



Universidad Nacional de Lomas de Zamora
Facultad de Ciencias Agrarias

Licenciatura en la Enseñanza de las Ciencias Biológicas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LICENCIATURA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

TRABAJO FINAL DE GRADO

**TÍTULO: CONCEPCIONES DOCENTES SOBRE LA ENSEÑANZA DE
PROCESOS ARGUMENTATIVOS EN LAS CLASES DE CIENCIAS**

AUTOR: MARIA NOEL MOREYRA

TUTOR: ALEJANDRO PUJALTE

FECHA: 20 DE OCTUBRE DE 2020

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por su apoyo incondicional y cariño constante que me han permitido llegar a la meta.

A mis amigos de siempre, por sus consejos y acompañamiento en toda esta etapa.

A Laura, Brenda y Darío, compañeros y amigos de la Licenciatura, por las infinitas horas de charla.

A mi querido tutor y docente, Alejandro Pujalte, quien me acompañó, guió y aconsejó para que llegara hasta acá.

A todos los docentes de la Licenciatura en la Enseñanza de las Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Lomas de Zamora por haber dejado huellas y compartir conmigo clases y momentos inolvidables.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	3
MARCO TEÓRICO.....	8
RESULTADOS.....	27
CONCLUSIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	34

RESUMEN: El uso de la argumentación en la enseñanza de la ciencia incentiva el desarrollo del pensamiento crítico y la formulación de preguntas. Además, promueve la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Sin embargo, hay también dificultades y desafíos para enseñar a construir discursos argumentativos en las clases de ciencias. Esta investigación discute acerca de la importancia de enseñar a argumentar. Para ello se llevó a cabo un relevamiento de ideas y concepciones que los docentes tienen sobre la argumentación. Este trabajo se propone ofrecer posibles razones para entender por qué la enseñanza de esta habilidad pareciera no ocurrir en las aulas mientras que deja otras preguntas abiertas para nuevas investigaciones.

PALABRAS CLAVE: argumentación, concepciones, enseñanza de las ciencias, naturaleza de la ciencia, formación docente

ABSTRACT: The use of argumentation in science education promotes the development of critical skills and the spirit of enquiry. It also enhances students' understanding of the nature of science. Nevertheless, there are also some difficulties and challenges while using argumentation in science classrooms. This research will discuss the strength of using scientific argumentation in science education. For this purpose, an investigation about teachers' ideas and conceptions about argumentation was carried out. This research aims to help to understand the reasons why students are not taught these skills, while leaving some other questions for future research.

KEY WORDS: argumentation, conceptions, science teaching, nature of science, teacher education

INTRODUCCIÓN

Los estudiantes de educación secundaria presentan dificultades para organizar sus ideas y generar discursos (tanto orales como escritos) que sean precisos y coherentes. Por ejemplo, confunden hechos observables e inferencias, no identifican argumentos significativos, y no distinguen entre los términos de uso científico y de uso cotidiano. Por otro lado, desde una perspectiva puramente lingüística, sus textos carecen de coordinación, con oraciones cortas o demasiado extensas sin uso de conectores o conexión entre ideas (Sanmartí, 2008; Jimenez Aleixandre, 2003).

El colectivo docente suele considerar que los distintos géneros lingüísticos deben ser enseñados y aprendidos exclusivamente en las clases de lengua (Sanmartí, 2008). Sin embargo, la ciencia se aprende a partir de la expresión de ideas, y del aprendizaje de las formas de hablar y escribir en relación con ellas. Además, “la argumentación es una importante tarea de orden epistémico y un proceso discursivo por excelencia en las ciencias” (Henao y Stipcich, 2008: 49).

A partir de la lectura de diversas investigaciones y la experiencia en el aula a lo largo de la práctica docente se observa que los alumnos no presentan dificultades cuando deben responder preguntas o realizar trabajos que demanden localizar información y reproducirla memorísticamente. Pero sí hay un gran número de estudiantes que no puede justificar sus respuestas u opiniones, que no puede generar ideas propias a partir de su conocimiento sobre un tema o que, en caso de hacerlo, no puede expresar correctamente el porqué de la elección de una postura o modelo determinados.

En este trabajo se proponen distintas hipótesis acerca de las razones por las cuales los estudiantes no han aprendido a construir discursos argumentativos. Para eso, partiremos de las siguientes preguntas:

- ¿qué concepciones y conocimientos sobre la argumentación presentan los docentes?
- ¿cómo enseñan los docentes los procesos argumentativos?

Una de las razones de la aparente falta en las escuelas de instancias de enseñanza de la argumentación podría ser el desfase existente entre la investigación en pedagogía y didáctica de las ciencias naturales en la línea de Hablar y Escribir Ciencias, y las temáticas de las que efectivamente se apropian y enseñan los formadores de formadores y los profesores de escuela secundaria (Revel Chion &

Adúriz-Bravo, 2014). Minimizar esta brecha es una necesidad imperiosa en el camino de lograr una educación científica de calidad.

Una segunda hipótesis que explica por qué los profesores –que han visitado estos marcos teóricos en su propia formación– no incorporan la enseñanza de la argumentación en sus clases, aunque acuerden en que es un objetivo importante que los estudiantes elaboren argumentos sólidos y respaldados en modelos teóricos de las disciplinas a su cargo, se relaciona con el tiempo de clase que esta enseñanza requiere. Cuando los tiempos apremian, los contenidos vinculados con la argumentación son reemplazados por aquellos contenidos (temas) que “deben darse sí o sí” (Revel Chion & Adúriz-Bravo, 2014).

Objetivos generales

- Analizar la importancia de la argumentación en la enseñanza de las ciencias.

Objetivos específicos

- Realizar un relevamiento acerca de las ideas sobre la enseñanza de la argumentación que manejan los docentes de nivel secundario.

METODOLOGÍA

En el presente trabajo se realizó una encuesta a docentes de biología de distintas escuelas de nivel secundario de la zona sur del Gran Buenos Aires, tanto de gestión pública como privada, con el fin de relevar sus ideas y concepciones acerca del rol de los procesos argumentativos en la enseñanza de las ciencias. El cuestionario se llevó a cabo de manera virtual, a través de la aplicación “*Google Forms*”.

A partir del material analizado, se buscó establecer inferencias sobre los conocimientos de los docentes acerca de los procesos de argumentación y así generar una posible respuesta a las preguntas planteadas anteriormente.

Se espera, a partir de los resultados, determinar si la formación y capacitación docente con respecto al rol de la argumentación en clase de ciencias es una variable relevante en las inferencias previamente mencionadas. Asimismo, el presente trabajo podrá servir como base para futuras investigaciones relacionadas con la temática.

El enfoque metodológico de esta investigación sigue los lineamientos más usuales de la didáctica de las ciencias naturales actual al ser fundamentalmente cualitativo y explicativo. Sin embargo, toma algunos elementos del enfoque cuantitativo. Al tener un carácter esencialmente cualitativo, se considera pertinente tomar una de las caracterizaciones formuladas en la bibliografía para este tipo de enfoques: Taylor y Bodgan (1987) caracterizan a la investigación cualitativa como inductiva, ya que los investigadores “desarrollan conceptos, intelecciones y comprensiones partiendo de pautas de los datos”. Además, de acuerdo con estos autores, los investigadores cualitativos se identifican con las personas que estudian para poder comprender cómo ven las cosas y suspenden o apartan sus propias creencias, perspectivas y predisposiciones. Este tipo de investigador no busca “la verdad” o “la moralidad” sino una comprensión detallada de las perspectivas de otras personas. Sin embargo, esto no significa que a los investigadores cualitativos no les preocupa la precisión de sus datos. Un estudio cualitativo no es un análisis impresionista, informal, si no una pieza de investigación sistemática conducida con procedimientos rigurosos, aunque no necesariamente estandarizados.

El propósito inicial de este trabajo es el de caracterizar a grandes rasgos el panorama de las concepciones sobre argumentación que sustentan las y los docentes. Con tal fin, se les pidió expresar sus pareceres frente a una serie de situaciones.

Atendiendo a los objetivos planteados, en primera instancia se buscó indagar las concepciones sobre argumentación de profesores y profesoras de biología. Para ello, se partió de la propuesta original del cuestionario planteado por Ruiz Ortega et al. (2014) para docentes que fue aplicado a 50 docentes de biología. Dicho cuestionario presenta tres preguntas abiertas y cada una de ellas se relacionó con diferentes aspectos vinculados con la argumentación.

PREGUNTA	OBJETIVOS	ASPECTOS INVESTIGADOS
Si te invitaran a dar una charla en un evento sobre argumentación en clase de ciencias, ¿qué explicación darías de lo que supone argumentar en clase de ciencias?	Identificar concepciones de los docentes sobre la argumentación en clase de ciencias.	Modélico
Expresa dos criterios/factores que debe tener en cuenta un docente para desarrollar la argumentación en clase de ciencias.	Identificar en los docentes los criterios que consideran importantes para desarrollar la argumentación en los alumnos.	Didáctico
Si uno de los objetivos de tus clases es promover la argumentación en los estudiantes, describe brevemente dos actividades que pueden favorecerla. Explica por qué elegiste cada una de ellas.	Identificar el tipo de actividad que elegirían para el desarrollo de la argumentación en el aula. Identificar la estructura de sus argumentos.	Didáctico

¿Por qué indagar las concepciones de los docentes sobre los aspectos epistemológico, modélico y didáctico?

De acuerdo con Ruiz Ortega y colaboradores:

El estudio de las concepciones de los docentes cuenta con una tradición de más de tres décadas, cuando se produjo el auge e importancia de las teorías implícitas, presaberes o preconcepciones. En la actualidad se siguen desarrollando trabajos alrededor del pensamiento docente que ratifican la necesidad de continuar investigando la formación docente y el ejercicio profesional (Schön, 1998; Gunstone et al., 1993; Mellado, Ruiz y Blanco, 1997; Reyes, Enrique y Perafán, 1997; Kaufman y Fumagalli, 2000; Hernández, 2000; Angulo, 2002; Fernández, Gil y Carrascosa, 2002; Marcelo, 2005; Fernández et al., 2009; Benarroch y Marín, 2011)

Ruiz Ortega et al. (2014)

Cuando nos referimos a las concepciones docentes, hacemos referencia a lo que sostienen autores como Llinare (1996); Moreno y Azcárate (2003); Gil y Rico, (2003), en el sentido de que las concepciones docentes son *“marcos organizadores, que tienen naturaleza cognitiva, y que condicionan la forma en que afrontamos las tareas”*. Además, según Moreno y Azcárate (2003), en el interior de las concepciones se pueden encontrar *“creencias, significados, conceptos, proposiciones, reglas, imágenes mentales, preferencias, etc., que influyen en lo que se percibe y en los procesos de razonamiento que se realizan”*.

En años recientes, encontramos investigaciones que apuntan tanto a las habilidades argumentativas como al conocimiento pedagógico de los profesores en torno a la argumentación (McNeill y Knight, 2013). Sin embargo, Plantin (2014) sostiene que ha habido un amplio desarrollo de la investigación en esta temática pero, al mismo tiempo, existe una carencia en la formación teórica y práctica de los profesores respecto de la argumentación. Esto es una pieza fundamental, ya que uno de los aspectos que atraviesa estos problemas formativos reside en cómo los docentes y futuros docentes conciben las prácticas argumentativas. En este sentido, Archila (2014) concluye que la formación inicial influye en las concepciones acerca del tema de la argumentación y, por tanto, en las actividades y la importancia que los estudiantes de profesorado le dan a esta práctica en el futuro.

Como señala García Romano:

En consideración de que la investigación sobre argumentación en el ámbito de la formación docente inicial ha recibido menos atención que en otros contextos, especialmente si se lo compara con la indagación acerca de los procesos argumentativos desarrollados por alumnos de nivel primario y secundario (Archila, 2012; Zohar, 2008) y teniendo en cuenta el hecho de que existe poca investigación relativa a las concepciones de los alumnos y profesores respecto de la argumentación (Jiménez-Aleixandre y Erduran, 2015), se sostiene relevante profundizar en la exploración respecto de cómo conciben la argumentación docentes de Biología.

(García Romano, 2017)

Ante la necesidad de enseñar a argumentar en las clases de ciencia, se debe involucrar al cuerpo docente para que analice sus concepciones acerca de esta temática y su forma de enseñanza. En los últimos años, la investigación en didáctica de las ciencias ha dedicado varios estudios que se centran en el desarrollo de competencias científicas por parte del estudiantado (Chamizo & Izquierdo, 2007). Sin embargo, estos estudios han arrojado la necesidad de desarrollar estas competencias también en el profesorado y profundizar en el uso que se les da en el aula de ciencias (Sanmartí, 2001).

En el presente trabajo, tomando como guía la investigación llevada a cabo por Francisco Javier Ruiz Ortega y colaboradores (2014), nos proponemos identificar estas concepciones en dos aspectos: el didáctico y el modélico. Un tercer aspecto, el estructural, no ha podido ser analizado debido a que el cuestionario se llevó a cabo de manera virtual, con espacio limitado para las respuestas.

Aspecto modélico

El trabajo en el cual se basa esta investigación identifica dos grandes perspectivas: la de Toulmin, donde la argumentación se concibe como la comunicación de datos, afirmaciones y justificaciones. Esta perspectiva no se enfoca en la interacción social o el contexto, si no en la estructura clara y precisa de los distintos elementos del discurso argumentativo; por otro lado, autores como Sanmartí (2003); Sutton (2003); Erduran, Simon y Osborne (2004); Jimenez-Aleixandre y Diaz (2003) consideran a la argumentación como un proceso social y dialógico, en el cual deben presentarse evidencias, con influencia de los modelos mentales del sujeto, su contexto y la finalidad que se persigue en el discurso argumentativo. En este trabajo interesó conocer hacia qué perspectiva se orientan las concepciones docentes.

Aspecto didáctico

De acuerdo a numerosas investigaciones realizadas en torno a los componentes de la didáctica de las ciencias (Porlán, Rivero y Martín, 1997-1998; Caicedo, 1999; Hernández, 2000; Kaufman y Fumagalli, 2000), acordamos en que es necesario investigar no sólo los aspectos relacionados con los estudiantes, como la motivación, sus intereses, expectativas y valores, sino también aquellos relacionados con el docente, sobre cómo conciben la ciencia, cómo la enseñan y cómo creen que se aprende. Este trabajo tiene como objetivo conocer cómo los docentes promueven en el aula el desarrollo de la argumentación y qué criterios y actividades tienen en cuenta para lograr esta finalidad.

La argumentación implica moverse del rol del docente como figura de autoridad que provee las respuestas correctas (Simon et al., 2006) y moverse hacia el rol del docente como facilitador. Además, es muy difícil esperar que los docentes enseñen a argumentar en las clases si ellos mismos no desarrollan un profundo conocimiento sobre este proceso.

MARCO TEÓRICO

I. La argumentación en las clases de ciencias

¿Qué significa argumentar?

La argumentación es entendida como el proceso de evaluación de enunciados a la luz de las pruebas disponibles (Jiménez Aleixandre, 2010). La competencia argumentativa requiere de la habilidad y voluntad de elaborar discursos escritos y orales aportando pruebas y razones para convencer a otros de una conclusión u opinión entre diferentes posibles (Solbes; Ruiz; Furió, 2010). Este proceso de persuasión de una audiencia, sean oyentes o lectores, implica desde la didáctica de las ciencias un reconocimiento de la relevancia de las prácticas discursivas en la construcción del conocimiento científico: hacer y aprender ciencias requiere un trabajo experimental, y también trabajar con ideas, proponiéndolas, discutiéndolas y evaluándolas en base a pruebas. El aprendizaje de los procesos argumentativos implica aprender a utilizar ciertas habilidades cognitivo-lingüísticas como describir, definir, explicar, justificar, argumentar y demostrar que, al mismo tiempo, necesitan el uso de determinadas habilidades cognitivas básicas del aprendizaje como analizar, comparar, deducir, inferir, valorar. (Prat, 1998).

De un modo resumido, podemos decir que lo que caracteriza a la ciencia es que parte de preguntas, de problemas sin resolver, ya sean de carácter aparentemente más práctico o más teórico. Es a través de la argumentación que la ciencia avanza. La argumentación tiene un rol central en la construcción de explicaciones, modelos y teorías, ya que los científicos usan argumentos para relacionar la evidencia con los enunciados a través del uso de justificaciones (Erduran et al., 2007). A lo largo de la historia, los científicos han tenido que reconsiderar teorías, modelos y explicaciones a la luz de las nuevas evidencias que han ido surgiendo. Y muchas teorías científicas, en su fase inicial de exposición, constituyen excelentes ejemplos de literatura científica argumentativa. El mismo Charles Darwin se refirió a su libro *“El origen de las especies”* como “un prolongado argumento”. En esta línea, Giere (1999) sostiene que el razonamiento científico se basa en elegir entre diferentes modelos que compiten por dar la explicación más convincente a determinados hechos o fenómenos. Esto lleva a generar nuevas ideas que deben ser contrastadas con la realidad y aceptadas por el resto de la comunidad científica. Es importante el proceso de negociación que tiene lugar entre los miembros de la propia comunidad científica cuando se comunican modelos y teorías con la finalidad de

validar representaciones sobre el mundo (Sutton, 1997; Duschl, 1997; Sanmartí, Izquierdo y García, 1999).

“Sampson & Schleigh (2013) establecen que hay tres componentes en la argumentación: el enunciado, la evidencia y la justificación. El enunciado implica la respuesta a una pregunta que se investiga. La evidencia es la interpretación de los resultados observados, midiendo o mirando otras investigaciones. Una justificación consiste en explicar la evidencia racional o relevante y conectarla con conceptos específicos. (Sampson & Schleigh, 2013).” (Sari, 2020 – mi traducción).

Actualmente, existen diversos modelos que intentan explicar qué es la argumentación. En algunos casos, la argumentación no tiene implicaciones sociales (por ejemplo, cuando explicamos modelos sobre cómo ilumina la luz un objeto), mientras que en cuestiones llamadas socio-científicas, además de las dimensiones científicas, hay un debate social.

Así, la argumentación puede tener un significado tanto individual como social: el aspecto individual se relaciona con el discurso razonado. Cada vez que uno desarrolla un punto de vista, podríamos decir que está argumentando. El aspecto social se vincula a las discusiones o debates entre personas, confrontando sus ideas sobre una temática. Es decir, un argumento puede ser una cadena interna de razonamientos o la discusión de puntos de vista diferentes entre personas y, como señala Deanna Kuhn (1993), hay una conexión entre los dos. La argumentación social es excelente para promover habilidades cognitivas superiores, lo que llamamos argumentación interna. Por lo tanto, el diálogo social permite externalizar estrategias de pensamiento internas implicadas en la argumentación.

Adúriz-Bravo (2008, 2010, 2012) define la argumentación científica escolar como la producción de un texto en el cual se explica. La argumentación es una competencia cognitivo-lingüística nodal para la actividad científica, ya sea erudita como escolar. El autor propone (2012) considerar que la argumentación científica escolar consta de las siguientes componentes:

1. **La componente retórica** presente en todo argumento, que alude a la voluntad de convencer al interlocutor y de cambiar el estatus que un determinado conocimiento tiene para él.
2. **La componente pragmática:** toda argumentación se produce en un contexto al cual se ajusta y adecúa, y en el marco del cual toma sentido.
3. **La componente teórica,** que se refiere al requerimiento de la existencia de un modelo teórico que sirve de referencia al proceso explicativo.

4. **La componente lógica**, apoyada en la estructura sintáctica compleja del texto producido.

Por otro lado, hay otros dos importantes modelos que aportan visiones diferentes de la argumentación: uno se enfoca primordialmente en su lógica, mientras que otro hace hincapié en su carácter social.

Sardá y Sanmartí (2000) dicen: “Toulmin (1993), filósofo y epistemólogo, aporta una visión de la argumentación desde la formalidad y la lógica. Según este autor, hay normas universales para construir y evaluar las argumentaciones, que están sujetas a la lógica formal. El modelo que propone se basa en el siguiente esquema de la argumentación, que contiene los componentes:

D = Datos: Hechos o informaciones factuales, que se invocan para justificar y validar la afirmación.

C = Conclusión: La tesis que se establece.

G = Justificación: Son razones (reglas, principios) que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión.

F = Fundamentos: Es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación.

Q = Calificadores modales: Aportan un comentario implícito de la justificación; de hecho, son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación.

R = Refutadores: También aportan un comentario implícito de la justificación, pero señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas.

Según este modelo, en una argumentación, a partir de unos datos obtenidos o de unos fenómenos observados, justificados de forma relevante en función de razones fundamentadas en el conocimiento científico aceptado, se puede establecer una afirmación o conclusión. Esta afirmación puede tener el apoyo de los calificadores modales y de los refutadores o excepciones.”

El modelo de Toulmin permite reflexionar con los estudiantes sobre la estructura del texto argumentativo y aclarar sus partes, destacando la importancia de las relaciones lógicas que debe haber entre ellas. Es decir, posibilita una reflexión sobre las características de una argumentación científica. Sin embargo, una de las críticas al modelo toulminiano es que no tiene en cuenta al receptor al que la argumentación va dirigida y la finalidad con la cual se emite. Por lo tanto, sirve para tomar conciencia de la estructura de una argumentación, pero no de su validez. Es

decir, se caracteriza por evaluar solamente la existencia de diferentes elementos ignorando su conexión y estructura lógica (Sanmartí, 2000). Por lo tanto, aplicar el modelo toulminiano no incluye evaluar la estructura lógica y la coherencia de la justificación más allá de la presencia o ausencia de información y evidencias, ya que importa únicamente la presencia de estos elementos, sin prestar atención a su pertinencia o relevancia (Sampson and Clark 2008, p. 452).

Por otro lado, el modelo de Van Dijk (1978) aporta un concepto diferente de la argumentación. Para él, lo que define un texto argumentativo es su finalidad: convencer a otra persona. Según este modelo, los componentes fundamentales son la justificación y la conclusión. Este modelo permite trabajar con los estudiantes la importancia de que el texto argumentativo debe estar destinado a justificar y razonar un enunciado, con la intencionalidad de convencer a los compañeros y compañeras y, al mismo tiempo, permite analizar las interrelaciones entre conceptos, como así también los diferentes tipos de conectores o elementos gramaticales que hacen explícitas estas relaciones.

Estos modelos serán retomados en las próximas secciones, ya que han sido una guía para el análisis del discurso docente y sus concepciones sobre los procesos argumentativos.

II. ¿Para qué enseñar a argumentar?

La perspectiva que contempla el aprendizaje de las ciencias como argumentación, y no sólo como exploración, ha sido propuesta por Deanna Kuhn (1992, 1993) y elaborada por otros autores como Driver y otros (2000) y Duschl (1997).

D. Kuhn (1993, 2010) propuso conceptualizar el aprendizaje de las ciencias como argumentación, en contraste con la concepción del aprendizaje exclusivamente como exploración. Desde su perspectiva, argumentar es un proceso cognitivo que debe ser enseñado, es decir, el sujeto que está elaborando un argumento tiene que ser consciente de qué piensa y cuáles son sus propias teorías acerca de aquello sobre lo que sustenta su argumento.

Para esta autora, es posible usar los argumentos como una suerte de ventana a través de la cual es posible mirar qué y cómo piensan los estudiantes, ya que el diálogo argumentativo sería la exteriorización del “razonamiento argumentativo”. Hay aquí una primera justificación para la enseñanza de la argumentación: acceder a los

modos en que nuestros estudiantes piensan los fenómenos y permitir que ellos y sus profesores puedan evaluar la calidad de los aprendizajes.

Muchos estudios se enfocan en analizar el discurso argumentativo en la clase de ciencias (por ejemplo, Driver et al., 2000; Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Kelly & Takao, 2002; Zohar & Nemet, 2002). Estos trabajos derivan de dos marcos de referencia: uno relacionado con estudiar ciencias destacando la importancia del discurso en la construcción de conocimiento científico (Knorr-Cetina, 1999; Latour & Woolgar, 1986) y sus consecuencias en la educación (Boulter & Gilbert, 1995; Erduran et al., 2004; Pontecorvo, 1987). Otro marco se vincula con la perspectiva sociocultural (Vygotsky, 1978; Wertsch, 1991) que apunta al rol de la interacción social en los procesos de aprendizaje y pensamiento y postula que las habilidades cognitivas superiores se originan en actividades mediadas socialmente, particularmente cuando interviene el uso del lenguaje.

En primer lugar, argumentar permite relacionar explicaciones y pruebas, por lo cual debe ser incorporada como una parte integral de la enseñanza de las ciencias: como una competencia científica. Schwarz (2009) propone que promover las prácticas argumentativas en el aula de clase conlleva reconocer que la argumentación es una actividad social. De este modo, permite la mejora en los usos de lenguajes, el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales, la comprensión de los conceptos y teorías estudiadas y la formación como un ser humano crítico, capaz de tomar decisiones como ciudadano (Sardá y Sanmartí, 2000).

En segundo lugar, uno de los retos de la enseñanza obligatoria es el de conseguir la alfabetización científica de la población. Muchas de las cuestiones vinculadas con el medio ambiente, la salud o la economía requieren de los ciudadanos el análisis de diferentes argumentos y la toma de decisiones en función de las diferentes opciones que se plantean (Sadler y otros, 2005). En una sociedad democrática es necesario formar un alumnado crítico y capaz de optar entre los diferentes argumentos que se le presenten, de manera que puedan tomar decisiones en su vida como ciudadanos.

Muchos docentes piensan que los diferentes géneros lingüísticos deberían aprenderse en la clase de lengua y que no tienen lugar en las clases de ciencias, pero las ideas de la ciencia se aprenden y se construyen expresándolas, y el conocimiento de las formas de hablar y de escribir en relación con ellas es una condición necesaria para su evolución. Asimismo, no debemos olvidar que el lenguaje científico tiene unas características específicas y que su aprendizaje se puede comparar al de una lengua

diferente de la propia (Lemke, 1990). El lenguaje, desde las teorías socioculturales constructivistas, se constituye en el instrumento social y simbólico más importante que utilizan tanto profesor como alumnos en las interacciones en el aula, para acceder a los diferentes significados y a la vez compartirlos y negociarlos (Jorba y Sanmartí, 1996; Mercer, 1997 y De Longhi, 2000).

¿Cuál es el rol de los docentes de ciencias en el desarrollo de la habilidad argumentativa en los estudiantes? La investigación en didáctica de las ciencias nos muestra que el uso de pruebas por el alumnado no es una práctica que se adquiera de forma espontánea, sino que es necesario diseñar tareas para desarrollarla. Potenciar las competencias argumentativas no es tarea de un día ni de un par de actividades aisladas, sino que requiere de una planificación a largo plazo con unos objetivos pautados según su dificultad para ser conseguidos. De acuerdo con Sanmartí et al. (1998), “la única manera de aprender a producir argumentaciones científicas es producir textos argumentativos –escritos y orales– en las clases de ciencias, discutiendo las razones, justificaciones y criterios necesarios para elaborarlas”.

Escribir exige que se analicen evidencias, se ordenen ideas y se integren los elementos que se están incluyendo en el texto con el conocimiento que se tiene acerca del tema en cuestión, contrariamente a dejar la información aislada. Esta integración podría explicar la razón por la cual la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes es significativamente mejor luego de la tarea de escribir, mucho más que luego de responder las clásicas preguntas que solo requieren una planificación “local”, que admite utilizar la información sin ser integrada (Newell, 1984). Tenemos aquí otra justificación para la enseñanza de la argumentación: favorecer la apropiación de los contenidos científicos escolares.

Sin la posibilidad de que los estudiantes hablen entre ellos, sin un espacio para el debate y la comunicación de las ideas, es difícil poder aprender los conceptos y a la vez aprender *sobre* ciencia. La argumentación es un proceso absolutamente fundamental para comprender los conceptos y teorías y para entender la naturaleza de la ciencia, convirtiéndose así en una potente estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de ésta (Ruiz Ortega et al., 2014)

La argumentación también tiene también un papel muy importante que desempeñar en el debate de temas socio-científicos y éticos. El proceso de argumentar requiere que los estudiantes sean capaces de opinar y sacar conclusiones a partir de evidencias y de comparar y evaluar sus argumentos en relación con otras posibles argumentaciones. Que los alumnos sepan distinguir un buen argumento,

razonado y justificado, de uno que no lo es, es una habilidad importante que deben aprender. (Ruiz Ortega et al., 2014)

Es útil diferenciar estos dos tipos de argumentación en la escuela, la que podríamos llamar la argumentación para la educación científica, pieza fundamental del proceso de comprensión de los conceptos y teorías y de la naturaleza de la ciencia, y la que podríamos llamar argumentación para la educación ciudadana, es decir, la argumentación sobre temas socio-científicos, medioambientales, de salud o éticos, de carácter más transversal e interdisciplinar. Y ello porque, como dice Andrée Tiberghien (2009), los procesos de legitimación de ambos tipos de argumentación en la escuela no son idénticos, ni la problemática asociada a su integración en la educación científica es la misma.

Por lo tanto, podemos mencionar tres objetivos principales en la enseñanza de la argumentación: conocimiento sobre naturaleza de la ciencia, desarrollo de la participación ciudadana y de habilidades cognitivas superiores. La argumentación en clases donde los estudiantes son parte de una comunidad de aprendizaje (Brown & Campione, 1990; Mason, 1996) puede favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, ya que los razonamientos de los estudiantes se hacen públicos y deben poder respaldarlos y sostenerlos con evidencia, evaluando explicaciones u opciones alternativas.

Sabemos de la importancia de la comunicación en un contexto educativo. Por lo tanto, resulta esencial prestar atención al desarrollo de las competencias comunicativas en estudiantes. Los docentes que crean situaciones donde los estudiantes participan en debates y discusiones sobre cuestiones socio-científicas incluyen, entre sus objetivos, el desarrollo del pensamiento crítico, vinculado al desarrollo de la ciudadanía, ya que generar ciudadanos críticos implica no sólo que utilicen la evidencia, sino que puedan reflexionar sobre problemáticas sociales relevantes para sus vidas. El pensamiento crítico es también de gran importancia para abordar y confrontar cuestiones pseudocientíficas.

Lemke (1990) hace énfasis en la importancia de promover un auténtico diálogo en las clases de ciencias, es decir, “hablar ciencias” como una forma de aprender el lenguaje de las ciencias. Lemke considera tanto a la comunicación oral como escrita como prácticas sociales. Los textos pueden ser vistos como parte de los procesos sociales involucrados en la producción de conocimiento científico, ya que la escritura

en ciencias no debe ser vista sólo como una manera de informar, si no como una construcción de datos científicos (Myers, 1990). Promover la apropiación de las prácticas epistémicas de la comunidad científica se relaciona con el objetivo de desarrollar en los estudiantes conocimientos y habilidades sobre la naturaleza de la ciencia.

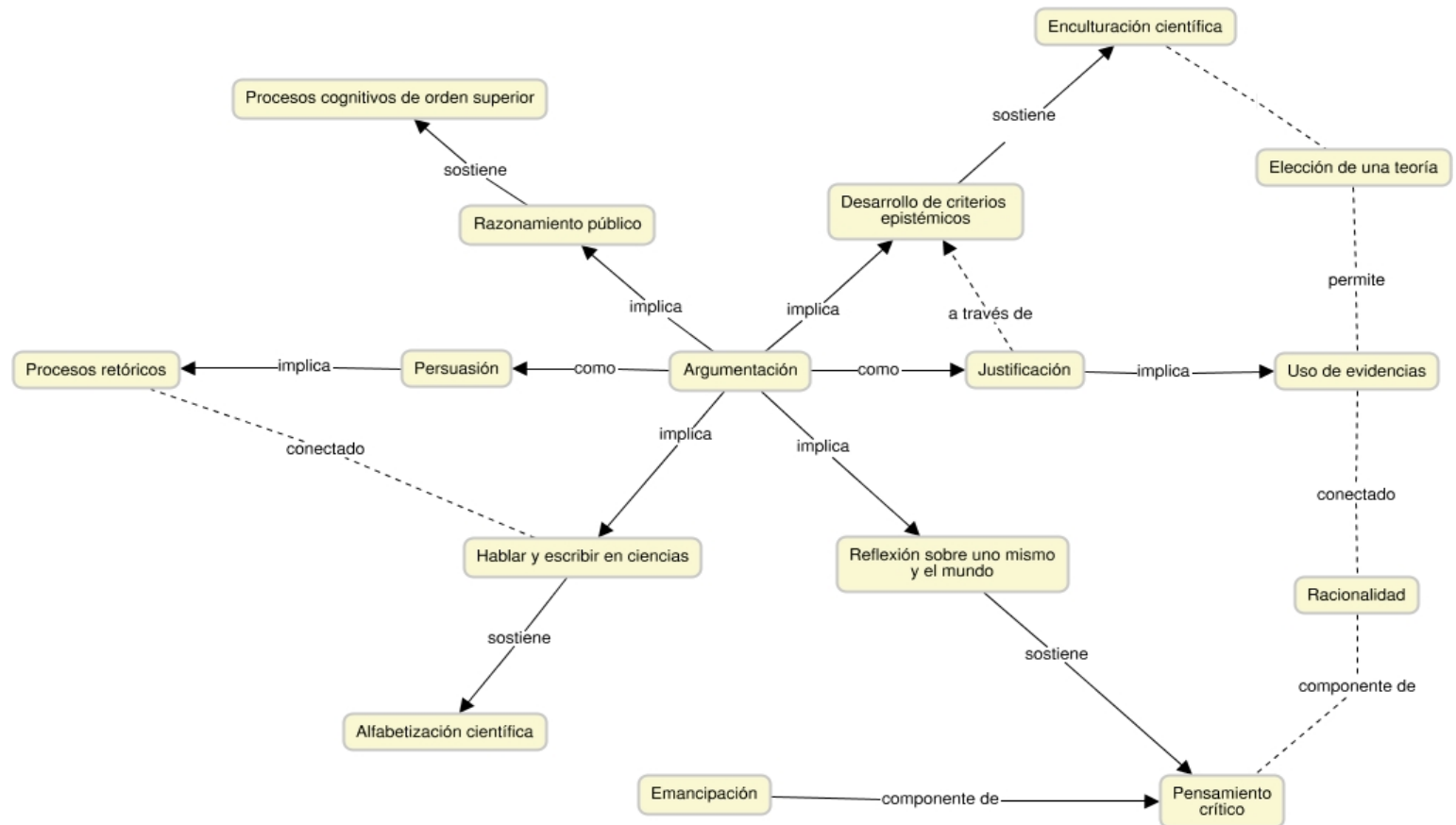


Fig. 1.1 Potenciales contribuciones de la argumentación (Adaptado de Jimenez Aleixandre y Erduran, 2007)

Para finalizar, podemos utilizar las siguientes ideas de Jimenez-Aleixandre y Erduran (2008), en las cuales resumen la potencialidad de la argumentación científica escolar en los siguientes aspectos:

- ayuda a desarrollar procesos cognitivos y metacognitivos y la modelización.
- ayuda a desarrollar competencias comunicativas, en particular el pensamiento crítico.
- ayuda a lograr la alfabetización científica, dando herramientas a los estudiantes para hablar y escribir en ciencias.
- ayuda a profundizar en prácticas científicas y desarrollar criterios para evaluar el propio conocimiento.

- ayuda a desarrollar el razonamiento, especialmente la elección de teorías o posturas basados en criterios racionales.

III. ¿Qué pasa con los estudiantes?

La mayoría de los estudiantes tiene dificultades al relacionar datos con conclusiones (Puig y Jiménez Aleixandre, 2009). Suelen afirmar consecuencias sin tener en cuenta las justificaciones teóricas. Presentan problemas para seleccionar las evidencias, ya que no pueden identificar los hechos y fenómenos y distinguirlos de las interpretaciones o de los modelos individuales (Llorens y De Jaime, 1995; Zeidler, 1997). Frecuentemente, en la clase de ciencias se presentan los conceptos y teorías como conclusiones, por lo cual los estudiantes no logran identificar qué problemas trataban de resolver los científicos en cada momento. Esta manera tradicional de plantear las clases de ciencias, dando a conocer los conceptos de forma ya “etiquetada” desde un principio, no es coherente con la forma en que se genera el conocimiento científico, ni con una concepción constructivista del aprendizaje. Si se presenta la ciencia como el producto final del proceso, pero no se reconocen los cambios que se han producido, no se podrán entender las conclusiones derivadas de las teorías. Así, diversos autores sostienen que los estudiantes no seleccionan argumentos relevantes y pertinentes desde el punto de vista científico. Tampoco saben anticipar y planificar las estrategias y operaciones necesarias para la producción del texto argumentativo. Observan dificultades para seleccionar las evidencias significativas debido a que buscan razones en sus conocimientos previos más que en los modelos de la ciencia, al no distinguir entre los hechos y sus interpretaciones, al establecer inferencias no justificadas, o al afirmar consecuencias sin tener en cuenta el contexto teórico. Por otra parte, los alumnos presentan dificultades para llegar a una conclusión significativa que concuerde con el hecho enunciado y para distinguir el nivel de significados de lo cotidiano y lo científico, de manera que en un mismo texto se mezclan los dos tipos de conocimiento. Por último, en una misma producción coexisten razones y argumentos pertinentes y coherentes, y otros que no son relevantes.

El informe de resultados de las evaluaciones PISA del año 2018 muestra lo siguiente:

GRÁFICO 7.14. Evolución de la distribución de los estudiantes por nivel de desempeño en Ciencias en Argentina



Fuente: OCDE, datos de PISA 2018.

La siguiente tabla muestra los distintos niveles de desempeño en el área de ciencias y qué tipo de tareas pueden realizar los estudiantes en cada nivel.

TABLA 7.1. Descripción de los niveles de desempeño en la escala global de Ciencias, PISA 2018

NIVELES Y PUNTAJES	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE TAREAS QUE PUEDEN REALIZAR LOS ESTUDIANTES EN CADA NIVEL
Nivel 6 707,93 puntos o más	■ Recurrir a ideas y conceptos científicos interrelacionados de las ciencias físicas, de la vida y de la Tierra y el espacio. ■ Utilizar sus conocimientos procedimentales, epistémicos y de contenidos para presentar hipótesis explicativas de fenómenos, hechos y procesos científicos nuevos, o bien para hacer predicciones. ■ Diferenciar la información relevante de la irrelevante. ■ Recurrir a conocimientos externos al programa educativo convencional. ■ Distinguir los argumentos que se basan en pruebas y teorías científicas de aquellos basados en otras consideraciones. ■ Evaluar diseños enfrentados de experimentos complejos, estudios de campo o simulaciones, y justificar las elecciones.
Nivel 5 633,33 a menos de 707,93 puntos	■ Utilizar ideas o conceptos científicos abstractos para explicar fenómenos, hechos y procesos desconocidos complejos que incluyen numerosas relaciones causales. ■ Aplicar conocimientos epistémicos más sofisticados para evaluar diseños alternativos y experimentales, y justificar las elecciones. ■ Usar los conocimientos teóricos para interpretar información o hacer predicciones. ■ Evaluar los modos de explorar científicamente una pregunta dada. ■ Identificar límites en las interpretaciones de conjuntos de datos.
Nivel 4 558,73 a menos de 633,33 puntos	■ Utilizar conocimientos de contenidos complejos o abstractos para elaborar explicaciones de hechos y procesos complejos o poco familiares. ■ Ejecutar experimentos que incluyan dos o más variables independientes en un contexto limitado. ■ Justificar un diseño experimental recurriendo a elementos del conocimiento procedimental y epistémico. ■ Interpretar los datos obtenidos de un conjunto de datos moderadamente complejo o de un contexto menos familiar, extraer conclusiones más allá de los datos y justificar las elecciones.
Nivel 3 484,14 a menos de 558,73 puntos	■ Recurrir a conocimientos de contenido moderadamente complejos para identificar o elaborar explicaciones para fenómenos familiares. ■ En situaciones menos familiares o más complejas, elaborar explicaciones con apoyo u orientación. ■ Recurrir a elementos de sus conocimientos procedimentales o epistémicos para realizar un experimento simple en un contexto limitado.
Nivel 2 409,54 a menos de 484,14 puntos	■ Recurrir al conocimiento cotidiano y a conocimientos procedimentales básicos para identificar una explicación científica adecuada, interpretar datos e identificar la pregunta que busca responder un diseño experimental simple. ■ Utilizar conocimiento científico básico o cotidiano para identificar una conclusión válida que se derive de un conjunto de datos simple. ■ Manejar conocimientos epistémicos básicos e identificar preguntas susceptibles de ser investigadas científicamente.

Nivel 1a 334,94 a me- nos de 409,54 puntos	■ Emplear conocimientos procedimentales y de contenidos básicos o cotidianos para identificar fenómenos científicos simples. ■ Empezar indagaciones científicas con no más de dos variables, con ayuda. ■ Identificar relaciones causales o correlacionales e interpretar datos gráficos y visuales de bajo nivel cognitivo. ■ Seleccionar la mejor explicación científica para los datos dados en contextos familiares.
Nivel 1b 260,54 a me- nos de 334,94 puntos	■ Emplear conocimientos científicos básicos o cotidianos para reconocer aspectos de fenóme- nos familiares o sencillos. ■ Identificar patrones simples en los datos y reconocer términos científicos básicos. ■ Seguir instrucciones explícitas para desempeñar un procedimiento científico.

Fuente: OCDE, datos de PISA 2018 y para años anteriores OCDE 2014c, OCDE 2010, OCDE 2007 y OCDE 2003.

A partir de esta información se observa que las tareas vinculadas a ejercicios argumentativos comienzan a aparecer a partir del nivel 4 (*“justificar diseños experimentales”, “justificar elecciones”, “distinguir distintos argumentos científicos”*). En estos niveles (4, 5 y 6), sólo está incluido el 5% del alumnado.

IV. ¿Qué tipo de actividades promueven la argumentación?

A partir de la lectura y búsqueda de diversas propuestas llevadas a cabo por docentes investigadores, podemos hacer una selección de aquellas actividades que promueven la argumentación.

En principio, para ejercitar el uso de pruebas es necesario diseñar actividades en las que se promueva la construcción de justificaciones a partir de pruebas y no se dé como válida una simple opinión. A su vez, este proceso de construcción de argumentos, ya sea en forma de explicaciones, toma de decisiones o crítica de un enunciado, favorece la construcción de las explicaciones científicas. Esto puede observarse, por ejemplo, cuando aun sin llamarla así, muchos docentes en vez de contentarse con que un estudiante conteste adecuadamente a una pregunta, exigen que razone su respuesta, justificando por qué la da.

Por otro lado, para poner en práctica el uso de pruebas, resulta necesario contextualizar los conceptos que se están aprendiendo en problemas auténticos, cercanos a los estudiantes. Los problemas reales presentan una complejidad que requiere integrar conocimientos teóricos con competencias, como el uso de pruebas, la selección de datos o la construcción de explicaciones. De esta manera, los estudiantes deben realizar conexiones entre lo aprendido en el aula y la vida real. Esto va de la mano con la noción de competencia mencionada anteriormente, ya que la adquisición de una competencia supone la aplicación de lo aprendido a otras situaciones.

En el marco de la ciencia escolar es muy importante la discusión de los criterios para evaluar las teorías científicas, es decir, hablar en clase de las relaciones existentes entre las hipótesis, los fenómenos, los experimentos, los modelos teóricos y la evolución de las teorías (Jiménez, 1998). En estos contextos interaccionan el uso de pruebas para evaluar el conocimiento (la competencia en usar pruebas) y el aprendizaje de las ciencias (la alfabetización científica).

La práctica de evaluar modelos vinculándolos con pruebas está relacionada con la construcción y revisión de modelos por el alumnado, actividad que persigue la apropiación de modelos científicos y que explica fenómenos como la difusión del olor de un perfume mediante el modelo de partículas, o la formación de la madera de los árboles mediante la fotosíntesis. Otro contexto de argumentación sobre explicaciones lo ofrecen las tareas en las que se solicita al alumnado que, a partir del análisis de datos, identifique las causas de un fenómeno, como las diferencias de color entre pollitos nacidos en granjas y en libertad (Jiménez, Bugallo y Duschl, 2000) o la supervivencia de unos pinzones (Reiser, 2010).

Como se mencionó anteriormente, la estrategia de enseñanza que favorece la construcción de argumentaciones es la que está centrada en la problematización y que, confrontando diferentes saberes y perspectivas, promueve el análisis del lenguaje usado como expresión de ideas, posibilitando espacios para la reflexión crítica y compartida. Vale decir que el modelo de instrucción problematizadora es el que debería sea capaz de generar espacios donde se promueva el pensar, el hacer y el debatir (De Longhi et al, 2005). El proceso de argumentación, contextualizado en un modelo de problematización guiada, promueve, orienta y permite ir enriqueciendo el diálogo entre los diferentes actores de la clase desde el debate o discusión. Dicho discurso, en el marco de una estrategia de juicio, es fundamentalmente argumentativo, de formulación, análisis y confrontación de textos orales y escritos. Allí los participantes, asumiendo un rol definido, se comprometen con una posición, afrontan la problemática y desde allí defienden estratégicamente su postura.

Por otro lado, ya que los propósitos de la enseñanza de procesos argumentativos son provocar la aparición de argumentos y contra argumentos válidos y coherentes, desde posiciones diferentes, la Educación Ambiental resulta una excelente área desde la cual trabajar la argumentación. Para la selección del tema el docente puede proponer una serie de temas de Educación Ambiental factibles de abordar y los alumnos eligen uno que resulte potencialmente polémico, atractivo, significativo para ellos. El fin es abordarlo desde una problemática actual con fuerte implicancia socio ambiental.

Muchos profesores y profesoras promueven formas de argumentación y uso de pruebas en sus clases, por ejemplo cuando solicitan a sus alumnos que justifiquen sus conclusiones, que obtengan pruebas de laboratorio y que extraigan conclusiones a partir de ellas, o cuando sugieren que apoyen sus conclusiones con pruebas. El propósito de estos recursos es ayudar al alumnado a promover la argumentación de forma sistemática y con un enfoque más estructurado.

Según Jiménez Aleixandre:

“proponer que los alumnos deberían aprender a argumentar no significa que el profesorado deba enseñarles la argumentación explícitamente. Nuestra perspectiva de cómo enseñar argumentación es a través de la práctica: hacer que el alumnado la practique. Consideramos más importante el diseño de tareas que requieran un papel activo del alumnado, y menos importante, o incluso innecesario, enseñarles la argumentación de forma explícita”.

Jiménez Aleixandre (2008)

Otras perspectivas proponen enseñar al alumnado el concepto de argumentación y los componentes de un argumento, e implicarse en ella. Ambos enfoques coinciden en la necesidad de ambientes de aula que promuevan las prácticas discursivas y la implicación de los estudiantes en diálogos y contrastes de ideas e interpretaciones.

Ahora bien, diseñar actividades adecuadas para trabajar la argumentación es sumamente necesario. Sin embargo, los docentes también deben tener conocimiento pedagógico sobre la enseñanza de habilidades cognitivas superiores.

V. ¿Qué lugar tiene el desarrollo de la argumentación en los *Diseños Curriculares para la Educación Superior* de la Provincia de Buenos Aires?

En el presente trabajo se han analizado los Diseños Curriculares para el Profesorado de Biología con vigencia desde el año 1999 hasta el 2017 y la versión preliminar elaborada en ese mismo año.

En la primera versión encontramos referencias a los procesos argumentativos en su introducción, llamada **Marco Pedagógico Didáctico**, en la cual sugiere que *“la función del docente no es desarrollar explicativamente los contenidos, sino plantear estrategias para que el alumno pueda abordarlos por sí mismo. En esta concepción, la reflexión y el análisis crítico son procedimientos pertinentes para el desarrollo de las clases. La consulta bibliográfica y su discusión grupal, la **argumentación** y contraargumentación, la resolución de problemas a libro abierto, son ejemplos de*

actividades que concuerdan con la índole de las estrategias señaladas". En segundo lugar, la argumentación es mencionada en la asignatura Perspectiva **Filosófico Pedagógica**, correspondiente al segundo año de la carrera. La misma se menciona dentro de los contenidos como parte del eje "*Pensamiento, lenguaje y educación*", donde aparece como "*Procedimientos de argumentación*" (que, desde luego, es diferente a lo que conocemos como argumentación científica escolar). Luego, la argumentación no es mencionada en ninguna otra sección del documento: ni dentro de los contenidos de ninguna asignatura, ni en las expectativas de logro.

El Diseño Curricular preliminar para el Profesorado de Biología presenta un enfoque en el cual la argumentación pareciera estar presente en varias asignaturas, cuando en los propósitos podemos leer: "*Generar situaciones de debate para analizar evidencias y argumentaciones de las teorías biológicas*", "*Crear situaciones tendientes a la argumentación e interpretación de la materia y sus transformaciones en el marco de las Leyes y Teorías de la Química*", "*Ofrecer argumentos para el análisis de los distintos métodos empleados para el estudio celular*", "*Proponer a través de la contrastación y comparación los mismos replanteos y cuestionamientos que se hicieron los estudiosos de otra época en la búsqueda de la verdad, de modo que favorezcan la interpretación de las argumentaciones científicas de hoy*", "*Ofrecer argumentos que coadyuven al buen desarrollo y concreción de las trayectorias educativas*". (Diseño Curricular Preliminar para el Profesorado de Biología, 2017)

DE CARA AL FUTURO: ARGUMENTACIÓN Y MODELIZACIÓN

A partir de los resultados, resulta interesante pensar en una propuesta para la formación de futuros docentes de biología que combine la línea de trabajo sobre argumentación con la de modelización científica escolar, ya que ambas líneas están conectadas a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (es decir, de algunos contenidos metacientíficos sobre qué es la ciencia y cómo se elabora) (Adúriz Bravo, 2017).

De acuerdo con Adúriz Bravo (2010) "A partir de la introducción de los "modelos mentales" en el programa de trabajo de ideas previas y cambio conceptual en los años '80, se fue gestando la propuesta de una enseñanza de las ciencias "basada en modelos" (Justi, 2006), que quedó fecundada cuando, desde nuestra disciplina, fuimos a buscar en la filosofía de la ciencia semantista del último cuarto del siglo XX nuevas conceptualizaciones sobre el constructo de modelo (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003)."

¿Qué se entiende por modelo en las ciencias naturales?

Para Reiser, un modelo es una representación abstracta y simplificada de un sistema que hace visibles sus rasgos fundamentales y puede usarse para explicar y predecir fenómenos científicos. La modelización científica es una práctica de la ciencia que pone en juego desempeños como construir, usar, revisar y evaluar modelos y conocimiento sobre la función de los mismos. La construcción y evaluación de modelos a la luz de las pruebas son prácticas esenciales en el trabajo científico y han llevado a establecer, por ejemplo, el modelo corpuscular de la materia, el de selección natural, el de tectónica de placas o el de flujo de energía y ciclo de materia en los ecosistemas (Puig, 2010).

Los modelos y la modelización tienen una importancia clave en muchos contextos científicos. Constituyen uno de los principales instrumentos de la ciencia moderna y son esenciales en la práctica científica, pues sirven para aprender sobre las teorías científicas y el mundo. Aunque los modelos no se ajusten con perfección a todos los detalles del objeto al que se refieren, pueden proporcionar una información útil y profunda sobre su funcionamiento (Giere, 1999a).

(Acevedo Diaz et al., 2017)

Debe darse oportunidad a los estudiantes de que participen en la modelización, creando modelos, contrastándolos con pruebas y experimentos; es decir, la participación del alumnado en las prácticas científicas de construir, evaluar y revisar modelos, y de argumentar, proceso que se centra en muchos casos en la identificación de las causas de un fenómeno determinado (Puig, 2010).

“La modelización en el aula se desarrolla haciendo, pensando y comunicando (Izquierdo, 2014) e implica que los alumnos participen activamente de una práctica de construcción de modelos desarrollando un tipo de razonamiento y discurso "científico", que incluye aspectos como el diálogo crítico, el análisis de la correspondencia entre el fenómeno y el modelo o la discusión de modelos contradictorios (Garrido-Espeja, 2016)” (Solé et al., 2019).

¿Cómo se integran la modelización y la argumentación en la enseñanza de la biología?

En el marco de la modelización, el objetivo de la argumentación es evaluar modelos para determinar cuál es más apropiado. Los procesos argumentativos, entonces, pueden describirse como secuencias donde se presentan y verifican las similitudes de uno o varios modelos con la realidad a través de los datos empíricos. La

pregunta que surge es cómo puede determinarse la similitud entre el modelo y la realidad. De acuerdo con Giere, esto puede hacerse generando predicciones a partir del modelo, que luego se relacionarán con los datos existentes: “una hipótesis es una afirmación que dice que un determinado modelo encaja en un sistema en particular más o menos bien (Giere 2010, p. 271). Desde esta perspectiva, los argumentos pueden entenderse como indicadores a favor o en contra de la pertinencia de un modelo de acuerdo a su coherencia lógica o en comparación con los datos empíricos. (Botcher y Meisert, 2011 – mi traducción)

Por lo tanto, la argumentación puede describirse como “un proceso de evaluación crítica de modelos, en el sentido de una verificación de la pertinencia de uno o varios modelos rivales de acuerdo a su coherencia lógica y la información empírica disponible.” (Botcher y Meisert, 2011 – mi traducción).

Realizar actividades en las que se trabajen de forma integrada la modelización y la argumentación puede ser beneficioso en el aprendizaje de las ciencias. Por un lado, favorece que puedan crear y apoyar sus conclusiones, lo cual contribuye a que desarrollen explicaciones más consistentes, y también permite la adquisición de un conocimiento profundo sobre los contenidos a tratar, ya que deben emplear los principios, o los modelos, científicos que poseen para explicar los fenómenos (Anaya, 2015). Además, desarrollar ambas prácticas, modelización y argumentación, provee un andamiaje para que el alumnado desarrolle mejores argumentos, pues se ven forzados a apoyar sus modelos con justificaciones. En conclusión, desarrollar propuestas didácticas en las cuales se trabajen ambas prácticas conjuntamente favorece que los estudiantes adquieran y apliquen el conocimiento científico mediante la explicación de los fenómenos y lo refinan siendo capaces de justificarlo y de persuadir a sus compañeros a través de la argumentación (Anaya, 2015).

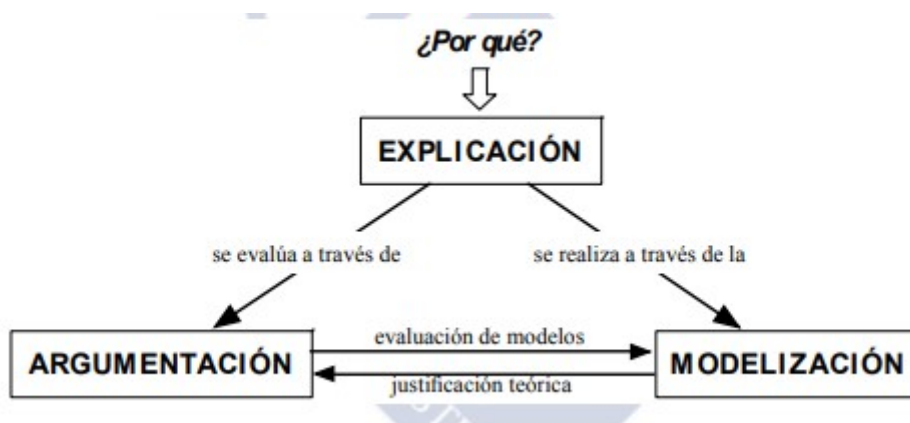


Fig. 1.2 Relaciones entre la explicación, la modelización y la argumentación (Extraído de Blanco Anaya, 2015)

Ejemplo de una propuesta didáctica para trabajar la modelización y la argumentación.

La siguiente propuesta está basada en las ideas de Couso y Garrido-Espeja (2017) acerca de las distintas etapas del proceso de modelización. Solé et al. (2019) utilizan el ciclo de modelización propuesto por estas autoras y analizan una unidad didáctica sobre la energía, llamada “*Energía y emociones*”, referente al modelo de energía y contextualizada mediante el caso de las montañas rusas.

<i>Fases del ciclo de modelización</i>	<i>Ejemplos de actividades de una Unidad Didáctica</i>
1. Presentación de un fenómeno cotidiano y el planteamiento de una pregunta guía que requiera de una explicación.	Lectura de un diálogo donde se plantea una pregunta: <i>¿se podría construir una montaña rusa en el patio de la escuela?</i>
2. Pedir la expresión explícita del modelo inicial (ej. elaboración de dibujos) o utilizar el modelo inicial implícito (elaboración de hipótesis, primeras explicaciones, etc.)	Se propone describir diferentes tipos de montañas rusas y explicar qué las hace funcionar.
3. Poner a prueba el modelo facilitando la obtención de pruebas o profundizando en la exploración del fenómeno.	Se propone diseñar y construir una montaña rusa, con un tubo y una bala, para que la bala sea capaz de llegar al punto final. Se pide describir y explicar qué creen que hace mover la bala.
4. Generar y / o aportar nuevos puntos de vista o información teórica utilizando la visión experta (simulación, expresiones sofisticadas del modelo) o favoreciendo la comparación de ideas equivalentes (discusión entre iguales, ejemplificación)	A partir de información teórica aportada, se pide al alumnado clasificar las diferentes etapas del movimiento.

de ideas).	
5. Facilitar la estructuración de las ideas individuales en un modelo final consensuado y compartir el Modelo Científico Escolar.	Se pide al alumnado escribir un resumen para algún compañero / a que no haya podido venir a clase sobre los tipos de cambios.
6. Promover la transferencia para aplicar el modelo a nuevas situaciones o fenómenos.	Se pide identificar y explicar los diferentes cambios producidos en el caso de un motor que mueve una turbina.

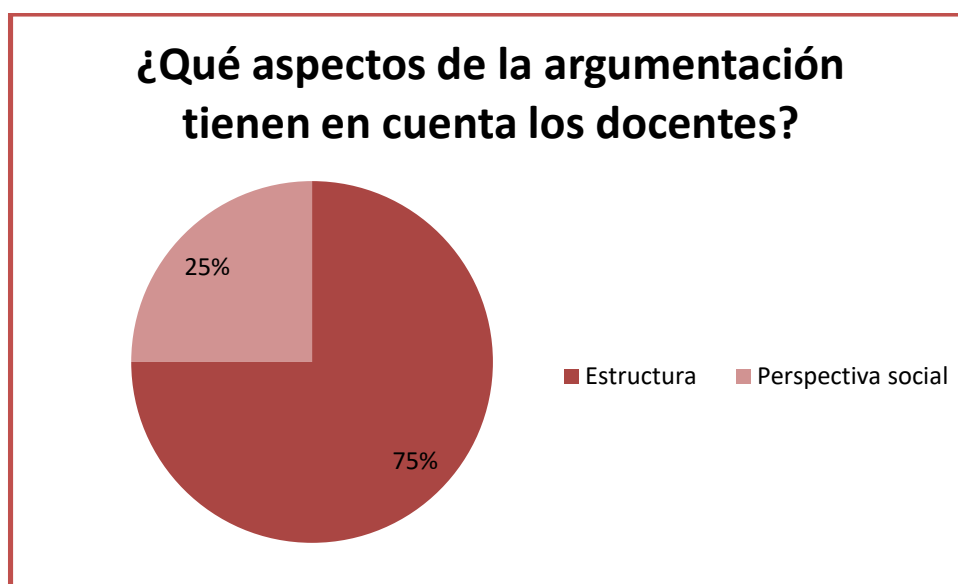
Fig. 1.3. Descripción de las fases del ciclo de modelización y un ejemplo correspondiente a una actividad de la unidad didáctica analizada.

En esta propuesta se observa cómo en las etapas 3, 4, 5 y 6 del ciclo de la modelización los estudiantes deben construir argumentos basados en las pruebas disponibles, eligiendo y consensuando cuál será el modelo científico que se utilizará.

RESULTADOS

Se realizó una lectura de las respuestas a las tres preguntas del cuestionario. En ellas se identificaron palabras y frases claves vinculadas con los aspectos a analizar en cada una (modélico y didáctico). En la pregunta 1, se tuvieron en cuenta la importancia dada a la estructura y al aspecto social de la argumentación. Además, se analizó cuántas de las respuestas hacían mención al uso de pruebas en este proceso. En la pregunta 2 se estableció una clasificación de aquellos criterios que los docentes consideran que favorecen la argumentación. Por último, en la pregunta 3 se analizaron las respuestas en función de qué tipo de actividades fueron mencionadas como promotoras de los procesos argumentativos en las clases de ciencias. A continuación se presentan los resultados de este análisis.

- **Pregunta 1. Si te invitaran a dar una charla en un evento sobre argumentación en clase de ciencias, ¿qué explicación darías de lo que supone argumentar en clase de ciencias?**



A partir de las respuestas, se observa que un 75% de los docentes que participaron del cuestionario eligieron explicaciones que sólo consideran el aspecto estructural de la argumentación. Ejemplos de este tipo de respuestas son “*Hablaría de lo que debe contener una argumentación: una introducción, las razones y un cierre*”, “*Argumentar en clase supone dar bases sólidas con respecto a un enunciado que se*

relaciona con un hecho. Presentar datos medibles y concretos que respalden lo que se está argumentando”, *“Argumentar implica exponer ideas fundadas en bases teóricas”*.

El restante 25% tuvo en cuenta el aspecto social de los procesos argumentativos, en respuestas como *“Implica un discurso que convenza a otros”*, *“Dar razones intentando convencer o persuadir a quien escucha”*, *“Supone utilizar ideas adecuadas al público al que se dirige”*.

De acuerdo con los modelos presentados inicialmente, podemos afirmar que la mayoría de los docentes presentan una postura toulminiana, es decir, no tienen en cuenta al receptor ni la finalidad con la que esa argumentación se emite.

Si tomamos en cuenta las componentes propuestas por Agustín Adúriz Bravo (2008, 2010, 2012), tres cuartas partes de los docentes encuestados sólo tiene en cuenta la componente lógica y, en algunos casos, la teórica.

Estas observaciones serán retomadas más adelante, ya que esta visión basada en la estructura de la argumentación se manifiesta en las actividades propuestas a los estudiantes.

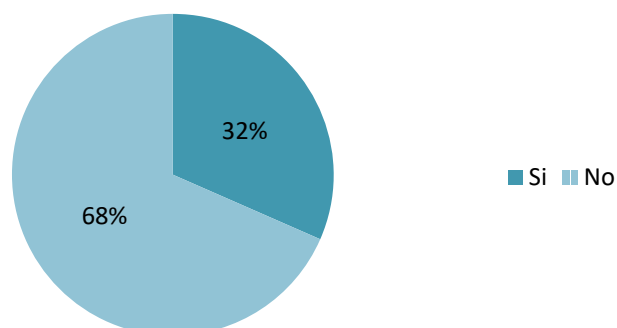
Por otro lado, el 68% de los docentes no menciona el uso de pruebas en la argumentación. Dentro de este porcentaje se incluyen docentes que hablan de *“dar su postura”*, *“dar razones”*, *“dar explicaciones claras”*, *“dar argumentos a favor o en contra”*, *“imponer un concepto sobre otro”*, *“decir el por qué de un fenómeno”*. En ninguno de esos casos se menciona la importancia de utilizar evidencias para construir el discurso argumentativo.

Cabe destacar que en ningún cuestionario aparecen las palabras “pruebas” o “evidencias”. Sólo un 32% habla de algo que (se infiere) podría ser similar: *“datos concretos que respaldan mi discurso”*, *“usar bases sólidas”*, *“basarse en fuentes confiables”*.

Asimismo, solo 2 docentes del total de encuestados mencionaron en sus explicaciones sobre lo que significa argumentar, la importancia que ésta tiene para acercar a los estudiantes al modo de hacer ciencia, es decir, para brindarles un mayor acercamiento a la naturaleza de la ciencia.

Para finalizar, esta primera pregunta nos presenta docentes que priorizan el aspecto estructural de los textos argumentativos (o al menos omiten la visión social de los mismos) y que poco tienen en cuenta el uso de pruebas o evidencias en la construcción de este tipo de discurso.

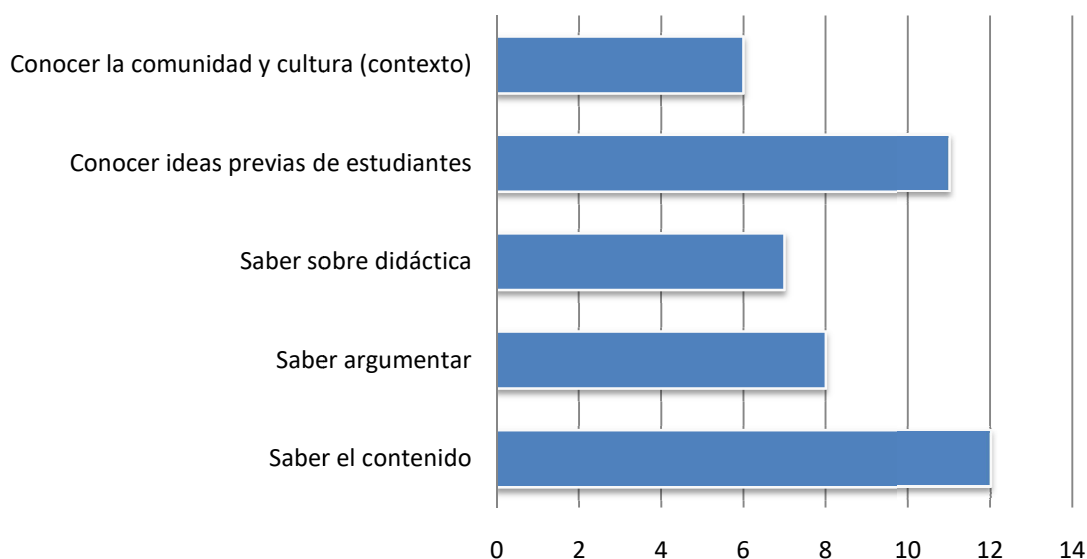
Mención del uso de pruebas en la argumentación



En segundo lugar, un 32% de los docentes encuestados menciona el uso de pruebas utilizando sinónimos como “datos concretos que respalden lo que se argumenta”, “citar fuentes confiables”, “debe estar avalada”. Cabe destacar que las palabras “prueba” o “evidencia” no fueron mencionadas por ninguno de los docentes encuestados. El 68% restante no hace mención a la necesidad del uso de pruebas en la argumentación, lo cual resulta fundamental en los procesos argumentativos: uno de los aspectos en los que todos los modelos de argumentación coinciden es en la necesidad de utilizar evidencias para sostener los enunciados.

- **Pregunta 2. Expresa dos criterios/factores que debe tener en cuenta un docente para desarrollar la argumentación en clase de ciencias.**

¿Qué criterios debe tener en cuenta el docente para desarrollar la argumentación?

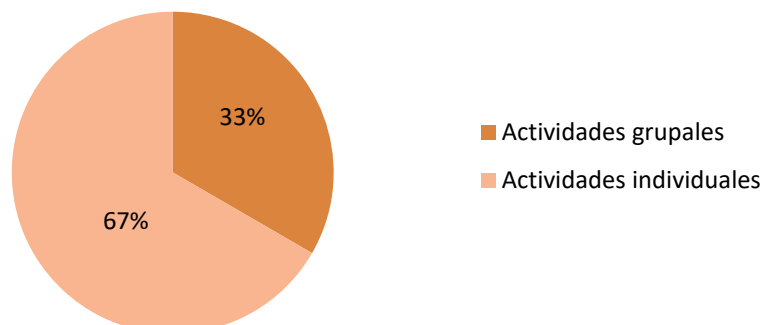


A partir de todas las respuestas de los docentes, se elaboraron estas cinco categorías que incluyen ampliamente los criterios individuales elegidos por el profesorado.

En esta pregunta, encontramos similitudes en cuanto a la cantidad de docentes que eligió cada uno de los criterios. Sin embargo, el criterio más mencionado fue “conocer el contenido” y del que menos se habló fue sobre “conocer el contexto”. Si vinculamos esta respuesta con la anterior, continuamos encontrando que la mayoría de los docentes no tiene en cuenta el contexto ni los destinatarios a los cuales estará destinada la argumentación.

- **Pregunta 3. Si uno de los objetivos de tus clases es promover la argumentación en los estudiantes, describe brevemente dos actividades que pueden favorecerla. Explica por qué elegiste cada una de ellas.**

¿Qué actividades pueden favorecer la argumentación?



Dentro de las actividades grupales, podemos mencionar:

- Debates o actividades del tipo “explicar a otra persona que no sabe del tema”.

Dentro de las actividades individuales se mencionaron:

- Pensar en un argumento, escribir un texto argumentativo (sin mencionar a ninguna audiencia en particular), resolver una situación problemática, justificar actividades del tipo “Verdadero o Falso”, leer ejemplos de argumentaciones.

Estas respuestas también muestran una correlación con las anteriores: si los docentes no consideran el aspecto social de la argumentación, al enfocarse principalmente en su estructura, y el conocimiento del contexto no tiene especial relevancia para ellos, no resulta llamativo que las actividades propuestas sean en su mayoría de resolución individual, sin que haya intercambio con otros estudiantes.

CONCLUSIONES

El presente trabajo comenzó planteando dos preguntas acerca de qué concepciones y conocimientos sobre la argumentación presentan los docentes y cómo enseñan los procesos argumentativos. A partir de los datos obtenidos, podemos concluir que la mayoría de los docentes encuestados poseen una visión de la argumentación donde la importancia está puesta en la estructura y no en su finalidad de convencer a un receptor (es decir, su carácter social). Por lo tanto, esta visión parecería tener como consecuencia la propuesta de actividades de resolución individual, en las cuales difícilmente se presenten momentos de interacción, discusión y construcción con otros.

Las dos hipótesis propuestas para responder a las preguntas iniciales están vinculadas con la falta de formación sobre esta temática en los institutos de formación de profesorado y la falta de tiempo de los docentes para dedicarse a trabajar los procesos argumentativos en sus clases. A partir del análisis del Diseño Curricular para la Educación Superior de la Provincia de Buenos Aires vigente desde el año 1999, se observa que la argumentación no es parte de los objetivos de enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto, se puede suponer que los profesores y profesoras que están en ejercicio en este momento no tuvieron formación suficiente en esta temática.

En conclusión, resulta fundamental abordar la enseñanza de la argumentación a los profesores en formación inicial para favorecer que en sus prácticas implementen estrategias a favor de desarrollar la argumentación en estudiantes de educación secundaria y media. Los desafíos más relevantes que se deben afrontar en el marco de la educación en ciencias se relacionan con cómo generar programas de formación docente para trabajar los procesos argumentativos (Archila, 2012).

La inclusión de contenidos argumentativos contribuiría al mejoramiento de la calidad de la formación de profesores de ciencias, en la medida en que no se conciben las formas de argumentación de los futuros profesores de ciencias como una “técnica” (Texeira, 2010) de la didáctica de las ciencias sino como algo más complejo que sugiera un estudio riguroso y profundo acerca de las formas de argumentación empleadas por los profesores en formación, con lo cual se busque generar un conocimiento que forme parte de aquellos que son la base de la formación de los futuros profesores de ciencias y por tanto de la organización curricular dedicada a este fin.

(Archila, 2012)

Aún quedan preguntas por responder que podrían ser la base de futuras investigaciones sobre esta temática:

- ¿cómo generar propuestas de formación docente donde se trabaje la argumentación?
- ¿qué pasa con los conocimientos sobre argumentación en los formadores de formadores?
- ¿de qué manera podría acortarse la brecha existente entre la teoría generada en el marco de la investigación en didáctica de las ciencias y su puesta en práctica en las clases?

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Díaz, J.A, García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M, M., y Oliva-Martínez, J.M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica*, 30 (3), 155-166.
- Adúriz Bravo, A. (2017). Puentes entre la argumentación y la modelización en la enseñanza de las ciencias. Trabajo presentado en *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Sevilla.
- Archila, P. (2012). La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencias *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, ISSN-e 1697-011X, Vol. 9, Nº. 3, págs. 361-375.
- Blanco Anaya, P. (2015). Modelización y argumentación en actividades prácticas de geología en secundaria. TESIS de DOCTORADO. Programa de Doutoramento de Didáctica das Ciencias Experimentais e da Matemática, Santiago de Compostela.
- Böttcher, F. y Meisert, A. (2011). Argumentation in science education: a model-based framework. *Sci & Educ.* 20:103-140.
- Bravo, B. y Jiménez-Aleixandre, M. (2010). ¿Salmones o sardinas? Una unidad para favorecer el uso de pruebas y la argumentación en ecología. *Alambique*. 63. 19-25.
- Caamaño Ros, A. (2010) Argumentar en ciencias. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, ISSN 1133-9837, Nº 63, 2010 (Ejemplar dedicado a: Argumentar en ciencias. Un elemento esencial para la educación científica y ciudadana), págs. 5-10.
- Campaner, G. y De Longhi, A. (2007) La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 6, Nº 2, 442-456.

- Erduran, S. y Jiménez – Aleixandre, M. (2007). *Argumentation in science education: perspectives from classroom – based research*. Santiago de Compostela: Springer.
- Garcia, L. (2017). Concepciones sobre argumentación de futuros docentes de Biología. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, [en línea], nº Extra, pp. 2335-42, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/336854> [Consulta: 13-10-2020].
- Henao, B. y Stipcich, M. S. (2008) Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, ISSN-e 1579-1513, Vol. 7, Nº 1.
- 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: revista de investigación y experiencias didácticas*, [en línea], Vol. 21, nº 3, p. 359, <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21944> [Consulta: 13-10-2020].
- Puig, Blanca. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 16. 11-18.
- Revel Chion, A., y Adúriz-Bravo, A. (2019). Modelización y argumentación en la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, 0 (5), 3-6.
- Ruiz Ortega, F. et al. (2015) La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 629-646.
- Ruiz Ortega, F. (2018). Relaciones de cooperación y especialización entre la argumentación y múltiples lenguajes en la clase de ciencias. *Didacticae*.

Revista de Investigación en Didácticas Específicas., ISSN-e 2462-2737, N°. 5, 2019, págs. 57-72.

- Sardá Jorge, A.; Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), pp. 405-422.
- Sari, I. J., & Islami, R. A. Z. E. (2020). The Effectiveness of Scientific Argumentation Strategy towards the Various Learning Outcomes and Educational Levels Five Over the Years in Science Education. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 1(2), 52-57.
- Solé, C., Rodríguez, M. I. H., & Bargalló, C. M. (2019). El ciclo de modelización como herramienta de análisis de una unidad didáctica sobre energía. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, (5), 43-56.
- Taylor, S. J., y Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Barcelona: Paidós.