



Facultad
de Ingeniería
UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

XXXVI

CONGRESO CHILENO DE
EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

2024

El Aseguramiento de la Calidad en las
Facultades de Ingeniería en el marco
de la nueva Acreditación Institucional

**PROPUESTA DIDÁCTICA EN QUÍMICA: POTENCIANDO LA HABILIDAD
ARGUMENTATIVA ESCRITA EN ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA**

[Andrea Arias Padilla](#), [Tania Tapia Opazo](#) y [Dominique Toledo Acuña](#)

andrea.arias@ufrontera.cl, tania.tapia@ufrontera.cl, dominique.toledo@ufrontera.cl

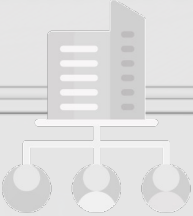
Universidad de La Frontera-Temuco

INTRODUCCIÓN


Los ingenieros en ejercicio suelen presentar dificultades con el **USO Y HABILIDADES ADECUADAS DE ESTRUCTURAS DEL LENGUAJE** para expresar un razonamiento formal sobre la solución de un problema disciplinar.

Entonces, dar un **MAYOR ÉNFASIS EN LA PREPARACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA EN CONCEPTUALIZACIÓN Y ARGUMENTACIÓN** tendría un mayor impacto en sus aprendizajes.

FORMACIÓN DE INGENIEROS



Los razonamientos de la **ARGUMENTACIÓN** se dan a través de procesos de **PENSAMIENTO MÁS COMPLEJOS** que los que requieren la explicación, la descripción o la narración, por lo que se deben incluir en la enseñanza formal.



Es necesario entonces, asumir un **NUEVO PARADIGMA** en la formación, orientado a generar nuevas formas de pensamiento y acción, más adecuadas a las características de los nuevos tiempos.

(Holvikivi, 2007; Jonassen & Kim, 2010; De Castro et al., 2015; Capote et al., 2016; Castro et al. 2017; Flores et al., 2018)



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

ARGUMENTACIÓN

Texto/Discurso que tiene como objetivo persuadir o convencer de la falsedad o veracidad de una teoría o del punto de vista que se tiene sobre un tema, por medio del aporte de determinadas **razones ordenadas lógicamente.**

(Sánchez et al., 2013; Sousa y Batista, 2015; Pinochet, 2015)



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

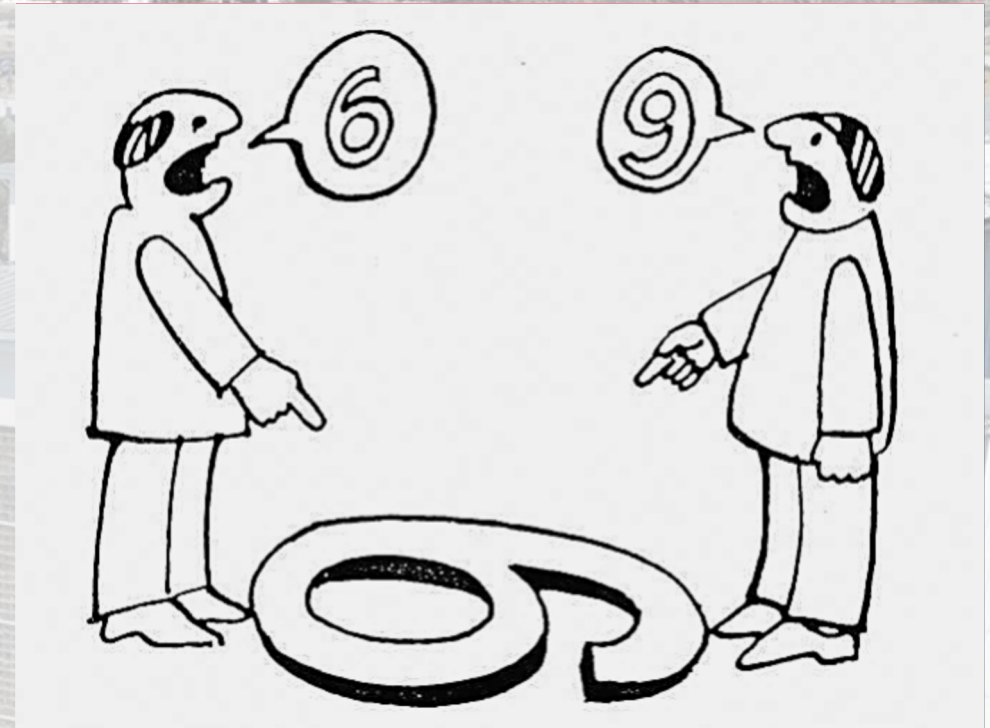
SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

XXXVI CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2024

El Aseguramiento de la Calidad en las Facultades de Ingeniería en el marco de la nueva Acreditación Institucional

Varios estudios demuestran la **difícultad de los estudiantes de secundaria para argumentar de manera competente**, donde las principales dificultades se presentan al **entender las tareas** o preguntas de indagación, el **reconocer características de los argumentos** en textos disciplinares y la **generación de escritos** de múltiples fuentes.

(Bañales et al., 2015; Oyarzún et al. 2020)



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

Tabla N°1. Componentes del modelo argumentativo

(Fuente: Adaptado de Stanford et al., 2016; Sardà y Sanmartí, 2000; Montaña y Padilla, 2020).

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Tesis (T)	Hipótesis. Afirmación inicial. Su validez se demuestra en el desarrollo de la argumentación.
Base (B)	Fundamento base que explica el fenómeno. Primer refuerzo a la tesis.
Garantía (G)	Son razones (reglas, principios...) que se proponen para relacionar lógicamente las conexiones entre la base y tesis. Responde el porqué de la tesis.
Datos (D)	Hechos o informaciones factuales que apoyan la garantía. Evidencia para justificar y validar la tesis.
Conclusión (C)	Se reformula o reafirma la tesis. Resumen de la argumentación.

Cuerpo de la Argumentación



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

INDAGACIÓN CIENTÍFICA

- Problematización
- Ideas previas
- Motivación

1.
FOCALIZACIÓN

2.
EXPERIMENTACIÓN

- Observar
- Investigar
- Registrar datos
- Trabajo equipo

4.
APLICACIÓN

3.
REFLEXIÓN

- Conectar conceptos
- Otros contextos
- Reforzar ideas

- Compartir ideas
- Discutir datos
- Usar lenguaje científico



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una secuencia de actividades basadas en la indagación para **potenciar la argumentación** escrita en estudiantes de primer año de ingeniería de la Universidad de La Frontera (UFRO).



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

DESARROLLO

Se considera un diseño exploratorio-descriptivo y se desarrolla en tres etapas:

1. Categorización de niveles de argumentación

- Revisión fuentes bibliográficas.
- Categorización.



2. Elaboración e implementación del diagnóstico

- Elaboración del instrumentos por pares expertos.
- Análisis de datos.



3. Diseño de secuencia de actividades

- Selección de contenidos.
- Diseño de actividades basadas en la indagación.
- Pilotaje de las actividades (Validación).



RESULTADOS

1. CATEGORIZACIÓN DE NIVELES DE ARGUMENTACIÓN

NIVELES ARGUMENTACIÓN	DESCRIPCIÓN
A1	Los argumentos son simplemente una tesis contra otra tesis. Descripción simple de la vivencia.
A2	Argumentos que contienen un fundamento base y garantía, pero no explican completamente la tesis.
A3	Argumentos que contienen una base, garantía y datos, pero no presentan una conexión clara entre ellos y/o con la tesis o afirmación inicial.
A4	Argumentos que consisten en una tesis que contiene evidencias, base y garantía, son bien fundamentadas y se relacionan lógicamente permitiendo llegar a una conclusión del tema.

(Fuente: Adaptado de Pinochet, 2015; Posada, 2015; Tamayo, 2014; Chamizo, 2007).



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

2. ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL DIAGNÓSTICO

Pregunta 1

Pregunta de un fenómeno específico, para la elaboración de un texto argumentativo.



Pregunta 2

Análisis de texto, para reconocer características estructurales de los argumentos.



Pregunta 3

Pregunta abierta, para reconocer el concepto de argumentación.



XXXVI CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2024

El Aseguramiento de la Calidad en las Facultades de Ingeniería en el marco de la nueva Acreditación Institucional

Respondieron: - **60 estudiantes** de Ingeniería Civil que cursan la asignatura ICQ050.

- El **55%** varones y **45%** mujeres.

- Edades entre 18 a 20 años.

El cuestionario se dejó disponible en **Campus Virtual** institucional durante dos semanas para ser respondido.



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

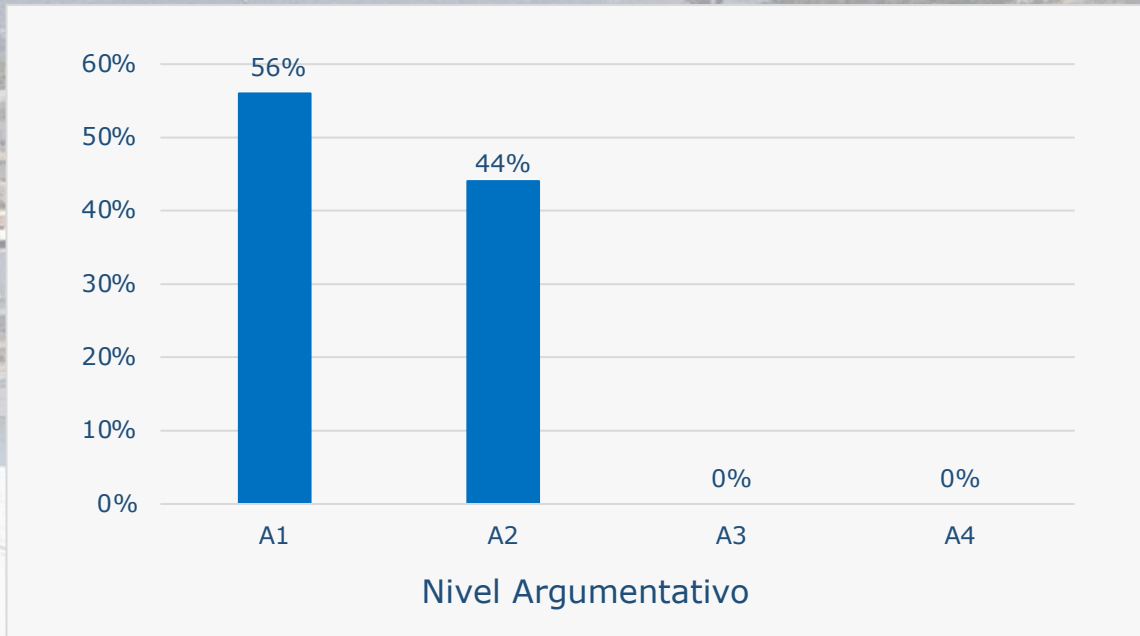


Figura N° 1. Nivel argumentativo según componentes del TAP (Fuente: elaboración propia).

El **15%** de los estudiantes indicó no conocer el concepto.

El **85%** restante lo comprende en términos generales y mencionan algunos de sus componentes estructurales.

Algunos ejemplos de respuestas:

[E4P3] Significa dar fundamentos respecto a una idea, considerando datos e información.

[E7P3] Sería apoyar alguna idea con datos, por ejemplo, los datos por científicos en diversos estudios.

[E10P3] Fundamentar una idea con justificaciones claras, con datos y evidencia que lo sustente.

[E28P3] Se refiere a presentar ideas y evidencias para justificar sus teorías o conclusiones.

[E30P3] Es una argumentación que se hace a base de investigación y pruebas, para respaldar o refutar alguna propuesta.

[E53P3] La argumentación se refiere a la presentación de datos, observaciones y evidencia empírica para respaldar una afirmación.

XXXVI CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2024

El Aseguramiento de la Calidad en las Facultades de Ingeniería en el marco de la nueva Acreditación Institucional



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

Figura N° 3. Pilotaje de la secuencia de actividades (Fuente: elaboración propia).

XXXVI CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2024

El Aseguramiento de la Calidad en las Facultades de Ingeniería en el marco de la nueva Acreditación Institucional

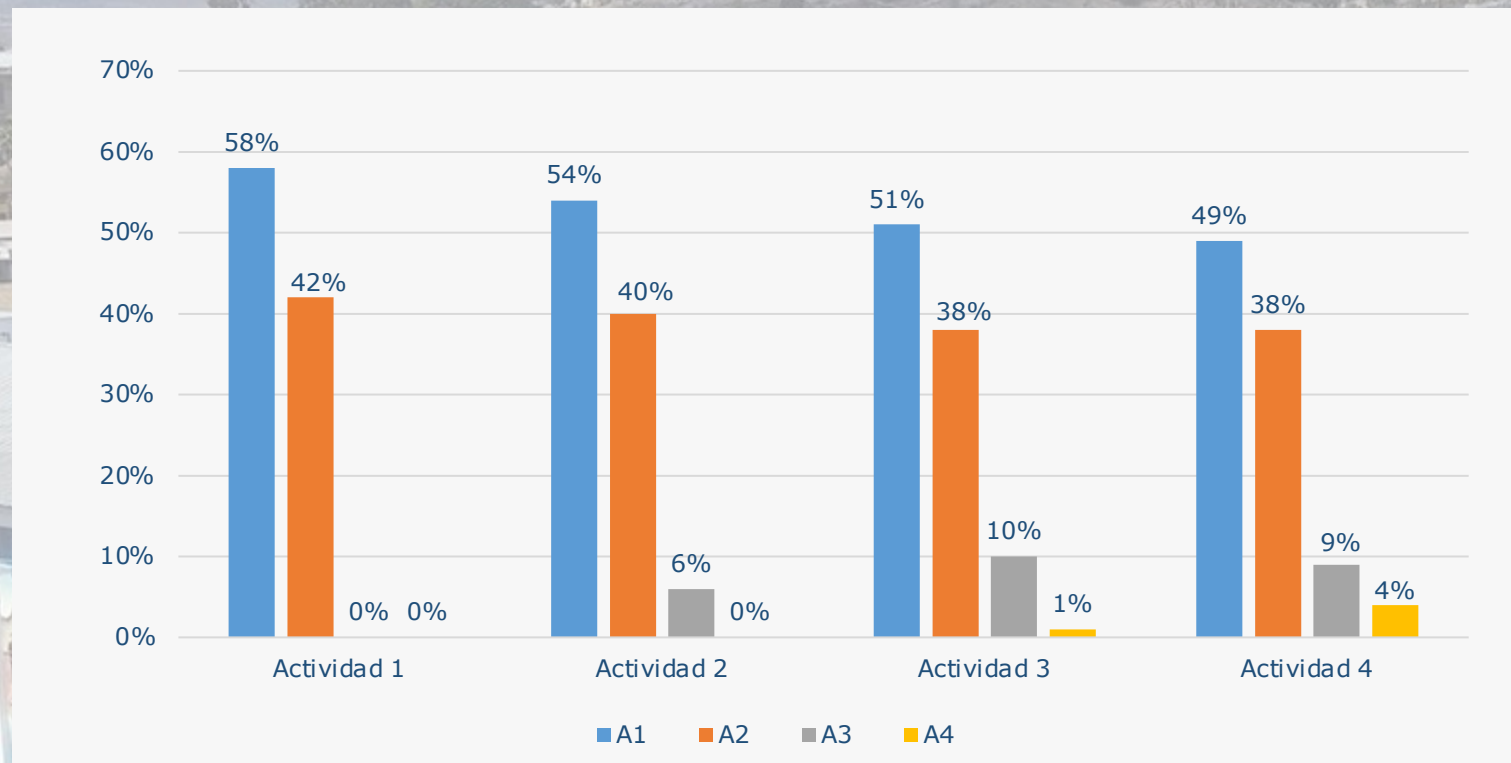


Figura N° 4. Progresión del nivel argumentativo en estudiantes luego de aplicar la secuencia de actividades (Fuente: elaboración propia).



Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

Percepción de los estudiantes:

[E5A4Pf] “Actividades como estas, nos permitirían desarrollar otras habilidades como el pensamiento más crítico y trabajo en equipo”

[E13A4Pf] “Para mí siempre ha sido difícil fundamentar mis respuestas y creo que el realizar más actividades de este tipo me permitiría mejorar este aspecto y también aprender más química”

[E21A4Pf] “Ninguno de los otros profes que he tenido no realizan clases incorporando actividades prácticas... estas son entretenidas, además nos obligan a pensar en las respuestas y argumentarlas”

[E37A4Pf] “Me encantaron, la profesora debe seguir implementando estas actividades para poder ir relacionando los conceptos teóricos y fundamentar mejor nuestras ideas”

[E46A4Pf] “Es difícil para mí redactar un texto escrito, pero con estas experiencias es más fácil, además que con mis compañeros puedo discutir y llegar a una mejor respuesta”



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

CONCLUSIONES

1. Se logra definir una **categorización de las habilidades argumentativas**, que considera **cuatro niveles**, que van desde el más básico (A1) hasta una argumentación más avanzada (A4).
2. Se elaboró una **evaluación diagnóstica** y se implementó con un grupo de **60 estudiantes** de primer año de ingeniería de la UFRO. El análisis de los resultados muestra que el **56%** de los estudiantes logra el nivel argumentativo más básico **A1**, un **44%** el nivel **A2** y ninguno de ellos alcanza los niveles más avanzados A3 y A4. Es decir, los estudiantes incluyen en su texto escrito un **fundamento básico y garantía**, pero **no explican** completamente la tesis o afirmación inicial.



- 3. Se diseña una secuencia de actividades basada en la indagación** para potenciar la habilidad argumentativa escrita, considerando las temáticas de química general: (1) Interacciones intermoleculares, (2) Propiedades de las disoluciones, (3) Conceptos básicos de estequiometría y (3) Acidificación de los océanos.
- 4. Al aplicar la secuencia de actividades a un grupo de 40 estudiantes**, se observa que un **13% presenta una progresión** hacia los niveles de argumentación más avanzados (**A3** y **A4**).
- 5. De acuerdo a los requerimientos actuales en la formación de profesionales de ingeniería**, la actividad docente debe desafiarse a **incorporar desde los primeros años de formación (en las ciencias básicas) metodologías de enseñanza innovadoras** que potencien el desarrollo de distintas habilidades del quehacer científico, como la argumentación.



AGRADECIMIENTOS

1. Al Proyecto de Investigación Formativa, IF22-0007: *Propuesta de secuencia de actividades basadas en la indagación que potencien el desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de ingeniería como aporte a la enseñanza y aprendizaje de la química*, dependiente de la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de La Frontera-Chile.
2. Al Decanato, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad de La Frontera.
3. Al Departamento de Ciencias Químicas y Recursos Naturales, Universidad de La Frontera.



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

REFERENCIAS

- Arias, A. (2021). Desarrollo de argumentación científica en estudiantes de pedagogía en ciencias a través de una secuencia de enseñanza y aprendizaje en torno a controversia socio-científica. *Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 3-29.
- Bañales Faz, G., Vega López, N. A., Araujo Alvinada, N., Reyna Valladares, A., y Rodríguez Zamarripa, 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.
- Castro A., et al. (2017). *Un Estudio de Argumentación en Ingeniería*. Colombia: Editorial Universidad del Norte.
- Capote León, G. E., Rizo Rabelo, N., & Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad [seriada en línea]*, 8(1), 21-28. ISSN 2218-3620.
- Chamizo, J. (2007). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 25(1), 133-146.
- Couso, D. (2012). Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: Modelos para su diseño y validación. *Didáctica de la Física y la Química*, 57-83.
- Cristóbal, C. y García, H. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 99-104.
- De Castro, A. E., Torres, L., & Candelo, J. (2015). Argumentación en ingeniería: un estudio en dos universidades colombianas. In *Conference paper in II Congreso Internacional de Innovación Educativa*.
- ECBI CHILE. (16 de marzo de 2019). *Método Indagatorio*. Obtenido de ECBI Chile: Educación en Ciencias basada en la Indagación: <http://www.ecbichile.cl/home/metodo-indagatorio/>
- Fiscal Ireta, C. (2012). Lógica, pensamiento crítico, argumentación y ética en la formación de ingenieros. *Innovación educativa (México, DF)*, 12(60), 137-146. ISSN 1665-2673
- Flores, M. D., Franco, J.C, Raygoza S, L. R., & Vargas, D. R. (2018). La argumentación, fundamento en la formación de líderes de ingeniería. *ANFEI Digital*, (8), 1-10. ISSN 2395-9878
- Gómez, G., Galaz, J., Silva, J., Varela, D., & Lechuga, H. (2020). Implementación de la Metodología Indagatoria-Mayéutica en la Educación médica en Chile. *Rev. ANACEM (Impresa)*, 8-13.
- Harlen W. 2013. Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica. Trieste. Italia ISBN: 978-1-291-49836-3. pp. 1-95.
- Hernández C. 2012. Utilización de la indagación para la enseñanza de las ciencias en la E.S.O. Elaboración de material didáctico y su puesta en práctica en el aula. Trabajo fin de master, Valladolid. Máster en Profesor de Educación Secundaria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.
- Holvikivi, J. (2007). Logical reasoning ability in engineering students: a case study. *IEEE Transactions on Education*, 50(4), 367-372. DOI: [10.1109/TE.2007.906600](https://doi.org/10.1109/TE.2007.906600).
- Jonassen, D.H., & Kim, B. (2010). Arguing to learn and learning to argue: design justifications and guidelines. *Educational Technology Research and Development*, 4(58), 439-457. DOI 10.1007/s11423-009-9143-8.
- Montaño, J. y Padilla, K. (2020). Implementación y evaluación de la habilidad de argumentación en las clases de química del bachillerato. *Educación Química*, 31(2), 51-68. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2020.2.69287.
- Oyarzún, R., Valdés-León, G. & salas, J. (2020). Enseñanza de la argumentación escrita en estudiantes de ingeniería: Una experiencia de alfabetización académica. *RECUS: Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad*, 5(2), 13-23. ISSN 2528-8075.
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciência & Educação*, 21(2), 307-327. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150020004>
- Posada, J. L. (2015). La argumentación y su rol en el aprendizaje de la ciencia. *Revista Tesis Psicológica*, 10(1), 146-160. ISSN 1909-8391.
- Sánchez M., González A. y García M. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(1), 11-28. ISSN: 1900-9895.
- Sanmartí, N. (2005). La unidad didáctica en el paradigma constructivista. En: D. Couso E, Cadillo G, Perafán A, Adúriz-Bravo. *Unidades didácticas en Ciencias Experimentales*. Barcelona: Magisterio, 13-58.
- Sardà i Jorge, A., y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a Argumentar Científicamente: Un Reto de las Clases de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422. ISSN 2174-6486.
- Sousa, S. y Batista, M. (2015). La argumentación en la enseñanza de ciencia perspectivas más allá del aula, *CIENCIAS*, 30-39.
- Stanford, C., Moon, A., Towns, M. & Cole, R. (2016). Analysis of Instructor Facilitation Strategies and Their Influences on Student Argumentation: A Case Study of a Process Oriented Guided Inquiry Learning Physical Chemistry Classroom. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1501-1513. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00993>
- Tamayo, O. (2014). Pensamiento crítico dominio-específico en la didáctica de las ciencias. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (36), 25-46. ISSN 0121- 3814.
- Uzcátegui Y. y Betancourt C. 2013. La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. Inquiry methodology in the teaching of the sciences: a review of its growing implementation to basic and secondary education level. *Revista de Investigación* N° 78, Vol. 37.



Facultad
de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA



Facultad
de Ingeniería
UNIVERSIDAD DE LA SERENA
CHILE

SOCHEDI SOCIEDAD CHILENA
DE EDUCACION
EN INGENIERIA

XXXVI

CONGRESO CHILENO DE
EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

2024

El Aseguramiento de la Calidad en las
Facultades de Ingeniería en el marco
de la nueva Acreditación Institucional

**PROPUESTA DIDÁCTICA EN QUÍMICA: POTENCIANDO LA HABILIDAD
ARGUMENTATIVA ESCRITA EN ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA**

[Andrea Arias Padilla](#), [Tania Tapia Opazo](#) y [Dominique Toledo Acuña](#)

andrea.arias@ufrontera.cl, tania.tapia@ufrontera.cl, dominique.toledo@ufrontera.cl

Universidad de La Frontera-Temuco