

Desarrollo de habilidades argumentativas a través de una Unidad Didáctica en la Formación Inicial de docentes de Física

Development of Argumentative Skills through an Instructional Unit in the Initial Training of Physics Teachers

Gonzalo Campos Moncada^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Dr. Carlos Lorca Tobar 964, CP 8380494, Santiago, Chile.

*E-mail: gonzalo.campos.moncada@gmail.com

Resumen

La argumentación científica es crucial en la construcción y evaluación del conocimiento científico, y tiene un gran potencial en la educación. Sin embargo, no se proveen de oportunidades sistemáticas para desarrollar la habilidad en los estudiantes, por la falta de formación docente. Esta investigación busca evaluar el impacto de una Unidad Didáctica en la habilidad argumentativa de estudiantes de Pedagogía en Física y sus percepciones sobre la argumentación en ciencias, utilizando una metodología mixta. Se realizó una intervención en un curso de Mecánica de primer año en una universidad pública de Santiago de Chile. Los resultados muestran que, aunque los futuros docentes demuestran un alto manejo conceptual, tienen dificultades para articular evidencias y justificaciones en sus conclusiones. Aunque comprenden mejor la importancia de argumentar en ciencias, no se observó una mejora significativa en su habilidad argumentativa. Sin duda que, en la medida que se continúe explorando y promoviendo este tipo de instancias, se podrán establecer bases más sólidas para la formación de futuros docentes de Física en argumentación científica.

Palabras claves: Argumentación científica; Formación inicial docente; Habilidad argumentativa; Percepciones sobre la argumentación científica; Aprendizaje de la Mecánica.

Abstract

Scientific argumentation is crucial in the construction and evaluation of scientific knowledge and has significant potential in education. However, systematic opportunities to develop this skill in students are lacking due to insufficient teacher training. This research aims to evaluate the impact of a Didactic Unit on the argumentative skills of Physics Education students and their perceptions of argumentation in science, using a mixed-methods approach. An intervention was conducted in a first-year Mechanics course at a public university in Santiago. The results show that while students demonstrate strong conceptual understanding, they struggle to articulate evidence and justifications in their conclusions. Although they better understand the importance of arguing in science, no significant improvement in their argumentative skills was observed. Continuously exploring and promoting such initiatives could establish a stronger foundation for training future Physics teachers in scientific argumentation.

Keywords: Scientific argumentation; Initial Teaching Training; Argumentative skill; Perceptions of Scientific Argumentation; Learning of Mechanics.

I. INTRODUCCIÓN

En una sociedad saturada de información (real y falsa), es crucial que los individuos desarrollen herramientas que permitan a los participantes de la sociedad evaluar críticamente la información y las afirmaciones que se puedan encontrar tanto en redes sociales como en distintos medios de comunicación (Puig, Blanco-Anaya y Pérez-Maceira, 2021) lo que exige, como plantean Driver, Leach, Millar y Scott (1996), que la educación científica debería ocuparse no sólo del conocimiento de hechos científicos, sino también de brindar lugar al proceso de razonamiento crítico y argumentativo que permita a los estudiantes entender la ciencia como un medio de conocer. Como respuesta a esta necesidad, la argumentación científica se ha propuesto como una práctica científica que consiste en evaluar el conocimiento en base a las evidencias y justificaciones disponibles (Jiménez y Díaz de Bustamante, 2003), convirtiéndose en una herramienta pedagógica sólida para promover conocimientos conceptuales y una adecuada alfabetización científica.

A pesar de la importancia de la argumentación científica en la educación (OECD, 2019), muchos estudiantes no tienen oportunidad para desarrollar estas habilidades (Larraín, Freire y Howe, 2014), debido a la falta de formación específica de los docentes y la ausencia de ejemplos claros de situaciones de aprendizaje en el currículo nacional (Ministerio de Educación de Chile, 2015). En esa línea, para Larraín *et al.* (2021) la argumentación es una competencia compleja que implica varias capacidades a enseñar, que se suelen suponer como adquiridas, siendo que incluso para docentes expertos representa un desafío, lo cual es problemático pues los programas de formación docente en Chile se focalizan escasamente en argumentación (Cofré *et al.*, 2010), mientras que Hernández-Silva, López-Fernández, González-Donoso y Tecpan-Flores (2018) presentan evidencias de la débil articulación entre la formación pedagógica y de la disciplina, que podría ser una dificultad para el desarrollo efectivo del conocimiento pedagógico del contenido del futuro profesor.

Para implementar la argumentación en las aulas de ciencias, es necesario un cambio significativo en las metodologías de enseñanza, promoviendo su práctica en la formación docente (Ramos, Stipcich, Domínguez y Mosquera, 2017). Al respecto, Larraín y Burrows (2020) proponen que es posible aprender a argumentar pertinentemente mediante acciones explícitas y deliberadas para ello, por lo que es crucial fomentar esta habilidad en los docentes en formación, diseñando y evaluando programas de desarrollo profesional que apoyen el desarrollo de competencias específicas argumentativas. Por su parte, Simon, Erduran y Osborne (2006) destacan la importancia de no solo enseñar a argumentar, sino también de involucrar al docente en la reflexión y análisis de sus concepciones sobre el papel de la argumentación en la ciencia y la educación científica.

A partir de estos antecedentes, se plantea el objetivo general de esta investigación: *“Evaluar el impacto de una Unidad Didáctica en la habilidad de argumentar científicamente de futuros docentes de Física y en las percepciones que éstos tienen sobre el papel de la argumentación en la construcción del conocimiento científico”*.

II. MARCO DE REFERENCIA

Tanto profesores como estudiantes tienen cierta tendencia a matematizar la física, confundiéndola con la mera aplicación de fórmulas y algoritmos a los conceptos y teorías físicas (Karam y Olivera, 2012), lo que se traduce en que algunos estudiantes manipulen fórmulas sin una comprensión profunda de los conceptos físicos involucrados en ellas. Para Wainmaeir y Fleisner (2015), el problema no radica en interpretar correctamente los formalismos, símbolos y operaciones matemáticas, sino que se ignora el contenido físico que sus resultados implican.

Por lo tanto, antes de centrarse en los procedimientos algorítmicos y algebraicos, García-Quintero y Villamizar Suárez (2017) recomiendan orientar la enseñanza hacia un dominio que les permita comprender las leyes y la explicación de los fenómenos físicos, donde la argumentación podría jugar un papel relevante. Los docentes de ciencias deben hacer creíble las explicaciones asociadas a los fenómenos naturales estudiados (Fagúndez y Castells, 2012) en base a estrategias argumentativas. Al respecto, Osborne y Patterson (2011) distinguen entre explicar y argumentar, pues la primera busca la comprensión de un modelo propuesto, mientras la segunda busca (además) la persuasión del modelo propuesto.

No se debe suponer que estas estrategias argumentativas se encuentran desarrolladas en un profesor en formación, por lo que, para cultivar en éstos la capacidad de evaluar críticamente la información, es esencial plantearles contextos

donde puedan practicar y perfeccionar sus habilidades argumentativas, donde es crucial la orientación ofrecida por los docentes. Archila (2016) propone que, para promover esta habilidad en los futuros docentes se deben considerar tres estadios, complementado por otro estadio de elaboración propia.

A. ¿Qué es argumentar en una clase de ciencias?

Es importante que los futuros docentes de ciencias comprendan que la argumentación desempeña un papel fundamental en la construcción del conocimiento científico, pues al ser sometido al escrutinio de la comunidad, la argumentación es mediadora para la construcción y evaluación de las relaciones entre los modelos científicos y las evidencias que los sustentan (von Aufschnaiter, Erduran, Osborne y Simon, 2007). En este intercambio, se busca determinar si el modelo planteado es la mejor descripción del fenómeno, entendiendo que quien argumenta debe no buscar únicamente forzar a su interlocutor o imponerle creencias o actitudes a través de la manipulación, sino hacerle ver que es lógico, razonable adoptar una creencia y/o actitud a partir de un argumento en particular (Plantín y Muñoz, 2011).

B. ¿Para qué argumentar en una clase de ciencias?

Si bien es relevante que aprendan a argumentar, también es muy relevante que puedan convencerse de los múltiples aportes que la argumentación puede brindar a la educación científica. Al respecto, Mansilla y Beltrán (2013) señalan que las creencias o percepciones tienen una estrecha relación con las estrategias didácticas que se implementan, por tanto, una modificación de éstas en los futuros docentes podría desembocar en un docente que proponga argumentación en el aula o no. En esa línea, alfabetizarse sobre los procesos de construcción y evaluación del conocimiento científico permite cuestionar la idea del saber científico como una verdad absoluta, al entender que se trata de un proceso que se actualiza y corrige a sí mismo, lo que desencadenaría en que el profesorado adquiriera una imagen más adecuada de ciencia y le brindaría herramientas para lograr, con sus estudiantes, la construcción de una noción de ciencia inacabada donde el debate tiene lugar (Stipcich, Islas y Domínguez, 2006), haciéndoles parte de la cultura científica (Driver, Newton y Osborne, 2000). Por otro lado, la argumentación permitiría un aprendizaje conceptual más profundo y duradero por parte de los estudiantes, al exigir una relación clara entre evidencias y conclusiones, así como también ofrece un espacio metacognitivo a través de acciones en la clase de ciencia como refutar posiciones, evaluar, solicitar otras intervenciones o argumentos que justifiquen puntos de vista expuestos, se consigue que se hagan más conscientes de los mecanismos de construcción de conocimiento (Domínguez, 2013).

C. ¿Cómo promover argumentación en una clase de ciencias?

Más que presentar una receta de pasos a seguir para promover la argumentación en la formación inicial, Archila (2016) sugiere considerar elementos claves presentes en la literatura revisada, que indican que es necesaria que las actividades exijan explícitamente tomar una postura y proponer argumentos que la sustenten, por medio del uso de debates, controversias de la Historia de la Ciencia o escritura argumentativa.

Sánchez (2009) sostiene que un texto científico no es sólo un registro objetivo de un fenómeno, sino un constructo imprescindible para el desarrollo de la ciencia, debido a que brinda la posibilidad de someterlo al examen crítico de una comunidad (en este caso, profesores o compañeros). En ese sentido, una particularidad de la argumentación escrita es que el hablante debe anticipar a la audiencia y su contexto para convencerlos, lo cual permite que tengan un tiempo de planificación del argumento. Para facilitar el aprendizaje de la argumentación escrita es primordial enfatizar en el concepto científico y procedimientos de la argumentación, empleando buenos ejemplos de textos auténticos de la disciplina o producidos por estudiantes (Bañales, Vega, Araujo, Reyna y Rodríguez, 2015).

D. ¿Cómo evaluar argumentación en una clase de ciencias?

Si bien es posible enseñar a argumentar pertinentemente, se requiere retroalimentación precisa que permita a los estudiantes comprender qué aspectos debe mejorar, por lo que resulta muy útil proponer una progresión de aprendizajes, en la que se incluya tanto la comprensión de argumentos, como la producción de éstos (Larraín *et al.*, 2014). La tradición educativa ha recurrido al modelo estructural de Toulmin (1958), que ofrece un esquema analítico para evaluar argumentos, centrado en elementos esenciales como evidencias, justificaciones y conclusiones. No obstante, Driver *et al.* (2000) propone otra perspectiva pues cree que el modelo de Toulmin no reconoce la

interdependencia entre los aspectos lingüísticos y los contextuales, alejado de aspectos situacionales, socioculturales y cognitivos de los sujetos involucrados en la construcción de los argumentos.

En conclusión, la argumentación juega un papel vital en la formación de un docente de Física, primero, para evitar reducir la física a la manipulación matemática de los modelos físicos, segundo, para entender las explicaciones conceptuales que sustentan los modelos, y tercero, para entender los límites de aplicación de estos modelos y comprender la falibilidad de éstos en ciertos contextos.

III. MARCO METODOLÓGICO

Se trata de una variante de Investigación-Acción, que se caracteriza por iniciar con la observación (estudiante y ayudante del curso, del mismo programa de Pedagogía) y la posterior propuesta en el contexto del curso disciplinar “Introducción a la Mecánica”. Para Creswell (2014), *“la Investigación-Acción se asemeja a los métodos de investigación mixtos porque utiliza datos cuantitativos, cualitativos o ambos, enfocándose en la resolución de problemas prácticos específicos”* (p. 577). En la primera sesión de la intervención, se informó a los participantes sobre la intervención de la que serían parte, así como la voluntariedad y ausencia de calificación de su participación, solicitando su consentimiento informado para utilizar sus respuestas para el análisis.

Se diseñó una Unidad Didáctica con el objetivo de “Reconocer la argumentación científica como herramienta para construir y evaluar el conocimiento científico y promover aprendizajes profundos”. Esta unidad consta de 7 sesiones de entre 50 y 90 minutos, enfocada en la resolución de problemas de Física (presentes en el programa del curso de Mecánica y en el currículo escolar chileno). La propuesta fue elaborada por el investigador y validada por expertos/as en Física (incluida la docente a cargo del curso), Argumentación Científica y Didáctica de la Física, a quienes se les proporcionó los fundamentos teóricos de la unidad y una rúbrica de evaluación para la Unidad. El diseño no contempló una evaluación por parte de ayudantes del curso, ni de los mismos participantes.

La Figura 1 detalla los lineamientos de la Unidad Didáctica, la progresión utilizada para promover argumentación y los instrumentos de evaluación para evaluar la habilidad argumentativa (desde los distintos enfoques) y las percepciones de los participantes sobre el papel de la argumentación científica.



FIGURA 1. Lineamientos de la Unidad Didáctica (Elaboración propia).

Según se indica en la Figura 1, se evaluó las habilidades argumentativas escritas de los futuros docentes de Física, antes y después de la intervención, utilizando dos rúbricas de enfoques distintos pero complementarios. Los participantes respondieron dos problemas de Física que fueron validados por la docente a cargo del curso y fueron piloteados en profesores de Física en ejercicio. La estructura de ambos problemas era idéntica: planteamiento de un problema de Física acompañado de tres afirmaciones que inciten un posicionamiento (a favor o en contra), alimentando la controversia y evitando respuestas cerradas. A modo de ejemplo, en la Figura 3 se presenta el problema de entrada. A partir de las respuestas recibidas, se realizó un análisis de contenido de éstas, complementado por un análisis cuantitativo de las tendencias observadas. Puede encontrar el problema de salida al final del documento, en un enlace web que lo dirige a éste.

Problema de entrada

En medio de su práctica profesional, debe preparar una clase de Física de II medio, cuando el profesor a cargo del curso le comenta que quiere retroalimentar un problema planteado en la clase anterior. Para ello, le pide a usted resolver el problema ordenadamente, para que luego discuta sobre tres razonamientos presentados en la clase. El problema es:

Imagina que quieres visitar a tu amigo en Rancagua y decides tomar el tren. Desafortunadamente, estás atrasado para la hora de salida. Apenas llegas al andén, notas que el tren recién comienza su movimiento con una aceleración de $2 \frac{m}{s^2}$, 15 metros más adelante de donde te encuentras, por lo que tú comienzas a correr a tu máxima velocidad ($8 m/s$). Tú crees que lo puedes alcanzar, porque sabes que al comienzo el tren va lento, pero notas que 30 metros más adelante de donde estás se encuentra la pared de la estación, razón por la cual no podrás continuar corriendo a partir desde ese punto. ¿Alcanzarás a tomar el tren? Considera que la puerta está abierta y podrías saltar si te encuentras en la misma ubicación que ésta.

Problema adaptado de "Physics Education Research and Development Group. University of Minnesota."
<https://groups.spa.umn.edu/physed/Research/CRP/on-lineArchive/ola.php>

Te solicita que puedas argumentar sobre estos razonamientos a partir del análisis fisicomatemático del problema. **Posiciónate a favor o en contra de cada afirmación, justificando tu elección.**

1. Marcelo sostiene que antes de que la persona pueda alcanzar al tren, ya se habría estrellado contra la pared, por lo que no llegaría a ver a su amigo.
2. Sofía dice la persona podría subirse al tren en dos ocasiones.
3. Patricia cree que es imposible que suba porque si bien $8 m/s$ es la velocidad máxima, no la alcanza inmediatamente: tardará un tiempo en alcanzar esta velocidad, por lo que el tren le sacaría una ventaja inalcanzable.

FIGURA 2. Problema de entrada (Elaboración propia).

Del mismo modo, como indica la Figura 1, para caracterizar las percepciones que tiene el estudiantado sobre el papel de la argumentación en la Ciencia, antes y después de la intervención, se utilizó una modificación del cuestionario de Ruiz-Ortega y Dussán (2021), donde los participantes indican qué tan representados se sienten con cada afirmación (escala Likert). Se realizó una evaluación cuantitativa para analizar las percepciones por afirmación y categoría, complementado por análisis cualitativos basados en la comparación con la literatura.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si bien se observó una participación discontinua, se pudo evidenciar aprendizaje por medio de instancias tanto expositivas como argumentativas de quienes participaron activamente, expresado en las intervenciones orales en clases. Del mismo modo, la progresión pareció adecuada pues permitía aumentar gradualmente la dificultad de los desafíos planteados, de modo que, por ejemplo, la utilización de noticias, afirmaciones sociocientíficas y problemas con una resolución abierta permitieron **reconocer** y **producir argumentos**, mientras que actividades centradas en decidir si era adecuada la solución propuesta para un problema (sin resolverlo) permitieron **evaluar argumentos**. Por su parte, la utilización de las concepciones alternativas más comunes de la Mecánica fue la actividad que captó mayor interés, pues debían **reconocer argumentos** (¿por qué los estudiantes suelen pensar esto?), **producir argumentos y contraargumentos** (¿qué argumento podría utilizar para convencer de que no es correcto el razonamiento?) y **evaluarlos** (¿permitiría el argumento presentado por el otro grupo convencer al estudiantado de que esa concepción alternativa no es adecuada?).

Como último paso, los estudiantes de primer año planificaron (según sus propias palabras, por primera vez) con la consigna de **diseñar instancias argumentativas** en base a un tema (a su elección) del currículo de Física, permitiéndoles reflexionar sobre su futuro papel como docentes y su propio proceso de aprendizaje.

En cuanto a las evaluaciones, cabe destacar que se obtuvieron muchas más respuestas en el problema argumentativo de entrada (22) que en el de salida (7), así como en el cuestionario de entrada (32) frente al de salida (23). Este hecho limita el análisis cuantitativo, pero puede abordarse a través de un análisis inferencial. Entre las posibles explicaciones están la no obligatoriedad de la participación en las sesiones de la Unidad, la ausencia de una calificación vinculada al

curso, y la coincidencia de las evaluaciones de salida con las semanas finales del semestre, un periodo cargado de otras evaluaciones importantes.

A. Evaluación de la habilidad argumentativa

En la Figura 3 se presentan los promedios obtenidos por los futuros docentes en el problema de entrada y salida, respectivamente. La rúbrica de Cébrian-Robles, Franco-Mariscal y Blanco-López (2018) establece cuatro niveles de logro para cada elemento del argumento (pruebas, justificaciones y conclusión), mientras que la rúbrica de Putri y Rusdiana (2017) utiliza cinco niveles para evaluar el argumento de manera global.



FIGURA 3. Promedio de los puntajes obtenidos en cada problema (Elaboración propia).

Al observar los resultados, se evidencia que no hubo una evolución significativa en la habilidad de argumentar científicamente. A pesar de esto, consistentemente en ambas evaluaciones, los futuros docentes demostraron un alto manejo de las pruebas, que permitieron una correcta resolución del problema. Coherente con Iordanou y Constantinou (2014), los estudiantes tienen mayor capacidad de buscar y elegir pruebas, pero les resulta un poco más difícil justificar, expresado en ambas evaluaciones. Las principales dificultades radican en articular elementos del argumento, con conclusiones poco claras o débiles, alineándose con la evidencia de Bravo, Puig y Jiménez-Aleixandre (2009) sobre la dificultad de coordinar datos y conclusiones.

Es posible afirmar que un buen manejo conceptual no implicaría un buen desempeño argumentando. El buen manejo conceptual se expresó en la resolución correcta del problema de entrada y salida. Sin embargo, tuvieron **dificultades para interpretar conceptos físicos en contextos reales, más allá de una abstracción matemática**, expresado al responder la segunda opinión del problema de entrada donde comentaron: *“Sofía sabe, porque una ecuación de segundo grado equivale a que pueda haber 2 instantes en que sus posiciones sean iguales”*. (Estudiante 2E¹). Coherente con este resultado, García y Domínguez (2020) también observaron que los futuros docentes tienden a ver los conceptos eléctricos como abstracciones matemáticas en lugar de representaciones de la realidad. Pese a lo anterior, hubo estudiantes que sí fueron capaces de reconocer que la solución matemática era limitada, pues obviaba un aspecto del problema: la pared. De tal forma que declararon, por ejemplo *“Si no estuviese el muro, Sofía tendría razón, pero como no es el caso, la persona sólo puede subirse en una ocasión”*. (Estudiante 10E)

Del mismo modo, se observaron dificultades para argumentar cuando se cuestiona la **aplicabilidad de los modelos físicos a la realidad**, poniendo de relieve la incerteza asociada al uso de estos modelos. Al respecto, se pudo advertir que para responder la tercera opinión del problema de entrada presentaron **argumentos de autoridad**, en su papel de docente, más que un argumento basado en evidencias y justificaciones científicas, como, por ejemplo: *“En contra (de la afirmación de Patricia), porque asumimos que la persona alcanza esa velocidad de manera inmediata”* (Estudiante 21E). Al mismo tiempo, se evidencia un **uso irreflexivo de los modelos cinemáticos**, explicitando que no son conscientes de inexactitudes del procedimiento fisicomatemático realizado, desconociendo las suposiciones ideales que permiten plantear sus ecuaciones, asumiendo que su cálculo es totalmente exacto: *“Si consideramos que el movimiento es MRU, entonces su velocidad es constante”* (Estudiante 14E).

B. Percepciones sobre el papel de la argumentación

¹ La nomenclatura “Estudiante 2E” indica que fue la respuesta 2 del cuestionario de Entrada.

Con el fin de realizar un análisis sobre las percepciones expresadas al responder el cuestionario, se organizan las opiniones sobre cada afirmación en dos posturas: “A favor” (respuestas “Muy de acuerdo” y “De acuerdo”) y “En contra” (respuestas “En total desacuerdo” y “En desacuerdo”), sin hacer un juicio sus respuestas.

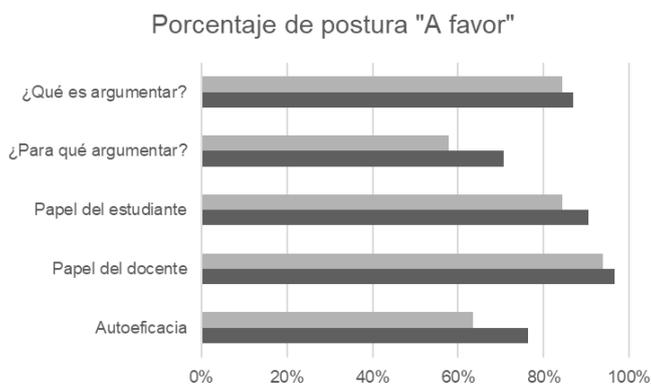


FIGURA 4. Porcentaje de la postura “A favor”, por categoría (Elaboración propia).

Es posible notar que en todas las categorías existió una evolución en la postura “A favor”, siendo mayor en las categorías “¿para qué argumentar?” y a la “autoeficacia” de los futuros docentes frente a la tarea de promover argumentación, las cuales fueron también las que tuvieron menor porcentaje de la postura “A favor” en ambas ocasiones.

V. CONCLUSIONES

Promover la argumentación en el aula de ciencias presenta un desafío significativo, especialmente cuando los docentes no están completamente capacitados para argumentar científicamente. Este estudio subraya la necesidad de que los futuros docentes no solo desarrollen habilidades argumentativas, sino que también reconozcan su valor en la enseñanza de la ciencia. Tras la Unidad Didáctica, se pudo corroborar que no hubo una evolución relevante en la habilidad argumentativa, pero sí pareciera que tienen más certeza de saber para qué argumentar y cómo fomentarla en clases, por lo que esta investigación contribuye a la didáctica de las ciencias al ofrecer una progresión de aprendizaje práctica y detallada sobre el diseño e implementación de actividades argumentativas, en la Física.

Así como este estudio buscaba que los futuros docentes de Física aprendan a argumentar y valoren el potencial de esta práctica en el aula de ciencias, en su papel actual de estudiantes y como de futuros docentes, sería ideal complementarlo con instancias que les inciten a argumentar para aprender. Este enfoque permitiría que los estudiantes enriquezcan su propio aprendizaje conceptual de la Física con herramientas argumentativas, de modo que, el futuro docente comprenda mejor cómo se construye el conocimiento expresado en teorías de la Física, y, por tanto, sea capaz de introducir una nueva dimensión a su tratamiento y enseñanza.

En definitiva, a medida que se refinan estos diseños y prácticas que fomenten argumentación científica, se espera que se establezcan bases sólidas para la formación de docentes capaces de fomentar un debate científico enriquecedor en el aula, en todas las áreas de la Física, de modo que el uso de la argumentación sea transversal.

REFERENCIAS

Archila, P. A. (2016). ¿Cómo formar profesores de ciencias que promuevan la argumentación?: Lo que sugieren avances actuales de investigación. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 20(3), 399-432.

- Bañales, G., Vega, N. A., Araujo, N., Reyna, A. y Rodríguez, B. S. (2015). La enseñanza de la argumentación escrita en la universidad. Una experiencia de intervención con estudiantes de Lingüística aplicada. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 20(66), 879-910. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v20n66/v20n66a9.pdf>
- Bravo, B., Puig, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química*, 20(2), 137-142. doi: [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(18\)30020-x](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(18)30020-x)
- Cebrián-Robles, D., Franco-Mariscal, A. J. y Blanco-López, Á. (2018). Preservice Elementary Science Teachers' Argumentation Competence: Impact of a Training Programme. *Instructional Science*, 46(5), 789-817. doi: <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9446-4>
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D. y Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios pedagógicos*, 36(2), 279-293. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052010000200016>
- Creswell, J.W. (2014). *Research Design. Qualitative, quantitative and mixed methods approaches (4ta ed.)*. Thousands Oaks, CA: Sage.
- Domínguez, M. A. (2013). Recursos explicativos sobre la energía en clases de Física de nivel secundario: Estudio de caso. *Revista electrónica de investigación educativa*, 15(2), 115-130. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf//redie/v15n2/v15n2a8.pdf>
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. y Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. United Kingdom: McGraw-Hill Education.
- Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312. doi: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-237x\(200005\)84:3](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(200005)84:3)
- Fagúndez, T. y Castells, M. (2012). La argumentación en clases universitarias de física: una perspectiva retórica. *Enseñanza de las ciencias*, 30(2), 153-174. doi: <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n2.409>
- García, S. y Domínguez, J. M. (2020). Uso de pruebas en la argumentación de profesorado de física, cuando resuelven un problema real. *Revista De Enseñanza De La Física*, 32, 143-151.
- García-Quintero, C. y Villamizar Suárez, G. (2017). Análisis fenomenológico de la conciencia del docente a partir de sus prácticas evaluativas. *Revista Perspectivas*, 2(2), 49-59. doi: <https://doi.org/10.22463/25909215.1313>
- Hernández-Silva, C., López-Fernández, L., González-Donoso, A. y Tecpan-Flores, S. (2018). Impacto de estrategias de aprendizaje activo sobre el conocimiento disciplinar de futuros profesores de física, en un curso de didáctica. *Pensamiento Educativo*, 55(1), 1-12. doi: <https://doi.org/10.7764/pel.55.1.2018.6>
- Iordanou, K. y Constantinou, C. (2014). Developing pre-service teachers' evidence-based argumentation skills on socio-scientific issues. *Learning And Instruction*, 34, 42-57. doi: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.07.004>
- 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), 359-70. doi: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3914>
- Karam, R. y Olivera, M. P. (2012). *Estruturação matemática do pensamento físico no ensino: uma ferramentateórica para analisar abordagens didáticas*. [Tesis de doctorado]. Universidade de São Paulo.
- Larraín, A. y Burrows, F. (2020). Las pautas sí importan. Efecto del uso de pautas sobre la calidad de la escritura argumentativa en la universidad. *Formación Universitaria*, 13(1), 115-126. doi: <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000100115>

- Larraín, A., Freire, P. y Howe, C. (2014). Science Teaching and Argumentation: One-sided versus dialectical argumentation in Chilean middle-school science lessons. *International Journal Of Science Education*, 36(6), 1017-1036. doi: <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.832005>
- Larraín, A., Gómez, M., Calderón, M., Fortes, G., Ramírez, F., Guzmán, V. y Cofré, H. (2021). Descripción del conocimiento pedagógico del contenido de la argumentación en docentes que enseñan ciencias naturales en educación pública en Chile. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1-20. doi: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1602
- Mansilla, J. y Beltrán, J. (2013). Coherencia entre las estrategias didácticas y las creencias curriculares de los docentes de segundo ciclo, a partir de las actividades didácticas. *Perfiles Educativos*, 35(139), 25-39. doi: [https://doi.org/10.1016/s0185-2698\(13\)71807-5](https://doi.org/10.1016/s0185-2698(13)71807-5)
- Ministerio de Educación de Chile (2015). *Orientaciones para la Apropriación de las Bases Curriculares de 7° básico a 2° medio*. Nivel de Educación Media y Unidad de Currículum y Evaluación, Primera edición. Santiago de Chile.
- OECD. (2019). *PISA 2018: Assessment and Analytical Framework*. Programme for international student assessment. Paris: OECD Publishing.
- Osborne, J. F. y Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638. doi: <https://doi.org/10.1002/sce.20438>
- Plantin, C., y Muñoz, N. I. (2011). *El Hacer argumentativo*. Buenos Aires, Argentina: Biblos eBooks.
- Puig, B., Blanco-Anaya, P. y Pérez-Maceira, J. J. (2021). "Fake News" or Real Science? Critical Thinking to Assess Information on COVID-19. *Frontiers In Education*, 6. doi: <https://doi.org/10.3389/educ.2021.646909>
- Putri, M. D. y Rusdiana, D. (2017). Identifying students' scientific argumentation skill at junior high school 1. *International E-Journal of Advances in Education*, 3(9), 566-572. doi: <https://doi.org/10.18768/ijaedu.370424>
- Ramos, W. F., Stipcich, S., Domínguez, A. y Mosquera, C. J. (2017). La formación en argumentación de futuros profesores de física: revisión de estudios actuales. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29(1), 121-128.
- Ruiz-Ortega, F. J. y Dussán, C. (2021). Competencia argumentativa: un factor clave en la formación de docentes. *Educación y Educadores*, 24(1), 30-50. doi: <https://doi.org/10.5294/educ.2021.24.1.2>
- Sánchez, A. (2009). Escritura científica y literaria: comunicar la novedad del mundo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 1(28), 1-4. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1942/194214468001.pdf>
- Simon, S., Erduran, S. y Osborne, J. (2006). Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260. doi: <https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Stipcich, M. S., Islas, S. M. y Domínguez, A. (2006). El lugar de la argumentación en la formación de profesores de ciencias. *Revista Chilena de Educación Científica*, 6(1), 67-74. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2100602>
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. New York: Cambridge University Press.
- Von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J. y Simon, S. (2007). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal Of Research In Science Teaching*, 45(1), 101-131. doi: <https://doi.org/10.1002/tea.20213>

Wainmaeir, C. y Fleisner, A. (2015). Problemas de interpretación del lenguaje simbólico de la física. *Memoria Académica, IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. 28, 29 y 30 de octubre de 2015, Ensenada, Argentina. Recuperado de: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8175/ev.8175.pdf

OTRO MATERIAL UTILIZADO

Caracterizar percepciones sobre la argumentación científica: [Cuestionario](#)

Evaluar la habilidad argumentativa: [Rúbricas](#) y [problemas](#)

Unidad Didáctica: [Resumen](#)