

Análisis de una herramienta didáctica basada en la argumentación: la energía nuclear a debate

Analysis of a didactic tool based on argumentation: nuclear energy under debate

Rocio Andreani^{1*}, María Beatriz Roble² y Jorge Cornejo³

¹ Profesorado de Física, Instituto Superior del profesorado "Joaquín V. González", Ayacucho 632. C1026AAF Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires. Argentina.

² Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Paseo Colón 850. CP 1063 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina.

³ Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Paseo Colón 850. CP 1063 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina.

*E-mail: rgandreani@gmail.com

Recibido el 30 de septiembre de 2022 | Aceptado el 24 de octubre de 2022

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo analizar una herramienta didáctica que tiene como fin mejorar la competencia científica de los estudiantes. En particular se hace foco en la competencia argumentativa sobre temas científicos; en esta indagación exploratoria se propone el tópico "el uso de energía nuclear para producir electricidad en Argentina". Los estudiantes participantes pertenecen a 4.º año de escuelas de nivel secundario del partido de Lomas de Zamora de la provincia de Buenos Aires. La metodología de la investigación consiste en el análisis de los textos argumentativos en dos instancias: antes y después de hablar, leer y escribir sobre el tema en cuestión. A partir del análisis de estos registros, como primera aproximación, se puede concluir que la competencia científica está íntimamente relacionada con la cultura científica que cada persona tiene, y que fortalecer las habilidades argumentativas mejora de forma significativa las competencias argumentativas de las personas. Es importante recordar que se concluye que la competencia científica se relaciona con la competencia argumentativa, la cultura científica y la alfabetización científica.

Palabras clave: Didáctica; Energía nuclear; Alfabetización científica; Habilidad argumentativa; Escuela secundaria.

Abstract

The objective of this work is to analyze a didactic tool that aims to improve the scientific competence of students. In particular, the focus is on argumentative competence on scientific topics; in this exploratory investigation, the topic "the use of nuclear energy to produce electricity in Argentina" is proposed. The participating students belong to the 4th year of secondary schools in the district of Lomas de Zamora in the province of Buenos Aires. The research methodology consists of the analysis of argumentative texts in two instances: before and after speaking, reading and writing about the subject in question. From the analysis of these records, as a first approximation, it can be concluded that scientific competence is closely related to the scientific culture that each person has, and how strengthening argumentative skills significantly improves people's scientific competences. It is important to remember that it is concluded that scientific competence is related to scientific culture and scientific literacy.

Keywords: Didactics; Nuclear energy; Scientific literacy; Argumentative ability; High school.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como base la realizada por Roser Canals, autora-guía, cuya finalidad prioritaria fue incentivar procesos de argumentación en los estudiantes de la etapa secundaria. Es importante señalar que su investigación fue inspiración y base de la presente.

Tanto en su investigación como en la presente se *“pretende analizar y valorar una manera de enseñar (...) a partir de un proceso sistemático de recogida de datos y análisis e interpretación de la información obtenida con el fin de tomar decisiones y hacer propuestas de mejora.”* (Canals, 2007, p 49). Sin embargo, la diferencia fundamental entre ambas investigaciones (diferencia que más que restar, suma) se centra en aquello sobre lo que se enseña. La autora lleva adelante su investigación en el campo de las ciencias sociales mientras que la presente se lleva adelante en el campo de las ciencias exactas y naturales.

El interés por analizar la competencia científica a partir de la competencia argumentativa tiene su fundamento en la didáctica de las ciencias, la alfabetización científica y el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, de ahora en más, CTSA, donde se considera que la competencia argumentativa es necesaria para formar futuros ciudadanos con mayor compromiso social. Esta idea también se encuentra en el diseño curricular de Introducción a la Física de la provincia de Buenos Aires, el cual sostiene en más de una oportunidad que la finalidad del espacio curricular debe estar centrado en ello. A modo de ejemplo, uno de los objetivos es *“evaluar los impactos medioambientales y sociales de los usos tecnológicos de la energía y reflexionar críticamente sobre el uso que debe hacerse de los recursos naturales”* (DGCyE, 2009, p. 15).

Además, teniendo en cuenta las pruebas PISA 2018, instrumento que evalúa competencias científicas a nivel mundial y que, en Argentina, menos del 50% del estudiantado logró alcanzar el nivel 2, considerado el umbral (SEE, 2018); y que muchos autores, como Beatriz Bravo y otros (2009), reflexionan sobre las competencias científicas que toda persona que ha culminado sus estudios secundarios debería poseer, entendiendo las mismas como la capacidad para reflexionar y aplicar sus conocimientos, experiencias, destrezas y actitudes a los problemas de la vida real. Y, por último, que la alfabetización científica es, para muchos organismos internacionales, por ejemplo, la UNESCO, una competencia clave para el desarrollo económico y humano de un país ya que la producción de riqueza va de la mano de la generación de conocimiento científico y del desarrollo tecnológico (Larraín, 2009).

Los objetivos concretos de la presente investigación son:

- Analizar una herramienta didáctica y metodológica originada para el área de las ciencias sociales en el campo de las ciencias naturales.
- Aplicar la herramienta didáctica en el aula para obtener argumentaciones escritas de los estudiantes.
- Analizar las producciones del estudiantado para comprobar si, a través del uso de la herramienta didáctica, se modifica su habilidad argumentativa.
- Analizar las argumentaciones escritas desde su estructura lógica, su redacción y su compromiso social.

II. MARCO TEÓRICO

A. Antecedentes

Diversas investigaciones como la de Canals (2007), Bravo *et al.* (2009) se preguntan sobre la capacidad argumentativa de estudiantes de secundario. Larraín (2009) analiza en Chile, su país, los resultados de las pruebas PISA que, de forma indirecta, miden competencias argumentativas, comentando la importancia que esta competencia tiene para ser un país desarrollado. Otros autores, como Márquez y Prat (2005), quienes analizan la importancia de leer en las clases de ciencia, sostienen que la práctica argumentativa en el aula ayuda a pensar. Banet Hernández (2010), quien basó su trabajo en entrevistas abiertas a profesores de ciencia e investigadores educativos, concluye la importancia de que los estudiantes adquieran hábitos argumentativos. Solbes *et al.* (2010), aunque consideran que las prácticas argumentativas orales (debates particularmente) son necesarias solo para temas CTSA controversiales, concluyen que las mismas mejoran la actitud hacia la ciencia de los estudiantes más pasivos. Pedrol *et al.* (2021), quien analiza la relación entre el ambiente de clase y la argumentación, concluye que el mismo puede favorecer o no el trabajo en términos argumentativos. Gómez-Martínez *et al.* (2015) reflexionan sobre cómo la alfabetización científica puede ser potenciada a través de la enseñanza por investigación y la argumentación.

Para concluir, la finalidad de la enseñanza secundaria es formar ciudadanos capaces de tomar decisiones en realidades socio-científicas y tecnológicas cada vez más complejas. Es por ello que las ideas derivadas del movimiento CTS, son las que mejor pueden guiar una selección de contenidos relevantes y útiles relacionados con la vida cotidiana capaces de contribuir a la formación de ciudadanos responsables e informados a través de pautas metodológicas que permitan la alfabetización científica y tecnológica (Acevedo *et al.*, 2003).

B. La competencia argumentativa a través del texto argumentativo

En un proceso de enseñanza y de aprendizaje basado en la argumentación como herramienta fundamental, el rol del docente debe ser de mediador y promotor de espacios adecuados para la discusión e indagación con la finalidad de que los estudiantes sean actores de su propio aprendizaje (Ruiz Ortega *et al.*, 2015).

Según Canals (2007), la competencia argumentativa tiene un componente lógico particular y un componente dialógico. El primero establece la validez de la argumentación desde la razón y el segundo expresa la situación comunicativa que se produce en el discurso argumentativo. El componente lógico considera que todo discurso argumentativo, tanto oral como escrito, debe introducir el tema, ser preciso con el punto de vista utilizando argumentos y contraargumentos, y desarrollar una conclusión. En la figura 1 se presenta la estructura del mapa argumentativo.

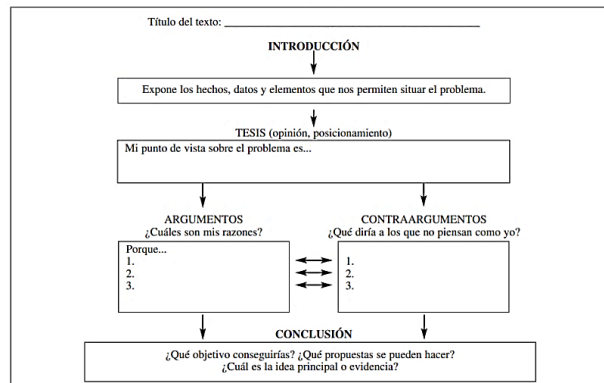


FIGURA 1. Mapa argumentativo propuesto por Roser Canals utilizado en la investigación.

Según Canals (2007), un texto argumentativo aceptable presenta los siguientes elementos: racionalidad, estructura y compromiso social. A continuación, se desarrollará cada uno de ellos.

Un texto argumentativo se considera más racional en la medida en que aporta más y mejores pruebas, ejemplos y razones. Los criterios que definen la racionalidad son a) la completitud: el número de ejemplos, razones, argumentos que utiliza es suficiente para enriquecer o modificar su punto de vista; b) la pertinencia: el posicionamiento es adecuado y coherente con los argumentos y ejemplos planteados; c) la complejidad: se utilizan varios elementos y conectores y organizadores de forma correcta; d) la aplicabilidad: se utiliza el conocimiento para aplicarlo a su entorno; e) la relatividad: se admite la duda y el cambio en su discurso.

Dado que enseñar a escribir textos argumentativos no es tarea solo de las clases de lengua, para ayudar a los estudiantes a redactar textos argumentativos se utilizará el mapa argumentativo propuesto por Canals (2007, p. 52), que *"trata de expresar de forma gráfica y visual, la estructura, los elementos y las interrelaciones que componen el discurso argumentativo. (...) Es un instrumento sumamente útil (...) para esquematizar, ordenar y relacionar las ideas antes de redactar un texto argumentativo"*. Para mayor claridad se esquematizó en la figura 1.

Un texto argumentativo se considera estructurado si tiene un título que deber ser un resumen breve de la idea principal; tiene una introducción que presenta brevemente el tema y exposición ordenada de los hechos; tiene un posicionamiento, tiene argumentos y contraargumentos; y tiene una conclusión que sea una síntesis donde se refuerce el argumento principal. Además, requiere el uso de vocabulario preciso, claro y adecuado; conectores y organizadores de forma correcta y representa una secuencia completa de pensamiento, es decir, describe, explica, interpreta, justifica y argumenta.

Dado que una de las finalidades más importantes de la educación secundaria es educar para formar ciudadanos, un texto argumentativo que exprese cierto compromiso con la sociedad se considera más aceptable que uno que no lo haga. Canals (2007) al respecto, considera que lo mencionado sucede si se utilizan juicios de valor, se observa conocimiento alternativo y sí expresa implicación personal a través de frases impersonales, individuales, colectivas o universales.

III. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La presente investigación es de carácter exploratorio, mixto y descriptivo. En ella se estudia el valor de una herramienta didáctica relacionada con la competencia argumentativa para analizar si, luego de aplicarla, se ve modificada la competencia científica del grupo de estudiantes. Para ello se trabajó sobre la habilidad argumentativa de 48

estudiantes sobre un tema concreto: el impacto social de una central nuclear productora de electricidad, en un ambiente y tiempo únicos. Los participantes pertenecen a 4º año del Instituto Mario Madeddu (IMM) o de la Escuela Secundaria N.º 4 (EES N.º 4). Ambas instituciones pertenecen al partido de Lomas de Zamora, Buenos Aires.

A. Estructura temporal de la investigación

Para llevar adelante la investigación es importante distinguir dos grandes instancias. La primera, en la que se recolectarán los registros y, la segunda donde se analizarán los mismos. En la primera instancia el docente-investigador está en contacto con el estudiantado y existen múltiples variables y factores que pueden interferir en la producción de los textos argumentativos que se analizarán en la segunda instancia. En ella, teniendo en cuenta los elementos y componentes de los textos argumentativos se evaluará la calidad de cada texto.

La primera instancia, de recolección de los registros, estará dividida en tres fases.

La fase denominada de exploración de las ideas previas tiene como objetivo observar la competencia argumentativa de los estudiantes ya que trabajan a partir de sus ideas previas. En esta fase se les brinda la pregunta-debate sobre la que deben escribir un texto argumentativo utilizando el mapa de Canals (2007) según figura 1.

La fase denominada intermedia o de análisis de la información y debate por el estudiantado, en la que se trabajará el tópico en cuestión, en este caso, energía nuclear. En esta fase se presentan los temas a trabajar y debatir seleccionados por el docente (ver apartado CTSA). En esta fase, es importante señalar que el rol del docente y del estudiante, como también la relación entre ambos, las características de la población y otras variables incontrolables que se presentan (paros, ausentismos, días de lluvia, etc.) juegan un rol importante al momento de realizar el análisis de la herramienta didáctica.

En la última fase denominada de aplicación de los contenidos los estudiantes trabajarán luego de haber analizado y discutido sobre el tema mencionado. En esta fase, nuevamente, se les da la pregunta-debate sobre la que se estuvo trabajando y deben, nuevamente, escribir un texto argumentativo utilizando el esquema mencionado anteriormente (fase exploratoria).

Tras haber completado la primera instancia se espera tener por estudiante dos mapas y dos textos argumentativos: un par correspondiente a la fase exploratoria y otro par correspondiente a la fase de aplicación del conocimiento.

La segunda instancia a su vez se divide en cuatro etapas: 1) Etapa individual de análisis de las características del texto argumentativo producido por cada estudiante en cada etapa; 2) Etapa individual de análisis de la aceptabilidad del texto argumentativo producido por cada estudiante en cada etapa; 3) Etapa grupal de análisis de las características del texto argumentativo producido por la totalidad de los estudiantes en cada etapa; 4) Etapa grupal de análisis de la aceptabilidad del texto argumentativo producido por la totalidad de los estudiantes en cada etapa.

B. Herramientas de recolección y análisis de registros

El mapa argumentativo propuesto por Canals, presentado en la figura 1, es un instrumento útil para estructurar la argumentación, esquematizar, ordenar y relacionar las ideas antes de redactar un texto argumentativo. "*Trata de expresar, de forma gráfica y visual, la estructura, los elementos y las interrelaciones que componen el discurso argumentativo en la enseñanza-aprendizaje*" (Canals, 2007, p. 52).

Herramienta de análisis de la etapa 1. Un texto argumentativo es aquel que posee los siguientes elementos y componentes asociados:

- Racionalidad: Si es completo y suficiente, pertinente, complejo aplicable y relativo. Se considerará aprobado el elemento racionalidad si aparecen 4 de los 5 componentes mencionados anteriormente.
- Estructura: Si respeta la estructura, utiliza vocabulario preciso, utiliza conectores y organizadores correctamente, expresa una secuencia completa del pensamiento. Se considerará aprobado el elemento estructura si aparecen 3 de los 4 elementos mencionados anteriormente.
- Expresión del compromiso social: Si realiza juicios de valor, emplea conocimiento alternativo, se implica con la problemática. Se considerará aprobado el elemento expresión del compromiso social si aparecen 2 de los 3 componentes mencionados anteriormente.

Herramienta de análisis de la etapa 2. Se analizará cada texto argumentativo en particular con el fin de valorarlo de la forma: Aceptable / Bastante aceptable / Poco aceptable / Nada aceptable; considerando que:

- Un texto argumentativo aceptable es aquel que es racional, estructurado y presenta compromiso social.
- Un texto bastante aceptable presenta dos de las tres características antes mencionadas.
- Un texto poco aceptable presenta una de las características antes mencionadas.
- Un texto nada aceptable no presenta ninguna de las características antes mencionadas.

Herramienta de análisis de las etapas 3 y 4. Se analizará de forma grupal, teniendo en cuenta la cantidad de estudiantes, cada característica de un texto argumentativo y la variación entre la fase exploratoria y la fase de aplicación. Esta comparación nos permitirá sacar conclusiones acerca de aptitudes y dificultades a la hora de realizar textos argumentativos sobre el grupo de estudiantes participantes. Luego, la aceptabilidad del texto argumentativo respecto a la variación de las mismas entre las fases. Esta comparación nos permitirá sacar conclusiones acerca de la competencia argumentativa del grupo de alumnos participantes. Sin embargo, en este trabajo no están desarrolladas.

C. Tema CTSA

Entre los diversos temas de ciencia, tecnología y sociedad que son aptos para realizar debates se optó por el uso de la energía nuclear como fuente de energía renovable. La pregunta del debate será: *¿Estás a favor del uso de la energía nuclear como principal fuente de energía en nuestro país?*

El tema que se elige para llevar adelante la presente investigación forma parte del Diseño Curricular de Introducción a la Física de 4.º año de la provincia de Buenos Aires. Además, desde la experiencia personal y conversando con otros colegas, se consensuó que, en general, es un tema de gran interés para los estudiantes sobre el que incluso muchos de ellos poseen información previa (Ramos *et al.*, 2015).

El objetivo de todo el material elegido es presentarles a los estudiantes, diferentes miradas, argumentos y contra-argumentos para que puedan construir una postura frente al tema y defenderla.

Los documentales, artículos y noticias periodísticas que se consideran a continuación forman parte del material obligatorio que los estudiantes deberán utilizar para poder participar del debate. Todo el material busca el mismo objetivo: brindar diferentes posturas, complejizar, aplicar, relativizar y complejizar el tema a través de posturas marcadamente diferentes o neutrales. Los mismos son: A) Documental "Pandora's Promise. At the bottom of the box she found hope" (2013); B) Documental "Fukushima, una historia nuclear" (2014); C) Documental "África Nuclear" (2013); D) Entrevista a Michael Shellenberger "La energía nuclear es la clave contra el cambio climático" (2018); E) Artículo de Greenpeace "La crisis nuclear japonesa. Informe sobre el estado de Fukushima Daiichi" (2015); F) Entrevista a Eduardo González y Francisco Castejón "La energía nuclear a debate: ventajas e inconvenientes de su utilización" (2007).

Tanto los documentales como las entrevistas juegan distintos roles, algunos tienen una mirada bastante direccionada sobre el tema, otros buscan mostrar algunas de las aristas más difíciles de superar del uso de la energía nuclear, o discuten sobre cómo el uso de la energía nuclear como fuente de energía posibilitaría el desarrollo de un país tercermundista.

IV. REGISTROS Y ANÁLISIS DE REGISTROS

Dado que se trabajó con una población de 48 estudiantes de 4.º año, se obtuvieron 48 textos argumentativos en la fase exploratoria y 48 textos argumentativos en la fase de aplicación.

Antes de comenzar es importante señalar que, debido a que la presente investigación aún se encuentra en curso; a continuación se presentarán los análisis de las primeras 2 etapas de la segunda instancia. Es decir, las etapas de análisis cualitativas.

A. Etapa individual de análisis de las características del texto argumentativo (etapa 1)

En esta etapa se procede a analizar cada texto argumentativo producido por los estudiantes en las fases exploratoria y de aplicación de forma simultánea, es decir, para cada estudiante primero, el texto producido en la fase exploratoria y luego en la fase de aplicación. Para ello se procede, primero, a analizar la estructura a simple vista, es decir, si posee introducción, desarrollo (postura, argumentos y contra argumentos) y conclusión. Luego, se señalan con colores los componentes que aparecen para analizar (pertinencia, complejidad, relatividad, aplicación, etc.) para determinar la presencia o no de los elementos constitutivos de un texto argumentativo.

En una primera instancia, se han observado dificultades para comprender la información que se debía colocar en cada parte de la estructura. Esta dificultad se observa principalmente en la fase exploratoria, especialmente en la introducción y la conclusión.

Al analizar los textos desarrollados en la fase de aplicación, la estructura general mejoró notablemente, sobre todo la función de la introducción y la conclusión en el discurso argumentativo.

La introducción, en la primera fase, prácticamente fue en su mayoría inexistente o, de existir, pobre de contenido. Mientras que, en la fase de aplicación, la misma cumplió el rol de contextualizar sobre la postura que cada estudiante iba a defender o desarrollar conceptos claves sobre la forma de obtener energía eléctrica a partir de la energía nuclear.

Se cita a modo de ejemplo a Iván del IMM quien, en la fase exploratoria, en la introducción sólo expuso que es peligrosa mientras que, en la fase de aplicación, utiliza la misma con la finalidad correcta, aunque no realiza una redacción ordenada *“producción de electricidad a través del calor generado por la emisión del uranio. Emite menos dióxido de carbono para producir electricidad. El costo del uranio en comparación con la producción de electricidad. Produce más radiación de la que hay natural”*.

Respecto a la conclusión, apartado en el cual se le indicaba de antemano que podían desarrollar a través de unas preguntas guías (¿qué objetivo conseguirías? ¿qué propuestas se pueden hacer? ¿cuál es la idea principal o evidencia?), en la fase exploratoria cumplía el rol de ser una mera repetición de ideas desarrolladas más arriba, donde simplemente citaban nuevamente su postura o resaltan algún motivo que defendía su idea o incluso a no existir. Mientras que, en la fase de aplicación, su rol estuvo más relacionado con proponer propuestas para defender su postura.

Retomando la idea de Corcoran *et al.* (2009) (citado en Archila, 2012, p. 365) en relación con que *“la argumentación es una habilidad que, al igual que un concepto científico, tiene su propia progresión de aprendizaje”*, se cita a modo de ejemplo a Maxi de la EES n.º 4 en la fase exploratoria dejó el espacio de la conclusión en blanco. Sin embargo, en la fase de aplicación, redacta que *“La energía nuclear es favorable en muchos sentidos: para el medio ambiente, porque ocupa muy poco terreno, etc. Es verdad que tiene cosas en contra, pero igual no son muchas. Para mí los países más ricos tendrían que ayudar a otros países bajos a tener esta misma energía y no temer que quieran armas nucleares”*. Es notorio cómo, el estudiante, luego de haber trabajado y debatido sobre el tema, realiza una conclusión en donde expone un breve resumen del tema, señala evidencia, e incluso, realiza una propuesta.

Agustina del IMM, en la fase exploratoria indica que *“se debería dejar de usar la energía nuclear y buscar otras alternativas de esta misma pero más segura viendo ya todo lo que ha causado de manera negativa al medio ambiente”*. Mientras que en la fase de aplicación señala que *“con esta nueva investigación y con los nuevos conocimientos que adquirí en estos últimos días, llegué a la conclusión de que la energía nuclear genera muchísimo más peligro ya que no tiene un buen cuidado para lo que es. Lo que quiero decir es que las personas todavía no entienden lo peligrosa que es la energía nuclear y, por eso, no se llevan a cabo medidas de seguridad para “conservarla” y mantener la ciudad a salvo. Yo creo que si reducimos su utilización y se tienen muchísimas más formas y medidas de seguridad, no sería tan amenazadora para la ciudad”*. En este ejemplo, la fase exploratoria tiene una conclusión confusa con una idea clara: lo que le causó al medio ambiente. Sin embargo, llama la atención cómo encara la conclusión en la segunda parte: hace referencia a lo que aprendió clases atrás. Más allá de que no se observa uso de vocabulario específico se observa mayor compromiso social, tanto con el ambiente como con los seres humanos e incluso realiza una propuesta.

Retomando la idea de Banet Hernández (2010), quien considera que un ciudadano es una persona informada y con capacidad para analizar, valorar e intervenir de forma democrática en decisiones científicas y tecnológicas que afectan a la sociedad de la que forman parte, es interesante detenerse en la capacidad de los estudiantes de sostener argumentos y contra argumentos, pero no de relacionarlos entre sí. Capacidad que mejoró en la fase de aplicación. Se cita como ejemplo a Fernanda de EES N 94 que, en la fase exploratoria, indica que está a favor del uso de la energía nuclear para producir electricidad porque *“la energía eléctrica se usa demasiado para varias cosas aunque puede formar bombas atómicas”*. La misma estudiante mejora sus argumentos en la segunda fase tal como puede observarse: *“a nosotros no nos causa daños fuertes sin embargo a otros sí, la gente tiene que irse de sus casas sin saber si van a volver”*. Valeria del IMM indica como argumentos a favor en la fase exploratoria que *“es fácil de colocar, su uso es muy continuo, aunque es peligrosa, puede contraer enfermedades, contamina”*. En la segunda fase, la estudiante cambia de posicionamiento y sostiene que *“más allá de la seguridad, causa accidentes y puede causar enfermedades. Sin embargo, genera energía constante y emite menos dióxido de carbono”*. Priscila de la EES n.º 4, por ejemplo, en la fase de aplicación, reconoce el rol de los contra argumentos: *“Porque daña menos al medio ambiente aunque genera gran cantidad de electricidad”, “Porque se ahorra en combustibles fósiles aunque se usa para el transporte”, “Porque se produce accidentes nucleares aunque las centrales cuentan con sistema de seguridad”*.

Otro elemento cuya mejoría fue notoria fue el uso de vocabulario específico, sobre todo, al redactar los argumentos. Fue normal encontrarse con frases como *“es tóxica”, “es peligrosa”, “daña al planeta”* en la fase exploratoria. Mientras que, en la fase de aplicación, *“no está resuelto el problema de los residuos radiactivos”, “es una fuente continua”, “no emite gases de efecto invernadero”*.

A modo de ejemplo, Lara del IMM en la fase exploratoria redacta como argumentos *“puede causar explosiones, es peligrosa”, “contamina el ambiente, por ejemplo, desechos radiactivos”, “se puede usar mal, por ejemplo bombas atómicas”*. Y, como contra-argumentos, *“aunque es barata, los gastos para arreglar lo destruido no lo son”, “aunque usemos esta energía para beneficio propio, el ambiente no lo recuperamos”, “aunque usemos esta energía de manera medicinal”*. Mientras que en la fase de aplicación redacta *“es una energía limpia”, “es eficiente, ocupa poco espacio comparada a las demás fuentes de energía”, “es constante”*. Y, como contra-argumento, *“aunque produce desechos radiactivos, los mismos pueden ser almacenados”*.

B. Etapa individual de análisis de la aceptabilidad del texto argumentativo (etapa 2)

Como se mencionó en el apartado anterior, luego de analizar la presencia o no de los componentes que caracterizan los elementos que conforman un texto argumentativo aceptable, se lo califica como “nada aceptable, poco aceptable, bastante aceptable, aceptable”.

Si se realiza un análisis puntual sobre los textos producidos antes y después de la fase de análisis de la información y debate por el alumnado (fase intermedia), como primera impresión se observa que, en general, los textos han mejorado alguna característica. Han mejorado la redacción, la estructura, los argumentos, han incluido vocabulario específico o han relativizado el tema, han propuesto condicionantes. Es decir que, en general, la aceptabilidad de los textos ha mejorado.

TABLA I. Ejemplo de análisis de los textos

EJEMPLO DE ANÁLISIS DE LOS TEXTOS			
Estudiante: <i>Iván</i> Curso y escuela: <i>4º B IMM</i>			
ELEMENTOS DEL TEXTO ARGUMENTATIVO			
RACIONALIDAD			
Elementos (sí/no)	Fase exploratoria	Fase de aplicación	
Completo y suficiente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Relevante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Complejo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Aplicable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Relativo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Aprueba? (4/5 sí)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
ESTRUCTURA			
Elementos (sí/no)	Fase exploratoria	Fase de aplicación	
Adecuada y estructurada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Vocabulario preciso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Uso de conectores y organizadores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Expresa secuencia completa del pensamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Aprueba? (3/4 sí)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
EXPRESIÓN DEL COMPROMISO SOCIAL			
Elementos (sí/no)	Fase exploratoria	Fase de aplicación	
Realiza juicios de valor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Emplee conocimiento alternativo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Se implica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Aprueba? (2/3 sí)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
VALORACIÓN DEL TEXTO ARGUMENTATIVO			
Elementos (sí/no)	Fase exploratoria	Fase de aplicación	
Racionalidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Estructura del texto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Expresión del compromiso social	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Valoración (aceptable 3/3 - bastante aceptable 2/3 - poco aceptable 1/3 - nada aceptable 0/3)	<i>nada</i>	<i>bastante</i>	
Postura	<i>positiva</i>	<i>positiva</i>	<i>neutral</i>

Estudiante: Iván. Escuela: IMM

El texto de la fase exploratoria se calificó como nada aceptable. Aunque se reconocieron componentes de cada elemento, los mismos no fueron suficientes para considerar que el texto era racional, tenía estructura o expresaba compromiso social.

Es de interés señalar que se observó el uso de vocabulario específico, ideas que relativizaban su postura y aplicaban argumentos o conclusiones directamente al país.

El texto de la fase de aplicación se calificó como bastante aceptable. Es interesante señalar que las mayores dificultades asociadas a la ausencia de los componentes se encontraron en el elemento de estructura mientras que el pensamiento racional y el compromiso social fueron desarrollados satisfactoriamente luego de la fase intermedia.

V. CONCLUSIONES

El objetivo de la presente investigación es analizar cómo se modifica la competencia científica de los estudiantes analizando la competencia argumentativa a través del análisis de su habilidad argumentativa escrita.

A partir del análisis realizado, se concluye que la competencia científica se relaciona con la cultura científica y con la alfabetización científica. Observar que los textos, en particular, han mejorado, implica advertir que los estudiantes han ganado cultura científica, por ejemplo, al utilizar mayor vocabulario específico. Además, observar que la estructura en general de los textos argumentativos, pero en particular de los argumentos ha mejorado, permite inferir que han ampliado el grado de su alfabetización científica. Otros componentes interesantes que hablan de cambios importantes en el pensamiento son los relacionados con la aplicación y la relatividad. Observar cómo ponen en duda lo que sostienen y negocian entre ventajas y desventajas, ejemplifican, proponen y sitúan sus puntos de vista permite sostener que el pensamiento es más complejo que al comienzo de la actividad. Es decir que, luego de finalizado el proceso, en el cual se utilizó la herramienta didáctica descrita, la competencia científica de aquel grupo de estudiantes en ese momento único ha mejorado. ¿Se podrá transpolar dicha herramienta a otros temas de ciencia, tecnología y sociedad? ¿El proceso permitirá que los estudiantes tengan un mayor pensamiento crítico?

Sin embargo, dicho análisis tuvo una connotación evaluativa a partir del reconocimiento de componentes que se consideraron que todo estudiante tenía de forma intuitiva. ¿Se puede analizar un texto argumentativo si no se explicó previamente qué es un texto argumentativo y que características tiene? Más allá de que lo dicho podría representar una crítica o debilidad a la investigación es interesante resaltar cómo, de forma natural y espontánea, los estudiantes ampliaron los componentes en sus discursos para validar su argumentación sobre el tema.

Si bien no se presentan resultados cuantitativos es posible concluir, provisoriamente, que el componente relacionado con el compromiso social es el que surge más espontáneamente al momento de defender una postura, en el que se observan las ideas alternativas, los juicios de valor y los argumentos personales donde se implica y toma una postura en primera persona. Dicho comentario permite reflexionar sobre la viabilidad o validación de la herramienta en otros temas que no formen parte de la corriente CTSA o que, en su defecto, su impacto social no sea de tal magnitud como el que representa la energía nuclear para las personas.

Como cierre, se recuerda que fue R. Canals, autora-guía, quien pone a prueba con resultados favorables esta herramienta en el campo de las ciencias sociales, resultados que se reivindican como favorables, también, en el campo de las ciencias naturales, específicamente el de la física. Es por ello que se invita a que siga siendo puesto a prueba en otras áreas de conocimiento, si alguna vez se preguntaron, ¿para qué enseño esto?

AGRADECIMIENTOS

A mis directores de tesina, María Beatriz Roble y Jorge Cornejo que, si no fuera por ellos y su insistencia, todos estos textos estarían archivados debajo de la cama o en la parrilla para Navidad.

REFERENCIAS

Acevedo Díaz, J. A.; Alonso, A. V. y Manassero Mas, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.

Archila, P. (2012). La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 9(3), 361-375.

Banet Hernández, E. (2010). Finalidades de la educación científica en educación secundaria: Aportaciones de la investigación educativa y opinión de los profesores. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 2(28), 199-214.

Bravo, B.; Puig, B. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química*, volumen aniversario, 137-142.

Canals, R. (2007). La argumentación en el aprendizaje social. *Enseñanza de las Ciencias Sociales: Revista de Investigación*, (6), 49-60.

DGCyE (2009). *Diseño Curricular para la Educación Secundaria. 4º año. Introducción a la Física*. La Plata, DGCyE.

Gómez-Martínez, Y. et al. (2015). Catalizar la Alfabetización Científica. Una vía desde la articulación entre Enseñanza por Investigación y Argumentación Científica. *Revista De Enseñanza De La Física*, 27(2), 19-27.

Larraín, A. (2009). El rol de la argumentación en la alfabetización científica. *Estudios Públicos*, 116, 167-193.

Márquez, C. y Prat, A. (2005). Leer en clases de ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 3(23), 431-440.

Pedrol, H., Iuliani, L., Calderaro, A., & Ortiz, F. (2021). Ambiente de clase, discurso multimodal y producciones de argumentos científicos. *Revista De Enseñanza De La Física*, 33, 517-524.

Ramos, R. L. et al. (2015). *El Instituto Dan Beninson y su rol en las tareas de divulgación y docencia en el área de la protección radiológica*. X Congreso Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica. Sociedad Argentina de Radioprotección. Recuperado de: <http://www.irpabuenosaires2015.org/Archivos/tr-completos/>

Ruiz Ortega, F. J.; Tamayo Alzate, O. E. y Márquez Bargalló, C. (2015). La argumentación en clases de ciencia: un modelo para su enseñanza. *Revista Educação e Pesquisa*, 41(3), 629-646.

SEE (2018). *Argentina en Pisa. Informe de resultados*. Argentina, SEE.

Solbes, J., Ruiz, J. J. y Furió, C. (2010). Debates y argumentaciones en las clases de física y química. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (63), 65-75.