

## ARGUMENTACIÓN DESDE LA ENSEÑANZA DE LAS SOLUCIONES QUÍMICAS

Edgar E. Vargas<sup>a,\*</sup>, Gina J. León<sup>b</sup> y Leonardo F. Martínez<sup>c</sup><sup>a</sup>Facultad de Educación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja 150003, Colombia<sup>b</sup>Facultad de Salud, Escuela Colombiana de Carreras Industriales, Bogotá, 110221 Colombia<sup>c</sup>Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, Bogotá 110221 Colombia

Recebido em 10/03/2022; aceito em 20/07/2022; publicado na web em 13/09/2022

ARGUMENTATION FROM THE TEACHING OF THE CHEMICAL SOLUTIONS. This research, whit the design and implementation of contextualized laboratory activities in chemistry was carried out, in order to demonstrate the level of argumentation presented by teachers in initial training, first semester of the Bachelor of Natural Sciences program and Environmental Education of the Pedagogical and Technological University of Colombia "UPTC". This research was developed with a qualitative, interpretive and phenomenological research approach, allowing us to observe the progress presented by the students under study, in terms of argumentative processes, taking as reference Toulmin who describes different levels of argumentation. The research was carried out in three phases: a diagnostic phase that allowed identifying the initial state of the teachers in training, a second phase of design and implementation of the sequence of activities based on situations of context, and finally a third evaluation phase in which the levels of argumentation reached by the students, having as a fundamental basis the triangulation of data between the experiences of the students confronted with theoretical references that would allow us to account for the results found. It was possible to identify the difficulty that students present when preparing structured arguments as proposed by Toulmin, demonstrating the lack of appropriation of scientific language that students have and the low development of this competence at the different levels of academic. Is important to promote the use of different didactic strategies such as experimentation in the classroom, which allow strengthening the different argumentation processes in students.

Keywords: argumentation in sciences; chemical solution; initial teacher training; chemistry teaching; argumentative processes.

## INTRODUCCIÓN

En décadas anteriores un grupo de académicos de la Universidad de Ámsterdam junto con algunos colegas de otras universidades desarrollaron el método pragma - dialéctico para el análisis del discurso argumentativo. Este análisis respalda el valor de alcanzar una perspectiva analítica del discurso que incluya todo lo pertinente para una evaluación crítica. Algunos consideran que la razón de ser de los estudios argumentativos es el análisis crítico del discurso argumentativo, la interpretación y evaluación de los casos de argumentación partiendo de la normatividad de la actuación argumentativa. Cuando se analiza el discurso argumentativo se acepta que el discurso es el que orienta la dirección hacia la resolución de las diferencias de opinión y que la argumentación y cada acción de habla ejecutada en el discurso con la perspectiva de resolución de los desacuerdos se pueden considerar como parte de una discusión crítica.<sup>1</sup>

En este sentido, en este trabajo de investigación se propuso estimular la argumentación en los profesores en formación inicial, por cuanto el desarrollo de esta permite incrementar habilidades orales y escritas de tipo discursivo crítico enfocado a temas específicos propios de las ciencias, por lo tanto el desarrollo de la investigación se basó en el modelo de argumentación de Toulmin<sup>2</sup> ya que proveen elementos relevantes para identificar el proceso de argumentación logrado por los sujetos durante la investigación.

De acuerdo a lo anterior se propone la siguiente pregunta de Investigación: *¿Qué procesos argumentativos se desarrollarán a partir del diseño e implementación de actividades experimentales contextualizadas socialmente como estrategia didáctica para la comprensión del concepto de soluciones químicas?*

Por otro lado, durante la revisión de algunas investigaciones realizadas, Rivera<sup>3</sup> quien presentó las concepciones que tiene el profesorado de Química en formación inicial (PQFI) de dos programas de Licenciatura en Química (P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub>) sobre los Trabajos Prácticos Experimentales (TPE) y bajo qué versión epistemológica se enmarcan; de igual manera, Parga y Prada<sup>4</sup> quien describió algunas concepciones de ciencia que presentan los profesores en formación inicial; también, Ramírez<sup>5</sup> planteó el diseño e implementación de una estrategia didáctica fundamentada en el trabajo práctico experimental para la enseñanza y el aprendizaje de la estequiometría, sus conceptos y las relaciones que se dan en este tema de la Química. A partir de estas investigaciones se pudo identificar que los profesores en formación inicial (PFI) presentan dificultades o debilidades de tipo argumentativo frente a varios conceptos químicos, por consiguiente la construcción y reconstrucción de ideas son reducidas y simples al momento de producir argumentos críticos y válidos frente al concepto en cuestión, tal vez debido a la falta de reflexión y discusión en cuanto a la importancia de la argumentación al interior de los programas de formación de profesores y la falta de inclusión explícita de este proceso en cada una de las asignaturas.

En este orden de ideas, en este trabajo se consideró relevante tener en cuenta la experimentación contextualizada socialmente en el desarrollo de procesos argumentativos en profesores en formación inicial del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia "UPTC", teniendo como base fundamental el concepto de soluciones químicas y sus implicaciones en un contexto social donde se desenvuelven los estudiantes.

La investigación tuvo como base un enfoque de investigación de tipo cualitativo, interpretativo y fenomenológico, lo que permitió evidenciar el avance que presentaron los sujetos participantes en la investigación en cuanto a los procesos de argumentación, teniendo

\*e-mail: edgar.vargas01@uptc.edu.co

como apoyo la experimentación la cual constituye un papel fundamental en la Enseñanza de las Ciencias en general y de la Química en particular.

Para poder validar los resultados se establecieron algunos parámetros basados en la triangulación de datos, a partir de las experiencias en el contexto, comparadas con referentes teóricos que permitieron dar cuenta del porqué de los resultados obtenidos.

## MARCO TEÓRICO

Para Toulmin<sup>2</sup> la argumentación es la secuencia de razones encadenadas que, entre ellas, establecen el contenido y la fuerza de la posición para la cual argumenta un hablante. Así el hecho de argumentar se refiere a plantear pretensiones, someterlas a debate, producir razones para respaldarla, criticar esas razones y refutar esas críticas, con el motivo de sostener un punto de vista y para mostrar como esas razones son exitosas para dar fuerza a la misma.<sup>6</sup>

En este mismo orden de ideas, Toulmin<sup>2</sup> distingue entre la conclusión del argumento y los hechos a los que se recurre como soporte de una conclusión, los datos. La conclusión de un argumento puede ser cuestionada no sólo a partir de los datos que la favorecen, sino con esos datos, como se emite dicha conclusión. Por lo tanto, no se requiere más datos sino ciertas reglas o, afirmaciones de tipo hipotético que funcionen como conducto entre los datos y la conclusión, es decir, dados los datos se pueden aceptar las conclusiones. Toulmin llamará a estas reglas o principios, garantías. La conclusión para Toulmin es la deducción del silogismo, mientras que los datos o la evidencia corresponden a la premisa menor y la garantía, a la premisa mayor.<sup>7</sup> Partiendo de lo anterior se tiene el primer esquema que permite analizar los argumentos.

Toulmin<sup>2</sup> simboliza con una flecha la relación que hay entre los datos (D) y la conclusión (C) que sustentan. Además, indica la garantía (G) que apoya tal vínculo entre datos y conclusión, la cual la escribe debajo de la flecha. En la Figura 1 se expone la estructura básica del argumento.

## METODOLOGÍA

### Enfoque metodológico

Esta investigación fue realizada con docentes en formación inicial de primer semestre en la asignatura de química general, pertenecientes al programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia "UPTC" de Tunja Boyacá.

El enfoque utilizado para orientar el desarrollo de esta investigación corresponde al método cualitativo, interpretativo y fenomenológico. Cualitativo ya que éste utiliza la recolección de datos sin medición numérica para tratar las preguntas de investigación en el proceso de interpretación.

Con frecuencia, estos datos sirven, primero, para identificar cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después, para clarificarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien "circular" y no siempre la secuencia es la misma, varía de acuerdo con cada estudio en particular.<sup>8</sup> En este enfoque, la recolección de información y el análisis son fases que se realizan prácticamente de manera simultánea.

Adoptamos un enfoque cualitativo interpretativo desde el punto de vista fenomenológico en vista de la importancia de la práctica experimental en esta investigación, en la cual el sujeto participante de la investigación pueda construir sus supuestos conceptuales a partir del experimento.<sup>9</sup> Afirman que en los diversos textos científicos, históricos, filosóficos y de Enseñanza de las Ciencias que circulan

en el ámbito académico se encuentra una serie de reflexiones acerca de los distintos roles que tiene la actividad experimental en la ciencia y en las clases de ciencias.

Esta ruta ha aportado elementos conceptuales que afianzan el interés por vincular la comprensión a la ampliación y organización de la experiencia de los sujetos.<sup>9</sup> Por lo tanto los autores asumen: "que una conciencia es una persona, estudiante o profesor, que tiene una estructura mental, una historia social, psicológica, personal, que hace que ésta interprete, piense, entienda o actúe de una cierta manera y con ello construya un campo fenomenológico".

Las descripciones e interpretaciones que requiere la comprensión de una fenomenología necesita de la organización de una progresión de experiencias y observaciones con una intención dada, es decir, una descripción detallada del fenómeno, la cual está enlazada en la actividad experimental que demanda una comprensión conceptual que acompañe a la intervención experimental.<sup>9</sup>

Así es de gran importancia que los futuros profesores participantes de la investigación puedan interpretar sucesos que se presentan en el contexto con base en la experimentación, ya que la interpretación se fundamenta en saber interpretar, pues esto se convierte en una actividad sistemática y rigurosa, en virtud de que se trata de un proceso de reconstrucción y construcción de significados, formas de significar, de atribuir sentido y de actuar.

### Fases de la metodología

La investigación se desarrolló en las siguientes fases:

**Fase de diagnóstico.** Se diseñó y aplicó un instrumento piloto y un cuestionario de concepciones alternativas acerca de las concepciones del tema de soluciones químicas. Antes de la aplicación de los instrumentos mencionados a los participantes de la investigación se les implementó una prueba patrón a profesores en formación inicial de la licenciatura pero de segundo semestre.

**Diseño e implementación de una secuencia de actividades.** Se diseñó e implementó una secuencia de actividades relacionadas con un contexto real, basada en la argumentación a partir de una situación del contexto en el que se desarrollan los estudiantes. La secuencia está constituida por tres actividades del contexto real sobre el tema de soluciones químicas, una actividad que reúne cinco prácticas experimentales del contexto real y una actividad que finaliza en un juego de roles.

**Evaluación.** La secuencia de actividades fue evaluada por profesionales expertos en el tema de argumentación, profesionales en Química a partir del instrumento diseñado para su evaluación, también se evaluaron los procesos argumentativos presentados por los estudiantes objeto de estudio de la institución, teniendo en cuenta el método de triangulación de datos y por último se llevó a cabo una entrevista al finalizar la investigación para conocer las apreciaciones de los profesores en formación inicial sobre el concepto de solución química y con respecto al diseño e implementación de las prácticas de laboratorio en un contexto real.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Cuestionario exploratorio sobre soluciones, propiedades y preparación

Los PCNFI (profesores de ciencias naturales en formación inicial) participantes de la investigación contestaron un taller exploratorio de manera individual en la que se buscó visualizar las percepciones que tienen los participantes en cuanto al tema de las soluciones químicas a través de 4 preguntas, y los resultados obtenidos en estas se resumen a continuación.

A partir de las respuestas dadas a la pregunta 1 se organizaron en tres aspectos que se relacionan en la Tabla 1, la respuesta esperada es que los PCNFI identifiquen fácilmente el Río Farfacá como una solución química, pero en su gran mayoría identifica alimentos de la cafetería como una solución química más que el Río Farfacá.

### Test exploratorio sobre concepciones alternativas en soluciones

Para tener una mejor visión acerca de las concepciones que presentan los PCNFI se aplicó un test de concepciones alternativas, con pregunta cerrada en el que se relacionan conceptos del tema de soluciones químicas, el cual pretende verificar cual es la tendencia de respuesta de PCNFI en cuanto al tema de soluciones químicas como se relaciona en la Tabla 2.

Rodríguez y Díaz-Higson<sup>10</sup> consideran que los estudiantes cuando se aprestan a aprender conceptos científicos presentan ideas previas, las cuales les sirven para comprender lo que se les está enseñando, de modo que las nuevas ideas interactúan con sus representaciones previas. Investigaciones sobre las concepciones alternativas de los estudiantes, han mostrado que después de años de estudio en instituciones en los que se ha enseñado a los estudiantes las concepciones correctas, estos continúan teniendo concepciones alternativas que no se relacionan con las científicamente aceptadas, tal como lo expone Carrascosa-Alfís<sup>11</sup>

“Según estudios realizados por Laurence Viennot 1979 atrajo la atención sobre el problema del aprendizaje conceptual, que cuestionaba la efectividad de la enseñanza allí donde

los resultados parecían más positivos; los alumnos no sólo terminaban sus estudios sin saber resolver problemas y sin una imagen adecuada del trabajo científico, sino que la inmensa mayoría de ellos ni siquiera había logrado comprender el significado de los conceptos científicos más básicos. Particularmente relevante era el hecho de que los errores que cometían no se debían a simples olvidos o a que se daban respuestas al azar, sino que se justificaban con base en determinadas ideas, las cuales eran definidas con bastante seguridad por un gran número de estudiantes de distintos niveles educativos”.

Las concepciones alternativas en los PCNFI pueden estar asociadas al lenguaje cotidiano, a los textos utilizados durante otra etapa escolar, a las ideas transmitidas por los docentes, lo cual hace que estas ideas persistan en ellos y sean consideradas como aprobadas en un ámbito más científico. Por tal razón se aplicó el test de concepciones alternativas a los futuros profesores para identificar algunas de esas concepciones arraigadas en su aprendizaje que en un momento pueden concebir conclusiones apresuradas. A continuación se muestran los resultados obtenidos en este test, como se muestra en la Tabla 2.

### Secuencia de actividades

Después de realizar la fase de diagnóstico de la investigación de manera individual se implementó la secuencia de actividades, la cual fue realizada en grupos de laboratorio. Los resultados obtenidos se describen a continuación siguiendo el esquema básico

**Tabla 1.** Respuestas sobre identificación de una solución química en el entorno universitario

Identifican el Río Farfacá como solución química	No identifican el Río Farfacá como solución química	No responden
28 PCNFI identifican el Río Farfacá como una solución química en su entorno universitario.	16 PCNFI identifican bebidas de la cafetería de la universidad como lo son el jugo, la gaseosa, la gelatina o el tinto, como una solución química en su entorno universitario.	2 PCNFI no responden

\*Fuente: elaboración propia (2022).

**Tabla 2.** Resultado Test Concepciones Alternativas

Pregunta	Ítem					% respuestas acertadas	% respuestas desar-ciertos
	A	B	C	D	E		
1	4	21	1	11	6	48	52
2	20	13	8	1	1	60	70
3	7	13	18	5	0	41	59
4	32	1	5	1	4	71	29
5	14	6	13	9	1	32	68
6	12	21	1	4	5	48	52
7	27	8	6	0	2	62	38
8	4	10	22	6	1	23	77
9	2	6	27	7	1	62	38
10	5	13	17	6	2	39	61
11	13	4	17	7	2	39	61
12	11	5	2	15	10	11	89
13	5	9	20	4	5	46	54
14	2	20	9	8	4	46	54
15	14	6	19	2	2	44	56
Total PFI 43							

\*Fuente: elaboración propia (2022).

de argumentación propuesto por Toulmin, con la adaptación al tema de soluciones químicas, en vista que los estudiantes no alcanzan niveles más complejos de argumentación en el que se involucran otros aspectos que podrían ser analizados. El modelo incluye un dato, una garantía y una conclusión del argumento. Este modelo se empleó para mostrar de una manera sencilla como los futuros profesores involucran los elementos básicos de un argumento.

Toulmin<sup>2</sup> simboliza con una flecha la relación que hay entre los datos (D) y la conclusión (C) que sustentan. Además, indica la garantía (G) que apoya tal vínculo entre datos y conclusión, la cual la escribe debajo de la flecha. El Dato, afirmaciones que se encuentran disponibles por el hacedor del argumento y puede contener, puntos de vista actuales, acciones anteriores o presentes.

La Garantía, razones de pretensión o reglas para afirmar que los datos son correctos para explicar una cuestión en particular o una premisa y emitir una conclusión.

A continuación se describe la estructura el argumento propuesto por Toulmin,<sup>2</sup> ver Figura 1.

Para los resultados de la investigación se han establecido las siguientes convenciones:

PCNFI: Profesor de Ciencias Naturales en Formación Inicial.

TXEG: Textos escritos en grupo, TXEG1, TXEG2, TXEG6, TXEG11, TXEG14

PA: Pregunta de cada Actividad, P1A1, P2A1, P4A1; P5A2, P6A2; P1AI3, P2AI3, P1AI3.

IELG: Informes Escritos de Laboratorio Grupal, IELG1, IELG2, IELG6, IELG11, IELG14.

Se tomaron algunos de los grupos que desarrollaron las actividades al igual que algunos ítems planteados en cada una de las actividades de la secuencia de manera conveniente con la intencionalidad de analizar sus respuestas en algunos interrogantes propuestos que permiten evidenciar el proceso argumentativo según el modelo de Toulmin trabajado.

**Actividad n° 1 (ver Tabla 3): ¿conoces acerca del río farfacá?**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la actividad 1 trabajada en la secuencia, y observando la Tabla 3, se ha podido evidenciar que cada grupo reconoce algunos aspectos del Río Farfacá y su calidad como fuente hídrica, pero cuando se les solicita que elaboren una conclusión en la mayoría de los casos no integran fácilmente la garantía con los datos, por consiguiente el argumento planteado es mínimo ya que carece de elementos que le proporcionen validez y se constituyan más en opiniones personales desde una percepción cotidiana más que un argumento estructurado desde el conocimiento propio de las ciencias. Por ejemplo el grupo 6 recurren a datos históricos frente al río Farfacá pero no inducen esos datos para construir una conclusión que reafirme un argumento, falta elementos de apoyo para que este tenga solidez y su intervención sea entendible.

Por otra parte, hay grupos que no tuvieron en cuenta una garantía para dar sustento a la conclusión planteada o definitivamente no aparece esta, careciendo de relevancia las alternativas de solución frente a situaciones expuestas, por lo tanto los argumentos resultantes no satisfacen los alcances teóricos científicos y no constituyen un argumento regular. Además en lo que concierne a la problemática ambiental todos los grupos expresaron que el río ha sido descuidado y que gran parte de desechos a lo largo de curso han sido vertidos en él y que la actividad humana ha influido para que se agrave el problema pero ninguno muestra una conexión de las ideas para generar un argumento, es decir llegan a una conclusión sin una garantía que la respalde.

Cabe resaltar que los estudiantes muestran una apropiación de su contexto natural reconociendo la importancia cultural que ha tenido el Río Farfacá a través del tiempo a la población boyacense y lo corroboran por medio de sus escritos.

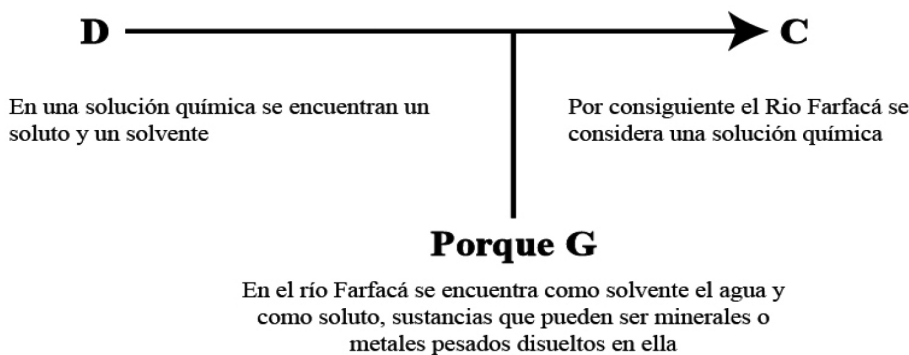


Figura 1. Ejemplo de la estructura de un argumento propuesto por Toulmin

Tabla 3. Respuestas de las preguntas 1,2 y 4 de la actividad 1 por cada grupo de estudiantes según sus conclusiones elaboradas

GRUPO	DATO	GARANTÍA	CONCLUSIÓN DEL ARGUMENTO
TXEG2	P1A1 Importancia histórica, arqueológica y ambiental del río Farfacá	El Río Farfacá es una fuente hídrica que nace en Iguaque. Fue asentamiento de la cultura Muisca y sitio ritual en el antiguo cercado de Hunza.	El río manifiesta la necesidad de una defensa ecológica y ancestral ya que en su recorrido presenta un panorama arqueológico en piedras representadas como moyas, pictografía Muisca.
TXEG6	P1A1 Importancia histórica, arqueológica y ambiental del río Farfacá	Se dice que durante la época el río farfacá albergó un tesoro muy amplio perteneciente al Zaque donde un español llamado Donato intentó robarlo; se encontraron restos de 36 piedras de colores denominadas “la cuca” , además se hicieron algunas excavaciones por parte de Hernández de alba en 1937 y se hallaron restos de santuarios	No hay conclusión

\*Fuente: elaboración propia (2022).

### Actividad experimental n° 1: determinación de solubilidad

Haciendo una comparación de los resultados anteriores con la Tabla 4 se observó que los estudiantes muestran gran dificultad en el momento de elaborar un argumento bien estructurado sin ayuda de fuentes bibliográficas; esto radica en que los estudiantes no tienen claros algunos conceptos relacionados con solubilidad y su determinación de manera experimental. Según Jiménez-Aleixandre:<sup>12</sup> “El énfasis en la aplicación de lo aprendido no es una cuestión menor, pues uno de los problemas del aprendizaje escolar (sea de ciencias, matemáticas, sociales u otras materias), detectado tanto por el profesorado como por la investigación educativa, es la incapacidad de una gran proporción del alumnado para aplicar los conocimientos y destrezas a situaciones nuevas”.

También es de evidenciar que hay grupos que no recurren a las garantías para afianzar una conclusión por lo tanto ni siquiera contemplan estas en sus resultados. Por tal razón alguna de sus afirmaciones no son coherentes con lo obtenido en la experiencia realizada.

Por otro lado mediante el método de triangulación de datos se muestra en la Tabla 5 una comparación entre los diferentes grupos participantes de la investigación.

Después de realizar la triangulación de la información entre diferentes grupos de estudiantes y las actividades desarrolladas, se identificó algunos aspectos interesantes, que permitieron detectar las dificultades que muestran los estudiantes en la elaboración de procesos argumentativos evidenciados al trabajar la secuencia de actividades.

En la primera actividad en la que los estudiantes tienen que redactar su propio argumento textual por grupo de estudiantes se pudo identificar que muestran facilidad para responder según el criterio establecido como respuesta a la pregunta seleccionada. Ver Tabla 3 (TXEG2). Esto se da como consecuencia a que previo a la pregunta seleccionada se les había asignado un texto con información importante relacionada con el Río Farfacá.

En la segunda prueba se presentó mayor dificultad en el momento de elaborar un argumento, pues la mayoría de los grupos no dieron respuesta a la pregunta propuesta en esta actividad, esto puede ser consecuencia de la falta de interpretación de información suministrada en la actividad. En dicha actividad se suministró información organizada en una tabla y en la que los futuros profesores mostraron dificultad en el momento de elaborar un argumento de estos datos en relación con el agua del Río Farfacá. Ver Tabla 4 (IELG14).

En la tercera prueba aplicada los PCNFI elaboraron buenos

argumentos de manera textual pero utilizando recursos y fuentes bibliográficas para dar respuesta al cuestionamiento propuesto; sin embargo, es evidente que no se reconoce ningún caso del contexto con la problemática mencionada en la actividad.

En las siguientes actividades que se evaluaron a manera de informes escritos se identificó que los grupos de PCNFI muestran mayor dificultad para elaborar argumentos, pues tienen que dar respuesta lógica y coherente en relación a una práctica experimental donde se observó que hay una gran dificultad en el momento de interpretar la información obtenida y plasmarla en un escrito con argumentos claros que puedan dar cuenta de la comprensión del experimento.

Es pertinente aclarar que aunque los PCNFI trataron de elaborar argumentos coherentes, aún muestran inconvenientes en el momento de proponer conclusiones claras sobre experiencias del contexto tal como lo afirma Archila:<sup>13</sup> “La falta de preparación que afrontan los profesores de Química en formación inicial acerca del tema de la argumentación genera limitaciones para que los futuros profesores involucren esta habilidad de pensamiento dentro de sus propósitos de enseñanza y aprendizaje”

De igual manera, López<sup>14</sup> en su trabajo de investigación encontró que “los estudiantes presentaron argumentos de nivel 1 al mencionar premisas en las cuales no se identifican claramente datos, conclusiones, justificaciones y en algunos casos son evidencias de situaciones cotidianas”.

Otro aspecto que es importante recalcar es que los PCNFI cuando tenían un apoyo escrito se valían de éste para poder elaborar su argumento como se puede observar en las TXEG de la Tabla 5 demostrando una mayor facilidad en el momento de dar una respuesta bien argumentada. Sin embargo en las pruebas IELG de la Tabla 6 donde el apoyo con el que cuentan los estudiantes para elaborar respuestas bien argumentadas son los resultados obtenidos en una práctica experimental, se vieron limitaciones en la interpretación de la información y sobre todo se hizo obvio al momento de elaborar argumentos de la experiencia que se procuren acercarse al criterio establecido como respuesta.

Comparando los resultados anteriores con los obtenidos en el test de concepciones alternativas es claro que hay un avance en la apropiación del concepto de soluciones químicas más que la elaboración de un argumento dado.

A partir del método de triangulación se encontró que los estudiantes en el momento de elaborar escritos argumentados se valen de referentes teóricos, elaborando argumentos que cumplen con el modelo de Toulmin trabajado; sin embargo, en las actividades

**Tabla 4.** Respuestas de la actividad experimental por cada grupo de estudiantes según su conclusión en el informe entregado

GRUPO	DATO	GARANTÍA	CONCLUSIÓN DEL ARGUMENTO
IELG1	Cree que afecta el contenido de materiales el grado de solubilidad del río farfacá.	Ya que para disolver los elementos se tardaba un poco más que los otros dos tipos de agua. Porque nos da a conocer las consecuencia que se atraen al contaminar las fuentes hídricas de nuestro país, ya que el río farfacá en sus inicios era muy amplio y extenso, a este se le unían varias fuentes hídricas, las cuales hoy en día no existen por la amplia contaminación a la que se han expuesto las fuentes hídricas por desechos que son arrojados por el ser humano lo que ha llevado a que hoy en día un río que era muy importante para nuestros antepasados se halla vuelto en un foco de contaminantes mal llamado río chulo.	En este experimento podemos determinar el grado de saturación que tiene el río  También podemos determinar que es un muy buen método de enseñanza hacia el enfoque ambiental.
IELG14	Cree que afecta el contenido de materiales el grado de solubilidad del río farfacá.	No hay Garantía	No hay conclusión

\*Fuente: elaboración propia (2022).



**Tabla 5.** Triangulación de datos teniendo en cuenta la información obtenida en cada una de las actividades experimentales aplicadas entre grupos de estudiantes presentadas en texto escrito TXEG

Preguntas	Concepto esperado	Concepto del grupo TXEG1	Concepto del grupo TXEG2	Concepto del grupo TXEG 6	Concepto del Grupo TXEG11	Concepto del Grupo TXEG14
<b>Prueba 1.</b> P1A1 Importancia histórica, arqueológica y ambiental del río Farfacá	“Es importante reconocer el río Farfacá como una fuente hídrica de gran importancia para la región, el cual ha sido la principal fuente de abastecimiento de agua a través del tiempo para las diferentes generaciones, además contiene una gran trascendencia cultural de las tribus indígenas que habitaban en la zona.”	Es importante conocer estas raíces Porque es un lugar que habitamos frecuentemente y tiene que ver con nuestra historia, que a través de los años estos lugares donde se encuentran algunos monumentos como la universidad se van perdiendo y deteriorando y la universidad procura conservar y mantener informada a la comunidad universitaria para que estas raíces históricas no se vayan perdiendo con el tiempo.	El Río Farfacá es una fuente hídrica que nace en Iguaque. Fue asentamiento de la cultura Muisca y sitio ritual en el antiguo cercado de Hunza. El río manifiesta la necesidad de una defensa ecológica y ancestral ya que en su recorrido presenta un panorama arqueológico en piedras representadas como moyas, pictografía Muisca.	Se dice que durante la época el río farfacá albergó un tesoro muy amplio perteneciente al Zaque donde un español llamado Donato intentó robarlo; se encontraron restos de 36 piedras de colores denominadas “la cuca”, además se hicieron algunas excavaciones por parte de Hernández de alba en 1937 y se hallaron restos de santuarios	Su importancia histórica radica en que este río tiene en su nacimiento y su trayectoria costumbres que pertenecían a las antiguas tribus que habitaban en estas zonas. La arqueología que se conserva en estos lugares es importante porque algunas de estas piezas aún se mantienen en diferentes sitios, conservando un valor histórico. Por último el río Farfacá tiene importancia ambiental porque es uno de los ríos ya que es un recurso hídrico importante para el país ya que sus aguas aportan a la agricultura, ganadería, etc.	Este río históricamente fue muy importante ya que este fue asentamiento de la cultura Muisca y sitio ritual en el antiguo cercado de Hunza. La importancia arqueológica serían esas maravillosas piedras y moyas que en este se encuentran y la importancia ambiental es que este río atraviesa el departamento de Boyacá enriqueciendo así a cada uno de esos municipios por donde este pasa, el cual ha venido sufriendo fuertes daños por la intervención del hombre que no ha hecho sino destruirlo, también una gran destrucción de fauna y flora que en este se encuentre.
<b>Prueba 2.</b> P5A2 Si el agua del río Farfacá no es apta para el consumo humano por no cumplir con los requerimientos establecidos por la norma. ¿Qué concentraciones de cada uno de los compuestos mencionados en la tabla debería tener	“Según la norma establecida a nivel nacional para el consumo de agua potable se han planteado unos valores permisibles de concentración de algunos compuestos y elementos contenidos en el agua relacionados en la tabla de la actividad”.	Relacionan una tabla de valores	Los compuestos que se exceden de la norma propuesta en los resultados, esos son los que se consideran NO potables. Los tratamientos (floculación, ósmosis inversa, descalcificación, etc.) buscan mejorar la calidad química del agua, es decir, parámetros como la dureza, el nivel de nitratos, la salinidad, etc.	No responden	No responden	No responden

\*Fuente: elaboración propia (2022).

prácticas en las que presentaron informes escritos sin ayuda de referentes, se observó la dificultad en el momento de elaborar argumentos bien estructurados.

## CONCLUSIONES

Con el desarrollo de la investigación ha comenzado un proceso de transformación en la enseñanza de la química para los PCNFI dado que con la implementación de la estrategia se ha demostrado la dificultad que tienen los estudiantes al momento de elaborar argumentos, sin embargo han demostrado su interés por las nuevas metodologías implementadas y su contribución en la mejora de la apropiación de conceptos científicos.

El desarrollo de las prácticas de laboratorio tradicionales puede

ser un factor para que los PCNFI muestren un bajo nivel argumentativo dado que desarrollan procedimientos de manera mecánica sin elaborar sus propios argumentos a partir de experiencias en un contexto real.

Con el desarrollo de la investigación se pudo mostrar que los estudiantes muestran dificultad en la elaboración de argumentos en el campo científico, lo cual demuestra que la argumentación es una competencia que se debe ir desarrollando en el estudiante en los diferentes niveles de formación académica apropiándose de los diferentes conceptos de la ciencia.

Fortalecer la experimentación en el trabajo de aula puede promover la argumentación, pero para que esto suceda es necesario que el profesor actúe como mediador del conocimiento con el fin de estimular dudas, preguntas, puesto que la desorientación de ideas es parte del proceso de enseñanza y aprendizaje.

**Tabla 6.** Triangulación de datos teniendo en cuenta la información obtenida en cada una de las actividades experimentales aplicadas entre grupos de estudiantes presentadas en texto escrito IELG

Preguntas	Concepto esperado	Concepto del grupo IELG1	Concepto del grupo IELG2	Concepto del grupo IELG 6	Concepto del Grupo IELG11	Concepto del Grupo IELG14
Determinación del grado de solubilidad del río farfacá	“Según la experiencia realizada es evidente que el agua del río farfacá actúa de la misma manera que el agua potable y esterilizada a pesar del grado de contaminación y elementos disueltos que en ella se encuentran. Esto es evidente, pues las muestras utilizadas disuelven el azúcar y la sal pero no el naftaleno debido a su polaridad”.	En este experimento podemos determinar el grado de saturación que tiene el río, Ya que para disolver los elementos se tardaba un poco más que los otros dos tipos de agua. También podemos determinar que es un muy buen método de enseñanza hacia el enfoque ambiental, Porque nos da a conocer las consecuencia que se atraen al contaminar las fuentes hídricas de nuestro país ya que el río farfacá en sus inicios era muy amplio y extenso a el cual se le unían varias fuentes hídricas las cuales hoy en día no existen por la amplia contaminación a la que se han expuesto las fuentes hídricas por desechos que son arrojados por el ser humano lo que ha llevado a que hoy en día un río que era muy importante para nuestros antepasados se halla vuelto en un foco de contaminantes mal llamado río chulo.	Se puede observar que tanto la glucosa como el Naftaleno y el Óxido de Cobre se diluyen al agregarse a cada tubo de ensayo contenedor de alguno de los 3 distintos líquidos, (agua potable, agua destilada y agua del río Farfacá), en la anterior tabla se pretende mostrar la efectividad de la disolución de los 3 compuestos en los 3 tipos de agua utilizados.	No responde	El agua del río Farfacá, tiene un alto nivel de solubilidad, esto comprobado a través de la práctica en el laboratorio, donde a partir de los datos anteriores las sustancias con las que se comprobó el nivel de solubilidad, todas estas se disolvieron, lo que no ocurrió en el agua potable ni en el agua destilada.	No responde

\*Fuente: elaboración propia (2022).

## REFERENCIAS

- Van Eemeren, F. H.; Houtlosser, P.; *Argumentation* **2000**, *14*, 293. [Crossref]
- Toulmin, S. E.; *The Uses of Argument*; Cambridge University Press: Cambridge, 2003.
- Rivera, J.; *Estudio exploratorio sobre las concepciones que tiene el profesorado de química en formación inicial acerca de los trabajos prácticos experimentales*, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, 2008.
- Prada, O. L. B.; Parga, M. E.; *Tecné, Episteme y Didaxis* **2010**, *41*.
- Ramírez, N.; *Aplicación de conceptos y relaciones estequiométricas en el trabajo práctico experimental*, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, 2011.
- Beltran, J.; *Argumentación en clases de química a partir de una cuestión sociocientífica local*, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, 2013.
- Chamizo-Guerrero, J. A.; *Enseñanza de las Ciencias* **2007**, *25*, 133.
- Hernández, R. S.; *Metodología de la Investigación*, 4ª ed., McGraw Hill: New York, 2005.
- Sánchez, J. F. M.; Manrique, M. M. A.; Osorio, S. S.; *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: un sentido para la enseñanza de las ciencias*, 1ª ed., Universidad Pedagógica Nacional: Bogotá, 2013.
- Rodríguez, V.; Díaz-Higson, S.; *Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación”* **2012**, *12*, 1.
- Carrascosa-Alís, J.; *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación las Ciencias* **2005**, *2*, 183.
- Jiménez-Aleixandre, M. P.; *Competencias en argumentación y uso de pruebas: 10 ideas clave*, Fundación Dialnet: Logroño, 2010.
- Archila, P. A.; *Enseñanza de las Ciencias* **2014**, *32*, 705.
- López, G.; *Desarrollo de la argumentación a través del aprendizaje de disoluciones químicas*, Universidad Autónoma de Manizales, Colombia, 2018.

