lo menos, se asegure un cierre.

los participantes. Esto no sería más que un esfuerzo que cada parte haría para mantener un balance entre razonabilidad y efectividad (pp. 80-81).

Las etapas dialécticas del modelo de discusión crítica se dividen, según van Eemeren (2012, 2015, 2019), en criterios de confrontación, apertura, medios argumentativos y resultados finales o conclusiones que son los que dan lugar o no a una clausura. En la etapa de confrontación, la estrategia consiste en presentar la diferencia de opinión, explicitar las posiciones de cada participante y definir quién asumiría el rol de contraargumentar. En la etapa de confrontación, se expresa un principio del ideal dialéctico: manifestar el deseo de disolver la diferencia de opinión y al mismo tiempo regular la conversación a través de condiciones que garanticen la libre expresión de la duda o la crítica. Estas reglas estarían explicitadas en el código de conducta que establece van Eemeren (2012, p. 33) en diez de ellas.

En la etapa de argumentación, se pretende otorgar las pruebas para que se pueda disolver el desacuerdo o, por lo menos, se asegure un cierre. En esta etapa, según van Eemeren (2012), se deben garantizar dos tipos de condiciones de corrección de los actos de habla que conforman la argumentación. Por una parte, se deben identificar las condiciones preparatorias relativas a lo que el hablante debe creer del oyente: a) que no acepta el punto de vista expuesto, b) que aceptará el enunciado empleado en la argumentación y c) que verá la argumentación como una defensa aceptable

la etapa de conclusión aspira a llegar a dar un cierre o clausura. La diferencia de opinión solo se resolverá cuando el proponente muestre una defensa sólida de su punto de vista, de lo contrario, será el oponente el que logre la aceptabilidad del punto de vista de su proponente

de la proposición a la que refiere el punto de vista.

En esta etapa, tiene un papel importante que cada uno elija un *topoi* para definir un frente de argumentación o de defensa. De esta manera, no solo se evaluarán los esquemas argumentativos del oponente, sino que será importante también evaluar el papel que desempeñe este *topoi*, así como su conexión con la defensa del punto de vista (van Eemeren, 2012).

Finalmente, la etapa de conclusión aspira a llegar a dar un cierre o clausura. La diferencia de opinión solo se resolverá cuando el proponente muestre una defensa sólida de su punto de vista, de lo contrario, será el oponente el que logre la aceptabilidad del punto de vista de su proponente (van Eemeren y Grootendorst, 2006, p. 201). Lo que se espera, dialécticamente, de la etapa de clausura es “lograr claridad sobre los resultados del procedimiento crítico respecto de si el protagonista puede mantener su punto de vista o el antagonista sus dudas” (van Eemeren, 2012, p. 45).

El elemento que se resalta en el modelo de van Eemeren (2012, 2019) es el principio de dialogicidad. Desde este, promovido en

el aula de ciencias, a través del encuentro conversacional entre estudiantes y de lectura y escritura de textos que identifiquen una diferencia de opinión, es posible enrutarse un diseño didáctico mediado por la argumentación como componente primario. De esta manera, el ejercicio argumentativo guiado por las reglas de discusión crítica que propone el modelo de discusión crítica proveerá a los estudiantes de unos fundamentos discursivos normados que modelan la capacidad de estos, para la comprensión, el análisis, la interpretación y valoración de hechos, fenómenos, puntos de vista y posturas en el ámbito de la educación escolar en ciencias.

A partir de la interacción sistemática surgida en el seno de esta dialogicidad, a través y entre los actos de habla llevados a cabo por el protagonista, en cada etapa del modelo, para defender su punto de vista y por el antagonista para responder críticamente a la defensa del protagonista, así como por el cumplimiento del código de conducta que impone este enfoque pragmatológico, es posible, sostiene van Eemeren (2012, p. 31), llegar a una resolución razonable.

3.6 Modelo de argumentación de Walton

Este modelo es una alternativa al modelo de argumentación de Toulmin. Es un esquema que se preocupa más por los tipos de argumentos en un diálogo en comparación con el marco de Toulmin. Walton (2001) explicó que la naturaleza del razonamiento presuntivo es meramente una presunción en oposición a un hecho probado:

Una presunción es una especie de suposición útil que puede justificarse en términos prácticos, aunque la evidencia que la respalde sea insuficiente o inconclusa. Tanto la presunción como la plausibilidad tienen que ver con la necesidad práctica de actuar, o de

aceptar provisionalmente una hipótesis, aunque la evidencia sea, al menos, presente, no es suficiente para probar la hipótesis más allá de toda duda, o demostrar que se sabe que es verdadera. (p. 155)

Según Walton (2001), la justificación del razonamiento presuntivo es que, “a pesar de su naturaleza incierta e inconclusa, hace avanzar un diálogo en parte para llegar a una conclusión, incluso en ausencia de evidencia para la prueba en un punto dado” (p. 156). En consecuencia, el razonamiento presuntivo no necesita ser probado como verdadero, solo debe tener un peso de plausibilidad si se va a aceptar un argumento. Según Walton (1996), el modelo de argumentación consiste en identificar la presencia de una premisa mayor, una menor y una conclusión en una conversación.

Veamos, enseguida, cómo los modelos argumentativos descritos hasta este punto son explorados e implementados en el contexto del aula de ciencias, permitiendo a los estudiantes abordar diversos contenidos científicos en su proceso de aprendizaje.

4. Resultados y discusión

Luego del proceso de selección y análisis de la información obtenida en las bases de datos, se presentan los resultados después de la lectura en profundidad de los 20 documentos seleccionados para la revisión sistemática.

4.1 Investigaciones que incorporan un modelo de argumentación y analizan su alcance en el contexto de la enseñanza de las ciencias

Posterior a la exploración teórica, se presentan los resultados y alcances de algunas investigaciones recientes que ponen en la

escena educativa algunos de los modelos de argumentación mencionados. La finalidad de este apartado es, por un lado, presentar los modelos argumentativos más empleados en los procesos de formación en ciencias, y por otro, mostrar cuáles han sido las contribuciones de estas investigaciones en el campo de la investigación educativa.

Inicialmente, se discuten los resultados de la investigación de Osborne et al. (2004), quienes trabajan durante el periodo 1999-2001 con un conjunto de 12 profesores de ciencias en el nivel de secundaria para desarrollar materiales y estrategias que apoyen la argumentación en el aula. A partir de ello, evaluaron el progreso de los profesores con la enseñanza de la argumentación usando grabaciones de audio y video, así como analizan, en una primera fase, los intentos de los maestros de implementar las lecciones diseñadas por los investigadores al comienzo y al final del año. En este momento, se evaluó la calidad de la argumentación de los profesores desde el modelo de argumentación de Toulmin. El análisis de los datos muestra que hubo un desarrollo significativo en el uso de la argumentación de la mayoría de los maestros durante todo el año. En una segunda fase, los maestros participantes aplicaron las lecciones que involucraban la argumentación socio-científica, grabando en video a dos grupos de cuatro estudiantes en cada clase. Utilizando nuevamente el modelo de Toulmin como marco para evaluar la calidad argumentativa desarrollada, se evidenció una mejoría significativa en la calidad de la argumentación de los estudiantes (p. 994).

Campaner y De Longhi (2007), en una investigación exploratoria, buscan contribuir en la calidad de las producciones argumentativas de sus alumnos trabajando juego de roles en la educación ambiental. Para ello, las autoras usan la enseñanza problémica planteando asuntos sociocientíficos ambientales, pues consideran que este modelo, según De Longhi et al. (2005), es capaz de generar espacios

donde se promueve el pensar, el hacer y el debatir (citados en Campaner y De Longhi, 2007, p. 445). Resaltan que generar situaciones argumentativas en el aula permite reconocer que las teorías cotidianas producidas por los estudiantes (con lenguaje cotidiano) puedan coexistir con teorías más científicas (con lenguaje científico), siempre que se delimiten perfectamente sus contextos de uso (Pozo y Gómez Crespo, 2000; Pozo y Rodrigo, 2001). Para validar los argumentos producidos por los estudiantes, Campaner y De Longhi (2007) usaron el modelo de argumentación de Sardà i Jorge y Sanmartí (2000), tomando las tres categorías descritas: completitud, coherencia y carácter persuasivo. Las autoras muestran que, aunque los estudiantes mostraron una mejora significativa en los argumentos proporcionados en sus textos, la principal dificultad fue tomar postura personal durante la prueba final, dejando de lado su rol y defensa de una posición determinada (p. 448).

Desde un enfoque situado en la pragmadiálectica, Gutiérrez y Correa (2008) llevaron a cabo una investigación, con niños de 8 a 10 años, relacionada con la cinemática, específicamente, indagaron las variables inherentes al fenómeno físico de rebotar. Desde una perspectiva social, reconocen que la interacción entre pares les permite a los niños contrastar las creencias ajenas con sus

propias ideas y llegar a acuerdos a través de una conversación regulada. Esta regulación se la proporciona tanto el código de conducta del modelo de discusión crítica de van Eemeren (2012) como las cláusulas de validez para todos los participantes en la situación. A través de un análisis discursivo, se muestra cómo el discurso argumentativo genera un conocimiento que, más que compartido, reconoce la convergencia de diferentes estilos de pensamiento y construye nuevas formas de pensar los fenómenos físicos (p. 55).

Usando secuencias didácticas enfocadas en el estudio de la flotabilidad y la inmersión, fue aplicada por Skoumios (2009) en 20 estudiantes de 14 años en una escuela de Grecia. El objetivo del investigador era determinar el nivel de argumentación dialógica de los estudiantes y su evolución a lo largo de la aplicación de las actividades de aula. En cuanto a la estructura de la argumentación dialógica, el investigador notó que la mayoría de las discusiones de los estudiantes se clasifican en un nivel 0, es decir, que estos registran solo afirmaciones, sin acompañarlas de fundamentos o refutaciones. Muy pocas discusiones de estudiantes fueron clasificadas en los niveles 3, 4 y 5 en los que los estudiantes expresaban afirmaciones con fundamentos y refutaciones.

Para Bravo Torija y Jiménez Aleixandre (2010), los procesos de argumentación se pueden vincular a los procesos de enseñanza para promover la construcción de justificaciones a través del uso de pruebas empíricas sobre un fenómeno. Para ello, implementan una unidad didáctica en ecología que contemplaba diferentes actividades que requerían conectar las pruebas proporcionadas con los modelos teóricos. Sin embargo, los autores encontraron que, en la mayoría de los casos, los estudiantes no eran capaces de realizar tales conexiones y que se les dificultaba “usar el conocimiento conceptual, en el sentido de no solo mencionar los conceptos, sino



también de ser capaces de relacionarlos para poder construir una justificación” (p. 22).

Barros Martínez y Romero Chacón (2012) también usaron las reglas de la pragmática dialéctica para guiar y analizar un diálogo argumentativo en el aula de ciencias de ingeniería. A través del uso de estas reglas, los autores muestran que la interacción oral en clase se convierte en una ruta para la construcción de conocimiento científico. Para realizar el análisis discursivo oral de los estudiantes, usaron el protocolo de observación desarrollado por Enderle et al. (2010) llamado *Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom (ASAC)*, el cual se fundamenta en las perspectivas de Duschl (2008) respecto del aprendizaje de las ciencias orientado por procesos de argumentación. Para suscitar el diálogo de los estudiantes, los autores trabajaron con una narración histórica que mostraba claramente ideas controversiales. Concretamente, se analizó el discurso oral de los estudiantes de tres modos. Por un lado, los autores se centraron en identificar los elementos que dieran cuenta de aspectos conceptual-cognitivos, epistémicos y sociales; por otro, analizaron e identificaron los actos de aprendizaje; y, finalmente, consideraron el cumplimiento de las reglas del modelo de discusión crítico pragmatialéctico de van Eemeren. Aunque no reportan usar el modelo de discusión crítica específicamente para su intervención de aula, sí reconocen el alcance que tiene el uso de actividades que promuevan el diálogo en la clase y, en particular, el diálogo regulado.

Cole et al. (2012) proponen una investigación en conjunto con docentes de Química y Matemáticas a fin de emplear una unidad didáctica en el campo de la termodinámica para estudiantes estadounidenses de Licenciatura en Química con el propósito de documentar las formas colectivas de razonamiento que surgían durante las clases a través

del esquema de Toulmin. Los resultados del análisis de las grabaciones en videos de las clases revelaron que uno de los criterios que debe emplear el docente de aula para promover la argumentación involucra el uso repetido de datos o garantías para justificar afirmaciones de los estudiantes (pp. 207 y 208).

En un contexto hispano, Bar (2012) explora los procesos de argumentación en estudiantes de Licenciatura en Biología al trabajar con textos argumentativos referidos a la evolución biológica, para analizar su capacidad de identificar y producir la tesis y los argumentos presentados en un texto. Seleccionaron como referencia el modelo general de Toulmin en el que solo se considera la existencia de una tesis y el acompañamiento de razones que la sustenten. Empleando dos tareas específicas referidas a la teoría de evolución, los estudiantes debían realizar lo siguiente: primero, analizar un texto para identificar la tesis y los argumentos que la sustentan, y, segundo, construir un texto explicativo-argumentativo a partir de una información dada. El autor encontró que, al usar la taxonomía de Cordero (2000), la mayoría de los estudiantes tenían una capacidad argumentativa moderada.

Pérez Campillo y Chamizo Guerrero (2013) describen una propuesta para el desarrollo de la argumentación con estudiantes mexicanos de nivel medio superior de bachillerato en la asignatura Química III, a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP) y el diagrama heurístico, según el modelo argumentativo de Toulmin. Retoman los principios planteados por Sardà i Jorge y Sanmartí (2000) y Erduran et al. (2004), así como aquellos que orientan el modelo de Toulmin para plantear una secuencia didáctica relacionada con el tema de minerales. En tal sentido, se les pidió a los estudiantes que plantearan preguntas que concreten un problema en el campo de la minería, que sea respondida a través de una

investigación explicada a través del diagrama heurístico y que demuestren comprensión en el tema seleccionado. Los resultados que encontraron los autores, usando una adaptación de los niveles de argumentación de Erduran et al. (2004), muestran que “la mayoría de los estudiantes tienen nivel 2 de competencia argumentativa, es decir, pueden identificar datos y justificaciones, pero no refutaciones” (p. 508). Su reporte muestra que uno de cada tres grupos logra un nivel 4 de argumentación, lo que los lleva a concluir que esta competencia se encuentra en un nivel bajo (p. 512).

En la investigación de Ozdem et al. (2013), se trabaja con un grupo de 35 profesores turcos que enseñan ciencias a estudiantes de sexto. El propósito fue analizar la actuación de los profesores durante las sesiones de trabajo de laboratorio para evaluar el tipo de esquemas de argumentación que utilizan los profesores cuando realizan tareas de laboratorio orientadas a la indagación y analizar cómo varían estos esquemas cuando solicitan una tarea, una práctica de experimentación y una discusión crítica. Usando los esquemas de argumentación de Walton (1996), los investigadores reportaron que los profesores llegaban a usar hasta 20 tipos de argumentos durante una sesión de laboratorio, de modo que el argumento por signo (usa algún medio semiótico de representación) fue el más frecuente.

En el ámbito de la enseñanza de las matemáticas, Hershkowitz et al. (2014) desarrollaron una investigación en la que propusieron diez lecciones de actividades integradas sobre el estudio de la probabilidad. La secuencia fue cuidadosamente diseñada para ofrecer oportunidades para la construcción individual y colaborativa del conocimiento usando la estrategia DCA (enfoque para analizar las discusiones completas de aula) y la estrategia RBC+C (modelo utilizado para el análisis de procesos de construcción de conocimiento

individual y de pequeños grupos). Empleando tales estrategias, el modelo de Toulmin y la metodología de abstracción en contexto (AiC) propuesta por Schwarz et al. (2009), la cual consiste en un proceso de “matematización vertical”, los autores mostraron que tales herramientas metodológicas fueron usadas por los estudiantes hasta el punto de casi volverse para ellos normativas en el aula. Se mostró, además, que el papel de los individuos como agentes de conocimiento es fundamental en el cambio de conocimiento en el grupo y en los entornos de toda la clase.

Por su parte, Pérez Campillo y Chamizo Guerrero (2013) desarrollan una secuencia didáctica en el estudio de los minerales con un grupo de estudiantes de quinto año de bachillerato con el fin de mejorar sus habilidades argumentativas. Para evaluar los aprendizajes, emplean un diagrama heurístico y el modelo argumentativo de Toulmin. Los resultados les permitieron concluir que, al emplear estos modelos de argumentación, los estudiantes aprenden en un tiempo corto sus elementos básicos constitutivos y cómo esta les puede ayudar a generar argumentaciones válidas (p. 513).

Siguiendo las perspectivas de Erduran et al. (2004) y de Jorba et al. (2000), para quienes argumentar supone evaluar la calidad de la argumentación según la cantidad y complejidad de las refutaciones que ofrezca un estudiante respecto de un concepto relacionado con la formación ciencias, Blanco Anaya y Díaz de Bustamante (2014) orientan su investigación con el uso de secuencias icnitas en el aula de ciencias en la aplicación de una unidad didáctica, para promover procesos de argumentación en los estudiantes que les permita generar explicaciones de lo ocurrido en estas secuencias. El propósito de la investigación consistió en analizar el proceso de razonamiento de los estudiantes desde el punto de vista del uso de datos y pruebas que los lleven a enunciar una

conclusión usando el modelo de argumentación de Toulmin (1958). Además, la investigación pretendía rebatir la tradicional perspectiva de aula referida al uso de una única teoría verdadera, ya que los estudiantes tienden a resolver ejercicios de respuesta única y siguen procedimientos de laboratorio como “recetas de cocina” (Lederman y Abd-El-Khalick, 1998, citados en Blanco Anaya y Díaz de Bustamante, 2014). Por ello, fundamentan su estudio en los aportes de Bravo Torija y Jiménez Aleixandre (2010), considerando que en el ejercicio de la argumentación es importante valorar las diferentes explicaciones que conducen a una hipótesis adecuada. Finalmente, los resultados de la investigación mostraron que el contexto de la actividad contribuyó a que los estudiantes llevarán a cabo diversas deducciones en la interpretación de la secuencia de icnitas, lo que derivó en un debate argumentativo sobre qué conclusión era la más adecuada. Sin embargo, los autores señalaron que el proceso de interpretación resultó adecuado pero desordenado, en tanto no lograron establecer sus “inferencias de forma secuencial” (p. 48).

Por su parte, Rasmussen et al. (2015) desarrollan una investigación durante el curso de Álgebra Lineal en pregrado con el propósito de observar el nivel argumentativo de los asistentes. Para ello, los investigadores tomaron grabaciones de clase donde la conversación de los estudiantes fue codificada con el propósito de ver qué ideas matemáticas se convierten en parte de las formas normativas de razonamiento de la clase. Con normativo los autores se refieren al proceso por el cual la información que aborda el docente, que al principio puede ser refutada por los estudiantes, ya no lo es, y cuando dicha información se va incorporando como conclusiones que alguna vez se debatieron, pero que ahora son datos indiscutibles o justificación para conclusiones futuras (p. 263). El análisis de la información usando el modelo

Los resultados de la investigación mostraron que el contexto de la actividad contribuyó a que los estudiantes llevarán a cabo diversas deducciones en la interpretación de la secuencia de icnitas, lo que derivó en un debate argumentativo sobre qué conclusión era la más adecuada

de Toulmin respecto de las prácticas matemáticas del aula y las prácticas de la disciplina que presentan los autores permitió rastrear tanto el progreso de las formas normativas de razonar sobre nociones matemáticas como el progreso de las prácticas más generales de la disciplina, como lo es la teorización.

Un ejemplo más específico de cómo abordar el ejercicio argumentativo se observa en la investigación de Pabón et al. (2015) en el contexto colombiano con docentes en formación. Incorporaron cuatro controversias en el campo de la enseñanza de la química, con el fin de conseguir y desarrollar habilidades argumentativas en ellos, para lo cual recurrieron a dos estrategias: por un lado, plantearon actividades comunicativas como herramientas que permiten a los docentes en formación tener una mejor estructura argumentativa, y por otro, incorporaron la superestructura argumentativa propuesta por van Dijk. La investigación evidenció que la estructuración de los argumentos de los docentes en formación mejoró de forma gradual manifestándose en una interacción más amplia entre los participantes y el aumento de las relaciones entre los diferentes argumentos.

Macagno (2016), en un contexto estadounidense, estudia la capacidad argumentativa de los estudiantes analizando su desempeño en el desarrollo de actividades relacionadas con la prohibición del cigarrillo. Reporta que el propósito de la investigación era describir, siguiendo el modelo de Toulmin, el uso de la evidencia por parte de los estudiantes. Encontró que esta evidencia se suscita en dos modos argumentativos (dialógico y no dialógico). De acuerdo con los resultados, en el modo dialógico los estudiantes tendieron a utilizar la evidencia de una manera más sofisticada.

En los resultados de la investigación que Ruiz Ortega et al. (2016) realizan para docentes en formación de Biología y Química, rescatan el uso de tres elementos a considerar en el ámbito profesional docente para integrar los procesos de argumentación en el aula: a) el contenido pertinente, b) la estructura argumentativa y c) el enfoque didáctico empleado para orientar el debate. En este sentido, usan la estrategia de video episodios de aula, propuesta por Derry et al. (2010), para rastrear si estos elementos son considerados por los futuros profesores a la hora de desarrollar sus clases. Los resultados mostraron que, de los tres elementos analizados, los futuros docentes empleaban los dos primeros y de manera muy escasa el último. En particular, se resalta que, en cuanto al segundo elemento, los profesores en formación dieron un lugar predominante a la estructura argumentativa de Toulmin para evaluar los argumentos expuestos por sus estudiantes en el aula de ciencias. Los autores señalan que integrar en el aula los procesos de argumentación requiere un conocimiento profesional del profesor que no se agota en su formación en el campo disciplinar, sino que necesita elementos y destrezas específicos que le provee la didáctica de las ciencias.

Una postura similar plantea la investigación de Kim y Roth (2018). En su trabajo, estudian la argumentación como un hecho social a través del análisis de conversaciones e ilustran

cómo se puede utilizar un marco analítico de argumentación dialógica para comprender la dinámica del proceso de razonamiento y argumentación usando el modelo de Toulmin. Reconocen, además, la complejidad de la tarea de los docentes, pues sus aportes están sujetos a los mismos procedimientos de afirmación-prueba y carga de la prueba que los que realizan los niños. Sugieren que los profesores pueden apoyar la aparición de patrones argumentativos antes de enseñar el patrón de Toulmin (pp. 1081 y 1082).

Capkinoglu y Yilmaz (2018) trabajó con 36 estudiantes de grado séptimo en el área de ciencias naturales estudiando su capacidad para respaldar sus argumentaciones con datos bajo el modelo de Toulmin. Organizó tres grupos a fin de que cada uno usara una fuente de información distinta para la implementación de argumentaciones: el grupo al aire libre recopiló datos en excursiones, el grupo de periódicos leyó y examinó artículos relacionados en la prensa y el grupo de presentación escuchó presentaciones visuales. El autor reportó que el grupo del periódico utilizó la mayor cantidad de datos en sus argumentos, mientras el grupo de presentación empleó una menor.

Finalmente, se reporta la investigación de Gutiérrez Romero (2018), que, en un contexto colombiano, plantea un asunto sociocientífico a un grupo de 52 personas entre 15 y 23 años, con niveles de educación entre bachillerato y licenciatura, relacionado con implementar un proyecto de explotación minera en una región específica de Colombia administrado por una de las comunidades nativas de este país. El objetivo del autor era analizar los modelos mentales que generaran los participantes para abordar la situación planteada y evaluar los esquemas argumentativos que usaban para su sustentación. El investigador encontró 11 modelos para pensar el problema científico-social dado propuestos por los participantes y una gama limitada de

esquemas de argumentación, muchos de ellos con calidad limitada. El investigador reconoce que el proceso de modelización enmarcado en la reflexión de cuestiones sociocientíficas resulta ser una estrategia potencialmente útil para el desarrollo de la competencia argumentativa.

4. Conclusiones

Después de la revisión sistemática de la información, se procedió a revisar las categorías más sobresalientes que emergieron del análisis. La figura 7 muestra los principales hallazgos.

La exploración anterior muestra que existe una marcada tendencia en las investigaciones citadas a usar el modelo de argumentación de Toulmin o modelos que se sirven de principios muy cercanos a este. Se reconoció en estas el propósito de generar situaciones de argumentación en el aula que permitieran validar el grado de apropiación de diversos contenidos, muchos de ellos vinculados al análisis de asuntos sociocientíficos, tanto para estudiantes como para profesores en formación, en particular en aquellas producciones que se enmarcaban en la modalidad discursiva escrita.

En general, todas estas investigaciones reconocen que existe un vacío en las prácticas

convencionales de enseñanza respecto del desarrollo de la competencia argumentativa. Por ello, al incluir un modelo de argumentación como el de Toulmin en el contexto de la enseñanza de la ciencia escolar, provee, al menos, elementos mínimos de organización para valorar las explicaciones que proporcionan los estudiantes durante el proceso de aprendizaje, más allá de la validación que proporciona el profesor, quien por lo regular actúa como juez único en el proceso. Es un modelo que usa un esquema atado a las lógicas en las que se mueve la propia ciencia y que exige una comprensión directa, sino igual, de los lenguajes, las convenciones y los conceptos de la ciencia.

Otras investigaciones intentaron explorar opciones de argumentación que reconocieran el contexto en el que se encuentra la argumentación proporcionada por el estudiante, así como los usos propios del lenguaje. Por ello, optaron por modelos alternativos como el de Walton (2006), aquellos proporcionados por la lingüística textual (van Dijk, 1980, 1983) o el de la pragmadiálectica (van Eemeren y Grootendorst, 2013). Al analizar estos discursos producidos en el aula, se abordaron, igualmente, los contextos en los que se producen y las dificultades que transcurren en su producción.

En particular desde el modelo de argumentación de van Eemeren, las investigaciones

Resultados de la inversión sistemática de las 20 investigaciones seleccionadas

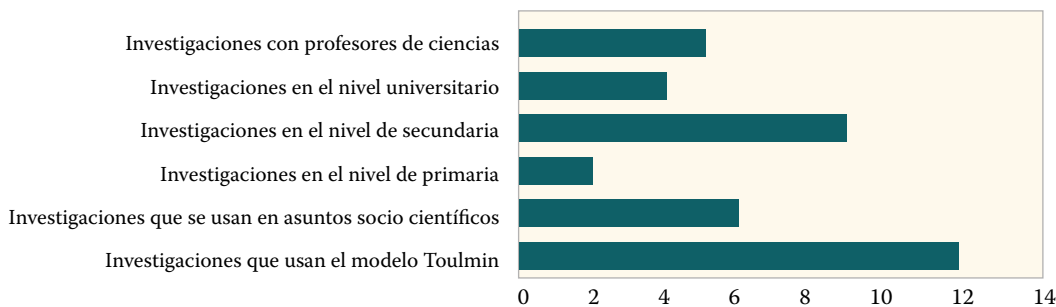


Figura 7. Categorías halladas en la revisión versus frecuencia

Fuente: elaboración propia.

admitieron que el proceso de argumentación se originaba en un contexto de conversación en el cual convergen múltiples formas de pensamiento que no necesariamente conectan con las formas y los estilos en los que suceden los discursos científicos. En tal sentido, las investigaciones proporcionaron espacios en los que se planteaban ejercicios dialógicos mediados por el código de conducta que dicta el modelo pragmadiáctico. Así, el encuentro de los diferentes estilos de pensamiento manifiesto durante las interacciones mostró que con este modelo los estudiantes podrían desarrollar no solo una ruta para la construcción de conocimiento científico, de comprensiones más intencionadas sobre la naturaleza de la ciencia, sino una posibilidad para construir nuevas formas de pensar los fenómenos físicos, al mismo tiempo que se fortalecían sus posturas en relación con sus visiones del mundo y de la propia ciencia.

Se aprecia una escasa cantidad de investigaciones en el nivel de primaria y en el nivel universitario, estado este que fue reconocido por Kim y Roth (2018) en una de las investigaciones reportadas.

En síntesis, esta exploración permitió reconocer el lugar y el alcance preponderante que ha tenido la competencia argumentativa a través de modelos de argumentación estructurados que orientan los discursos en el aula de ciencias en la educación escolar y superior. Se dejan planteadas, además, las nuevas opciones que brindan los modelos de argumentación que reconocen el papel del uso del lenguaje natural de los estudiantes en el aula de ciencias y su transformación en el encuentro con otros lenguajes, como aquellos que incorporan los discursos científicos en la construcción de conocimientos científicos. Ello permite indagar nuevas opciones de razonamiento en los estudiantes a partir del potencial que tiene el intercambio dialógico regulado en el aula.

Resulta también válido postular que desde la visión pragmática de la argumentación se pueden generar movimientos ascendentes y cualitativos entre el lenguaje natural y el lenguaje científico, dadas unas condiciones de continuidad y refinamiento constante de las prácticas argumentativas en el aula. Y así se plantea el reto y la necesidad de vincular la argumentación a la estructura curricular y los planes de estudio de la enseñanza de las ciencias en el contexto escolar desde una mirada que vincule aportes relevantes del estudio contemporáneo del lenguaje natural (pragmalingüística, teoría de los actos de habla, sociolingüística, teoría de la enunciación).

Financiación

Esta investigación no tiene financiación externa.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Los autores participaron de manera equitativa en el diseño de la investigación, el análisis de datos, la metodología y su revisión. Los autores han leído y aprobado la versión enviada a la revista.

Referencias

- Adam, J. M. (1992). *Les textes: Types et prototypes*. Nathan.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Fondo de Cultura Económica.

- Adúriz-Bravo, A. (2007). La naturaleza de la ciencia en la formación de profesores de ciencias naturales. En R. Gallego Badillo, R. Pérez Miranda y L. N. Torres de Gallego (eds.), *Didáctica de las ciencias: Aportes para una discusión* (pp. 7-36). Universidad Pedagógica Nacional.
- Adúriz-Bravo, A. (2012). Competencias metacientíficas escolares dentro de la formación del profesorado de ciencias. En E. Badillo, L. García, A. Marbà y M. Briceño (coords.), *El desarrollo de competencias en la clase de Ciencias y Matemáticas* (pp. 43-67). Universidad de los Andes.
- Adúriz-Bravo, A. (2018). Argumentación basada en modelos desde la perspectiva de la epistemología y la historia de la ciencia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9201/6912>
- Aldana-Bermúdez, E. (2014). La argumentación como estrategia de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas. *Revista Científica*, 3(20), 37-45. <https://doi.org/10.14483/23448350.7687>
- Archila, P. A. (2013). La argumentación en la formación de profesores de química: Relaciones con la comprensión de la historia de la química. *Revista Científica*, 1(18), 50-66. <https://doi.org/10.14483/23448350.5561>
- Archila, P. A. (2014). Argumentación y educación en ciencias: Vínculos con la alfabetización y la cultura científica. En A. Molina Andrade (ed.), *Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones* (pp. 103-121). Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- Atienza, M. (2017). *Las razones del derecho: Teorías de la argumentación jurídica* (vol. 2). Palestra.
- Bar, A. R. (2012). Argumentar y explicar en el contexto de la formación universitaria en biología. *Revista Argentina de Educación Superior*, 4, 92-113. https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/28330/R_I_U_N_N_E_F_H_U_M_A_R_B_a_r_AR.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barros Martínez, J. F. y Romero Chacón, Á. E. (2012). Análisis de un discurso argumentativo en el aula de ciencias de ingeniería. *Revista EDUCyT*, 30-46. http://200.24.17.10/bitstream/10495/11584/1/RomeroAngel_2012_AnalisisDiscursoAulaCienciaIngenieria.pdf
- Blanco Anaya, P. y Díaz de Bustamante, J. (2014). Argumentación y uso de pruebas: Realización de inferencias sobre una secuencia de icnitas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 32(2), 35-52. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v32-n2-blanco-diaz-de-bustamante/375677>
- Bravo Torija, B. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). ¿Salmones o sardinas? Una unidad para favorecer el uso de pruebas y la argumentación en ecología. *Alambique*, 63, 19-25. <https://www.grao.com/es/producto/salmones-o-sardinas-una-unidad-para-favorecer-el-uso-de-pruebas-y-la-argumentacion-en-ecologia-al06318030>
- Campaner, G. y De Longhi, A. L. (2007). La argumentación en educación ambiental: Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 442-456. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N2.pdf
- Capkinoglu, E. & Yilmaz, S. (2018). Examining the data component used by seventh grade students in arguments related to local socioscientific issues. *Egitim ve Bilim*, 43(196), 125-149. <https://doi.org/10.15390/EB.2018.7205>
- Cole, R., Becker, N., Towns, M., Sweeney, G., Wawro, M. & Rasmussen, C. (2012). Adapting a methodology from mathematics education research to chemistry edu-

- cation research: Documenting collective activity. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(1), 193-211. <https://doi.org/10.1007/s10763-011-9284-1>
- Cordero, M. (2000). El componente "tesis" en los textos argumentativos escolares. *Revista Signos*, 33(48), 87-96. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342000004800007>
- De Longhi, A., Ferreyra, A., Paz, A., Bermúdez, G., Solís, M., Vaudagna, E. y Cortez M. (2005). *Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela*. Universitas.
- Derry, S. J., Pea, R. D., Barron, B., Engle, R. A., Erickson, F., Goldman, R. ... & Sherin, B. L. (2010). Conducting video research in the learning sciences: Guidance on selection, analysis, technology, and ethics. *The Journal of the Learning Sciences*, 19(1), 3-53. <https://doi.org/10.1080/10508400903452884>
- Duschl, R. A. & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Science Education*, 38(1), 39-72. <https://doi.org/10.1080/03057260208560187>
- Enderle, P., Walker, J. P., Dorgan, C. & Sampson, V. (2010). Assessment of scientific argumentation in the classroom: An observation protocol. En: *Annual International Conference for the National Association for Research in Science Teaching*.
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. (eds.) (2007). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Springer.
- Erduran, S., Simon, S. & Osborne, J. (2004). TAPPING into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Grize, J.-B. (1982). *De la logique à l'argumentation*. Librairie Droz.
- Gutiérrez Romero, M. F. (2018). Socioscientific argumentation and model-based reasoning: A study on mining exploitation in Colombia. *Universitas Psychologica*, 17(5), 1-12. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy17-5.samb>
- Gutiérrez, M. F. y Correa, M. (2008). Argumentación y concepciones implícitas sobre física: Un análisis pragmatialéctico. *Acta Colombiana de Psicología*, 11(1), 55-63. <https://actacolombianapsicologia.ucatolica.edu.co/article/view/316/321>
- Hershkowitz, R., Tabach, M., Rasmussen, C. & Dreyfus, T. (2014). Knowledge shifts in a probability classroom: A case study coordinating two methodologies. *ZDM*, 46, 363-387. <https://doi.org/10.1007/s11858-014-0576-0>
- Jiménez Aleixandre, M. P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-370. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21944/21778>
- Jorba, J., Gómez, I. y Prat, À. (eds.) (2000). *Hablar y escribir para aprender: Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Síntesis.
- Kim, M. & Roth, W. M. (2018). Dialogical argumentation in elementary science classrooms. *Cultural Studies of Science Education*, 13, 1061-1085. <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9846-9>
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824. <https://doi.org/10.1002/sce.20395>
- Kuhn, D. & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00605>
- Lederman, N. G. & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature

- of science. En W. F. McComas (ed.), *The nature of science in science education* (pp. 83-26). Kluwer.
- Macagno, F. (2016). Argument relevance and structure: Assessing and developing students' uses of evidence. *International Journal of Educational Research*, 79, 180-194. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.07.002>
- Mendonça, P. C. C. & Justi, R. (2013). The relationships between modelling and argumentation from the perspective of the model of modelling diagram. *International Journal of Science Education*, 35(14), 2407-2434. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.811615>
- Navarro, M. G. (2015). El lugar de la controversia en la argumentación. En F. Leal Carretero (coord.), *Argumentación y pragma-dialéctica: Estudios en honor a Frans van Eemeren*. Editorial Universitaria.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Ozdem, Y., Ertepinar, H., Cakiroglu, J. & Erduran, S. (2013). The nature of pre-service science teachers' argumentation in inquiry-oriented laboratory context. *International Journal of Science Education*, 35(15), 2559-2586. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.611835>
- Pabón, T., Muñoz, L. y Vallverdú, J. (2015). La controversia científica, un fundamento conceptual y metodológico en la formación inicial de docentes: Una propuesta de enseñanza para la apropiación de habilidades argumentativas. *Educación Química*, 26(3), 224-232. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.05.007>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D. ... y Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Perelman, C. (1997). *El imperio retórico: Retórica y argumentación*. Norma.
- Perelman, C. y Olbrechts-Tyteca, L. (1989). *Tratado de la argumentación*. Gredos.
- Pérez Campillo, Y. y Chamizo Guerrero, J. A. (2013). El ABP y el diagrama heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias. *Ciência y Educação*, 19(3), 499-516. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000300002>
- Pineda Repizzo, A. F. (2015). Dialéctica y retórica en la teoría pragma-dialéctica de la argumentación. *Revista Filosofía UIS*, 14(2), 97-117. <https://doi.org/10.18273/revfil.v14n2-2015005>
- Plantin, C. (1996). *La argumentación*. Ariel.
- Plantin, C. (2004). Pensar el debate. *Revista Signos*, 37(55), 121-129. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342004005500010>
- Plantin, C. (2014). Lengua, argumentación y aprendizajes escolares. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 36, 95-114. <https://doi.org/10.17227/01213814.36ted95.114>
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Morata.
- Pozo, J. I. y Rodrigo, M. J. (2001). Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y Aprendizaje*, 24(4), 407-423. <https://doi.org/10.1174/021037001317117367>
- Quintanilla, M. (comp.) (2014). *Las competencias de pensamiento científico desde las "emociones, sonidos y voces" del aula: Aportes de teoría y campo desde la investigación avanzada en didáctica de las ciencias experimentales* (vol. 8). Bellaterra. <http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/>

- downloads/2014/07/Libro-CPC-2-Volumen-8.pdf
- Rasmussen, C., Wawro, M. & Zandieh, M. (2015). Examining individual and collective level mathematical progress. *Educational Studies in Mathematics*, 88, 259-281. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9583-x>
- Ruiz Ortega, F. J., Rodas Rodríguez, J. M., Márquez, C. y Badillo, E. (2016). El videoclip: Una herramienta para focalizar aspectos fundamentales de la argumentación científica en el aula. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4828/3959>
- Sardà i Jorge, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un repte de les classes de ciències. *Ensenanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4028>
- Schwarz, B. B. (2009). Argumentation and learning. En N. Muller Mirza y A.-N. Perret-Clermont (eds.), *Argumentation and education: Theoretical foundations and practices* (pp. 91-126). Springer.
- Skoumios, M. (2009). The effect of sociocognitive conflict on students' dialogic argumentation about floating and sinking. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(4), 381-399. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ884404.pdf>
- Teixeira, E. S., Freire Junior, O. y Greca Dufranc, I. M. (2015). La enseñanza de la gravitación universal de Newton orientada por la historia y filosofía de la ciencia: Una propuesta didáctica con un enfoque en la argumentación. *Ensenanza de las Ciencias*, 33(1), 205-223. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v33-n1-teixeira-freire-greca/376862>
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Toulmin, S. (1993). Knowledge and art in the practice of medicine: clinical judgment and historical reconstruction. En C. Delkeskamp-Hayes & M. A. Gardell Cutter (eds.), *Science, technology, and the art of medicine: European-american dialogues* (pp. 231-249). Springer Netherlands.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Trujillo Amaya, J. F. (2007). Stephen Toulmin: Los usos de la argumentación. Traducción de María Morrás y Victoria Pineda Repizzo, Ed. Península Barcelona, 2007. pp. 330. *Praxis Filosófica*, 25, 159-168. <http://www.scielo.org.co/pdf/pafi/n25/n25a12.pdf>
- Van Dijk, T. A. (1980). *Estructuras y funciones del discurso: Una introducción interdisciplinaria a la lingüística del texto y a los estudios del discurso*. Siglo XXI.
- Van Dijk, T. A. (1983). *La ciencia del texto: Un enfoque interdisciplinario*. Paidós.
- Van Eemeren, F. H. (2012). *Maniobras estratégicas en el discurso argumentativo*. Plaza y Valdés.
- Van Eemeren, F. H. (2015). Del modelo ideal de discusión crítica al discurso argumentativo situado: La evolución paso a paso de la teoría pragma-dialéctica de la argumentación. En F. Leal Carretero (coord.), *Argumentación y pragma-dialéctica: Estudios en honor a Frans van Eemeren* (pp. 20-38). Universidad de Guadalajara.
- Van Eemeren, F. H. (2019). *La teoría de la argumentación: Una perspectiva pragma-dialéctica*. Palestra.
- Van Eemeren, F. H. & Garssen, B. (eds.) (2012). *Topical themes in argumentation theory: Twenty exploratory studies*. Springer Science & Business Media.
- Van Eemeren, F. H. y Grootendorst, R. (2006). *Argumentación, comunicación y falacias: Una perspectiva pragma-dialéctica*. Universidad Católica de Chile.
- Van Eemeren, F. H. y Grootendorst, R. (2013). *Los actos de habla en las discusiones argu-*

- mentativas: Un modelo teórico para el análisis de discusiones orientadas hacia la resolución de diferencias de opinión.* Universidad Diego Portales.
- Van Eemeren, F. H., Grootendorst, R. y Snoeck, F. (2006). *Argumentación: Análisis, evaluación, presentación.* Biblos.
- Walton, D. (1996). *Argumentation schemes for presumptive reasoning.* Erlbaum Press.
- Walton, D. (2001). Abductive, presumptive and plausible arguments. *Informal Logic*, 21(2), 141-169. <https://doi.org/10.22329/il.v21i2.2241>
- Wodak, R. y Meyer, M. (2003). *Métodos de análisis crítico del discurso.* Gedisa.