



## **USO DE CONTROVERSIAS CIENTÍFICAS HISTÓRICAS EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA. UN ESTUDIO DE LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA ESCOLAR PRAGMADIALÉCTICA**

*Use of Historical Scientific Controversies in the Context of Physics Teaching. A Study of the Scientific Pragmadilectic Argumentation at School*

**Lida Milena Álvarez García** [lmalvarezg@udistrital.edu.co]  
**Álvaro García Martínez** [alvaro.garcia@udistrital.edu.co]  
*Facultad de Educación, Grupo de investigación GREECE,  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Bogotá, Colombia*

### **Resumen**

El siguiente documento presenta los resultados obtenidos al incorporar una perspectiva de enseñanza de la física a través del análisis de controversias científicas históricas empleando una ruta de argumentación diseñada en tres niveles de dialogicidad basada en los principios de dialogicidad Bakhtianos, así como del enfoque pragmadialéctico de van Eemeren. El objetivo de la investigación fue analizar cómo sucede el fenómeno de argumentación científica escolar empleando esta ruta de enseñanza. Para ello ejecutaron dos ciclos de investigación. Un primer ciclo centrado en el desarrollo de una unidad didáctica compuesta de 18 actividades, las cuales fueron analizadas en siete estudios de caso bajo un enfoque de investigación enmarcado en un paradigma constructivista interpretativo y analítico usando las técnicas de la teoría fundamentada. A partir de este análisis, se propuso una segunda unidad didáctica compuesta de 8 actividades con la cual se llevó a cabo un segundo ciclo de investigación que permitiera refinar la teoría provisional propuesta en el primer ciclo. Los resultados mostraron aspectos relevantes vinculados a una categoría central asociada al fenómeno de argumentación científica escolar pragmadialéctica a través de seis categorías subsidiarias que la definieron y caracterizaron.

**Palabras Claves:** Controversias científicas históricas; Argumentación; Enseñanza de las ciencias, Dialogicidad; Enfoque pragmadialéctico.

### **Abstract**

The following document presents the results obtained by incorporating a physics teaching perspective through the analysis of historical scientific controversies and using an argumentative route designed in three levels of dialogicity based on Bakhtin's principles of dialogicity and the pragma-dialectical approach from van Eemeren. The objective of the research was to analyze how the phenomenon of school scientific argumentation occurs using this teaching route. To reach this purpose, two research cycles were carried out. The first cycle focused on the development of a didactic unit composed of 18 activities which were analyzed in seven case studies under a research approach framed in an interpretive and analytical constructivist paradigm and based on Grounded Theory techniques. Based on this analysis, a second didactic unit composed of 8 activities was proposed; through and from it, a second research cycle was carried out and it allowed refining the provisional theory proposed in the first cycle. The results showed relevant aspects linked to a core category associated with the phenomenon of pragma-dialectic scientific argumentation at school, through six subsidiary categories that defined and characterized it.

**Keywords:** Historical scientific controversies; Argumentation; Science education, Dialogicity; Pragma-dialectical approach.

## **INTRODUCCIÓN**

Esta investigación aborda la definición, el uso y el alcance que tienen las controversias científicas enmarcadas en contextos históricos, como estrategia de acercamiento a la actividad científica en el marco de la educación en ciencias, principalmente por dos razones. La primera, tiene que ver con una postura de enseñanza actual de las ciencias en la que se emplea controversias científicas por ser escenarios que abordan asuntos fundamentales para la construcción de aspectos centrales del conocimiento científico y los cuales han puesto sobre el debate científico aspectos sobre la dinámica misma de las ciencias. Estos aspectos se vinculan con lo hoy llamado Naturaleza de la Ciencia (NdC) (Acevedo, 2006, 2007, 2016). La segunda, tiene que ver con las opciones que en términos didácticos tiene hacer un análisis de las ideas y argumentos empleados por los científicos implicados en la controversia en el ejercicio de legitimación de sus visiones de la naturaleza. A partir de allí es posible plantear rutas de enseñanza que, en un contexto didáctico, retomen las posturas científicas manifiestas en las controversias para problematizarlas con las ideas alternativas que coexisten en el pensamiento científico del estudiantado a través del uso y fomento de la argumentación en el aula (de Hosson & Kaminski, 2007; de Hosson, 2011; Izquierdo, García-Martínez, Quintanilla & Adúriz-Bravo, 2016).

De manera especial, la investigación se interesó en este último aspecto puesto que el desarrollo de la competencia argumentativa escolar constituye un aspecto de creciente interés en la investigación educativa (Álvarez García, & García-Martínez, 2023). De allí surge una concepción compartida entre didactas, filósofos y lingüistas que sostiene que la argumentación en ciencias conforma uno de los recursos epistémicos y metacognitivos más significativos desde las perspectivas del uso del lenguaje. Ello permite acercar a los estudiantes a los discursos científicos, así como desarrollar y evaluar aprendizajes en este campo.

Igualmente, la investigación optó por un enfoque de argumentación pragmatialéctico en razón a que en la investigación actual en educación se ha observado que, por un lado, existe una predominancia al uso del modelo de argumentación de Toulmin que por ser un modelo estructuralista deja de lado los componentes retóricos y dialógicos propios de los auténticos argumentos (Harada, 2009). De otro lado, existen modelos de argumentación cercanos a nuevas opciones que brindan los modelos de argumentación que reconocen el papel del uso del lenguaje natural de los estudiantes en el aula de ciencias y su transformación en el encuentro con otros lenguajes, como aquellos que incorporan los discursos científicos en la construcción de conocimientos científicos. Ello permite indagar nuevas opciones de razonamiento en los estudiantes a partir del potencial que tiene el intercambio dialógico regulado en el aula (Álvarez García & García-Martínez, 2023, p. 162). En tal sentido se planeó una ruta para la enseñanza de la argumentación desde un enfoque situado en la pragmatialéctica a partir del estudio de controversias científicas históricas en el marco del aprendizaje de la física, particularmente de la cinemática, en estudiantes de educación secundaria pertenecientes a un colegio de educación pública. El objetivo se situó en analizar cómo sucede el fenómeno de argumentación científica escolar empleando la ruta de enseñanza planteada.

Esta ruta para la enseñanza de la argumentación se fundamenta en los principios de dialogicidad y de polifonía propuestos por Bajtín (1993); organizada en tres niveles de dialogicidad los cuales fueron conformados con una secuencia de actividades didácticas que pudieran brindarle al estudiante herramientas y escenarios que propiciaran en ellos el desarrollo de un discurso argumentativo, al tiempo que pudiera alcanzar los saberes disciplinares requeridos para el nivel escolar asociado a la población objeto. Consistió en una secuencia de actividades planteadas desde una perspectiva didáctica inspirada en la propuesta de García-Martínez, Hernández-Barbosa y Abella-Peña (2018) y Harlen (2010) la cual resultó consistente con la naturaleza de la investigación.

Usando un diseño metodológico basado en los principios de investigación cualitativa sugeridos por Rodríguez (1999), se plantearon dos ciclos de investigación compuestos por cuatro fases: de exploración, de diseño, de ejecución y de análisis con los cuales se construyó el corpus de la investigación. Desde una técnica de análisis basada en los principios de la teoría fundamentada, y de criterios para el análisis del discurso y de recursos de sistematización y visualización del software Nvivo, fue posible conceptualizar una categoría central que diera cuenta de cómo sucede la argumentación científica escolar pragmatialéctica en el marco del estudio de controversias científica históricas. Allí se describió la forma en que la categoría central se fundamenta a través de seis categorías subsidiarias definidas según sus propiedades y dimensiones las cuales lograron describir las condiciones intervinientes, las condiciones contextuales situacionales, las acciones/interacciones, así como las consecuencias que estructuran el fenómeno observado.

## MARCO TEÓRICO

### Las controversias científicas en la educación en ciencias y su conexión con el discurso argumentativo

La actividad científica es un proceso continuamente dinámico que avanza a través de la investigación, la experimentación y el análisis de datos. Sin embargo, la historia de la ciencia (HC) nos ha mostrado que en tal ejercicio surgen a menudo discrepancias entre los científicos sobre los resultados de sus estudios y las conclusiones a las que llegan. Estas diferencias son las que originan controversias dentro de las comunidades científicas y son las que permiten reflexionar profundamente los asuntos epistémicos y no epistémicos en los que se suscribe la actividad científica (Acevedo, 2007; Álvarez García, & García-Martínez, 2021). En esta investigación se asumió que una controversia científica es una diferencia de opinión de carácter epistémico la cual genera debates vinculados a la construcción de conceptos científicos. (Acevedo & García, 2017, p. 24).

Pese a que muchos puedan pensar que estas controversias puedan poner en riesgo el estatus que por años ha adquirido la empresa científica (Dascal, 1998), son más bien escenarios de análisis propicios no solo para desvirtuar la visión de ciencia infalible, sino que esconden un gran potencial en el campo de la enseñanza de las ciencias. En este sentido, la investigación actual en educación ha mostrado que las controversias se consideran un recurso valioso en términos didácticos, ya que permiten a los estudiantes comprender que la ciencia no es un conjunto de verdades absolutas, sino un proceso en constante evolución y debate. Según Driver, Newton y Osborne (2000), "las controversias científicas son situaciones que desafían a los estudiantes a evaluar y reflexionar críticamente sobre diferentes perspectivas y evidencias" (p. 2).

Desde una perspectiva pragmatialéctica, van Eemeren y Garssen (2008) señala la oportunidad que ofrecen las controversias para que se examine la forma en que éstas se producen, desarrollan y llegan o no a su fin, resaltando el valor que tiene analizar los razonamientos que los protagonistas exponen en sus desencuentros en el marco de la dinámica científica. De ahí surge la correspondencia de las controversias con el ejercicio de argumentación. en tanto que ambas se enfocan en abordar diferencias de opinión, así como las estrategias para persuadir a un oponente.

En tal sentido, Sánchez *et al.* (2013) señalan que la argumentación, como una forma de discurso, se convierte en un recurso indispensable de enseñanza en las clases de ciencias, ya que el ejercicio argumentativo es un proceso que permite construir nuevos conocimientos y desarrollar procesos de pensamiento a través del proceso cognitivo de comparación y contraste como lo menciona Osborne (2010).

Comprender por qué las ideas son incorrectas es tan importante como comprender por qué otras ideas pueden ser correctas. Por ejemplo, los estudiantes que leen textos que explican por qué las ideas erróneas tenían defectos (además de explicar por qué era correcta la idea correcta) tenían un conocimiento más seguro que aquellos que solo habían leído textos que explicaban la idea correcta. ... De hecho, un estudio encontró que incluso si la diferencia entre individuos se basaba en premisas incorrectas, pueden producirse avances significativos en el aprendizaje (Osborne, 2010, p. 464).

Considerando lo anterior, esta investigación plantea un principio esencial: no existe un contexto controversial *sine qua non*, la argumentación no esté presente como condición para alcanzar la disolución de una diferencia de puntos de vista. Ello permite resignificar las controversias en el sentido asignado a la argumentación en tanto propósito formativo esencial en los proceso de enseñanza de la ciencias.

### La argumentación desde el enfoque pragmatialéctico

Esta investigación adopta la perspectiva de argumentación propuesta de la escuela de van Eemeren y Grootendorst (2007), Van Eemeren y Houtlosser (2008a), van Eemeren (2012, 2013, 2015), van Eemeren y Garssen (2008, 2012a), quien propone un enfoque de análisis propio, conocido como la pragmatialéctica. El aporte de este enfoque a la investigación es que desde aquí se reconoce la importancia de la pragmática del lenguaje en el proceso de argumentación. Para ello van Eemeren propuso un modelo para analizar discusiones críticas para la reconstrucción del discurso argumentativo que supera tanto las limitaciones de un enfoque exclusivamente normativo, ejemplificado por la lógica moderna, como las limitaciones del enfoque exclusivamente descriptivo, ejemplificado por la lingüística contemporánea (van Eemeren & Grootendorst, 2007, p. 25).

Desde este enfoque la aceptabilidad de un argumento está atado al concepto de razonabilidad el cual se demarca del concepto de racionalidad conocido en las lógicas clásicas. Si bien para van Eemeren la razonabilidad se refiere a una acción que ciertamente compromete el uso de la razón resulta más significativo la validez intersubjetiva de lo conversado. Así, un argumento se acepta en tanto se dé cumplimiento al código de conducta que van Eemeren propuso para su modelo de argumentación. Este código se propuso inspirándose en autores vinculados a la filosofía de la comunicación de John L. Austin y John R. Searle, la teoría de la racionalidad conversacional de H. Paul Grice y otros estudios sobre comunicación verbal realizados por distintos analistas del discurso y de la conversación (Van Eemeren & Houtlosser, 2008a, p. 56).

### **La dialogización y la polifonía como estrategia para la enseñanza de la argumentación en la enseñanza de las ciencias**

Se adopta la perspectiva de Dialogicidad y polifonía de Bajtín (1986) como una opción de ampliar el modelo pragmatialéctico en la ruta propuesta para el análisis de controversias científicas en razón a la importancia que le otorga Bajtín (1986,1993) al diálogo y la comunicación en la construcción de significados para la comprensión del mundo. Según Bajtín (2013), el lenguaje es inherentemente social y siempre se utiliza en un contexto comunicativo. Ello significa que todo discurso se erige en elementos de diálogo y polifonía. Particularmente, esta perspectiva de dialogicidad se considera central a los procesos de enseñanza de la ciencia en tanto rol esencial del lenguaje.

Vinculado significativamente a ello, en esta investigación se reconoce el rol que representa el concepto de polifonía en el discurso, particularmente en el ejercicio de la dialogización. Bajtín sostiene que el discurso es una actividad social que se produce en un contexto de interacción y que está siempre dirigido hacia un destinatario. Desde esta perspectiva, el lenguaje no es propiedad exclusiva del hablante, sino que es compartido por toda una comunidad, lo que implica que todo discurso es esencialmente un diálogo entre diferentes voces. En tal sentido, Bajtín destaca la importancia de la polifonía en la construcción del significado de un texto, pues todo discurso contiene múltiples voces, tanto las del autor como las de otros hablantes, que interactúan y se influyen mutuamente en la producción de significado

Para llevar a cabo el propósito de incentivar el ejercicios dialógico y polifónico en el desarrollo de la argumentación escolar esta investigación se interesó en desarrollar este ejercicio argumentativo desde tres diferentes niveles de dialogización con los cuales se pretende alcanzar la competencia argumentativa. Para tal fin se partió del supuesto que al incorporar una dimensión de dialogización y de polifonía en el diseño de actividades para el desarrollo de la argumentación les permite a los estudiantes aprender a valorar diferentes puntos de vista y a considerar diferentes argumentos en la construcción de sus propias ideas y argumentos.

*El primer nivel de dialogicidad* que se propone es aquel en el que el estudiante entable un diálogo con su propia voz a partir del ejercicio narrativo-descriptivo escrito o hablado. Para ello se proponen actividades en las que el estudiante se involucre con la actividad experimental como lo propone García-Martínez y Pinilla (2007) para que desde allí describa la realidad que se representa. En este contexto, el experimento actúa como elemento pragmático de articulación para la producción narrativa. *El segundo nivel de dialogicidad* propone que el estudiante adopte un punto de vista sobre un referente y lo exprese de manera escrita para una audiencia ideal a través de un texto argumentativo. Para este nivel, además de involucrar el ejercicio experimental, se proponen actividades que le permita a los estudiantes conocer nuevos puntos de vista expresados en el marco de un texto argumentativo con el fin de conocer la estructura propia de esta tipología textual. Finalmente, el *tercer nivel de dialogicidad* propone que el estudiante pase de la construcción discursiva escrita a la hablada pues se considera que los niveles anteriores le proveen a los estudiantes de condiciones necesarias para sostener un diálogo crítico con un interlocutor real en el marco de una diferencia de opinión. A través de situaciones experimentales se introducen los contextos de controversia para suscitar el ejercicio de diálogo. Previo a ello, se proponen actividades que le proporcionen a los estudiantes recursos de argumentación para sostener su punto de vista durante el diálogo. Estas actividades incluyen el análisis y comparación del contenido de textos de corte histórico, construcción de mapas conceptuales para la estructuración de conceptos, desarrollo de ejercicios de aplicación de lápiz y papel, entre otros.

Se considera que emplear estos niveles en la enseñanza de las ciencias bajo la perspectiva de la dialogización y la polifonía es especialmente útil para el desarrollo de la capacidad argumentativa escolar por varias razones. Una de ellas es que permite acercar a los estudiantes a las prácticas argumentativas gradualmente empezando desde el ejercicio de dialogización consigo mismo, pasando por la construcción de un diálogo con una audiencia hipotética hasta entablar diálogos con un interlocutor presente. Otra razón

relevante para incorporar esta perspectiva es que a través de las actividades que incorporan distintas voces sobre los fenómenos estudiados, los estudiantes pueden analizar y cuestionar diferentes posiciones llegando a una comprensión más profunda de los asuntos que se abordan y por tanto a la construcción de argumentos cada vez más sofisticados. Finalmente, se sostiene que la dialogización y la polifonía pueden mejorar la calidad de las discusiones argumentativas en el aula de ciencias en tanto que la exposición a múltiples voces y perspectivas puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico, ya que deben evaluar y analizar diferentes argumentos y evidencias como los sugiere Jiménez-Aleixandre y Erduran (2007).

## METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Esta investigación asumió un enfoque cualitativo definido de Guba y Lincoln (1985) y Vasilachis (2006). Este enfoque tiene por objetivo describir, explicar y comprender un fenómeno de la realidad educativa desde distintas metodologías. Desde allí la investigación buscó descubrir lo nuevo y desarrollar teorías fundamentadas empíricamente. Considerando los objetivos de esta investigación se optó por dos técnicas principales de investigación: el estudio de caso y los principios de la teoría fundamentada (TF) para analizar la información obtenida en los dos ciclos de investigación. Se seleccionó el estudio de caso múltiple como una de las técnicas para el proceso de seguimiento y recolección de datos, en razón a que su estudio permite el acceso a una cantidad relevante de datos sobre el fenómeno de la argumentación en el aula de ciencias. De esta forma se garantiza que estos datos emerjan tanto de las interacciones que se dan entre los participantes (relaciones intersubjetivas) de los vínculos que establece con el objeto de aprendizaje y con la ejecución de las prácticas experimentales (contenidos de ciencias) así como del ejercicio de la argumentación como mediación en el proceso (relaciones intrasubjetivas).

## DISEÑO METODOLÓGICO

Las fases de desarrolladas por la investigación siguen los principios de investigación cualitativa de Rodríguez (1999). Allí se proponen cuatro fases que no tienen un principio y un final claramente delimitados, sino que se puede llegar a superponerse y a mezclar unas con otras, pero siempre en un continuo avance en el intento de responder a las cuestiones y propósitos planteados por esta investigación. Se consideran cuatro fases fundamentales: de exploración, de diseño y planeación, de ejecución y de análisis.

### Diseño de la metodología de intervención

Para la ejecución de estos dos ciclos y sus etapas constituyentes, se siguió la siguiente ruta que especifica la forma en que estas etapas actuaron durante el proceso de recolección y análisis de la información.

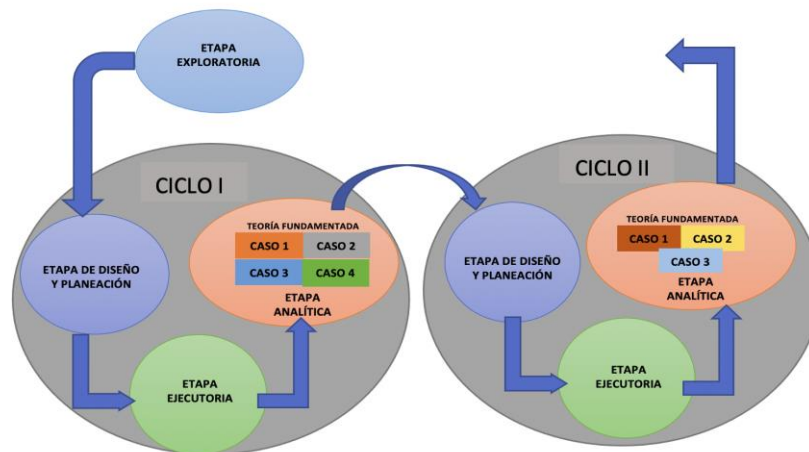


Figura 1 - Modelo de intervención metodológica. Elaboración propia.

En el gráfico se muestra que el inicio del proceso de investigación para el primer ciclo se da a partir de la etapa exploratoria. Esta etapa aportó los elementos suficientes para iniciar el primer ciclo de

investigación en el cual se llevó a cabo la etapa de diseño y planeación pues para esta investigación es necesario diseñar situaciones de aula que propendan por estudio de controversias científicas en razón a que esta no es una práctica convencional de enseñanza de la física y requiere de elementos de diseño, planeación y ejecución para poder observar el efecto de trabajar con este recurso. Luego de la etapa de diseño, se siguió a la etapa de análisis, en la que, a través de la técnica del estudio de caso, se eligió el material relevante para analizar. Siguiendo los principios de la Teoría Fundamentada se planteó una primera versión de la teoría que interpreta y describe los fenómenos observados. Sin embargo, para garantizar una saturación teórica de las categorías emergentes, se realizó un segundo ciclo de investigación el cual se diseñó con los resultados de análisis del primer ciclo de investigación. En este segundo ciclo de investigación, se realizó una nueva etapa de diseño y planeación en la que se propuso una nueva versión de unidad didáctica inicial que incluyera aspectos que no fueron considerados en el ciclo anterior. Con el nuevo diseño didáctico, se pasó a la etapa ejecutoria y nuevamente se seleccionaron los casos relevantes a analizar. Ello condujo a una segunda versión de la teoría esperada que describe los fenómenos de estudio.

La población con la que se desarrolló esta investigación y de la cual se obtuvieron datos, corresponde a estudiantes colombianos de secundaria de la clase de física. Específicamente, corresponde a un grupo de estudiantes de grado décimo, en un colegio público en la ciudad de Bogotá; es un grupo de 32 estudiantes cuyas edades oscilan entre los 15 y los 18 años.

### **Descripción de la primera unidad didáctica para el primer ciclo de investigación**

La secuencia de 19 actividades ejecutadas para este ciclo se desarrolla en tres fases usando como referente fundamental el texto de Galileo Galilei titulado “*Diálogos concerniente a dos nuevas ciencias*” en donde se expresa el ejercicio dialéctico entre dos sistemas de pensamiento: el pensamiento Aristotélico con relación al sistema de pensamiento naciente propuesto por Galileo.

La primera fase (primer nivel de dialogicidad y 5 actividades) se centra en el reconocimiento y comprensión de los elementos argumentativos y de contenido disciplinar que caracterizan un texto histórico que explica el movimiento uniforme. Junto a otras actividades se desarrolló una práctica experimental en el que los estudiantes determinaban qué tipo de movimiento caracterizaba una burbuja en una manguera delgada y el movimiento de un conjunto de fichas de dominó dispuestas en fila. A partir de esta experiencia los estudiantes generaban textos donde argumentaban si estos movimientos correspondían a un movimiento uniforme como el que explica Galileo en su texto. En la segunda fase (segundo nivel de dialogicidad y 6 actividades) los estudiantes analizaron un RECA (recurso escolar científico argumentativo) en el que se adaptó un fragmento del texto de Galileo en el que los personajes Salviati, Simplicio y Sagredo plantean una controversia sobre la caída de los cuerpos. Allí se discuten las ideas más influyentes de Aristóteles respecto a la caída de los cuerpos pesados (en la voz de Simplicio) y el pensamiento naciente de Galileo (en la voz de Salviati y Sagredo) quien rebate este sistema de ideas. Para dar apertura al proceso argumentativo los estudiantes realizaron una práctica experimental donde ponían a prueba cada uno de los argumentos expresado en el texto e Galileo dejando caer cuerpos de distintos pesos desde la misma altura. A partir de allí los estudiantes generaron nuevos textos argumentativos para defender sus puntos de vista. Finalmente, en la tercera etapa (tercer nivel de dialogicidad y 8 actividades) los estudiantes protagonizaron una controversia usando nuevamente uno de los fragmentos del texto de Galileo en donde el científico indaga sobre la posible diferencia de velocidad que puede tener un objeto que cae desde un plano inclinado en diferentes posiciones angulares. Para lograr argumentar sus posturas, los estudiantes diseñaron planos inclinados dejando caer canicas a diferentes ángulos. Usando los resultados experimentales, así como el desarrollo de otras actividades de estructuración de conceptos, los estudiantes sostuvieron un diálogo crítico, usando las reglas de conversación del modelo pragmadialéctico de van Eemeren<sup>1</sup> para defender sus puntos de vista. La siguiente figura muestra un resumen de las etapas descritas.

---

<sup>1</sup> Van Eemeren propone diez reglas durante la conversación crítica. Estas diez reglas son: Regla de la libertad, regla de la carga de la prueba, regla del punto de vista, regla de la relevancia, regla de la premisa implícita, regla del punto de partida, regla del esquema argumentativo, regla de la validez, regla del cierre y regla de uso. Para ampliar este punto visitar van Eemeren (2012, 33-34).



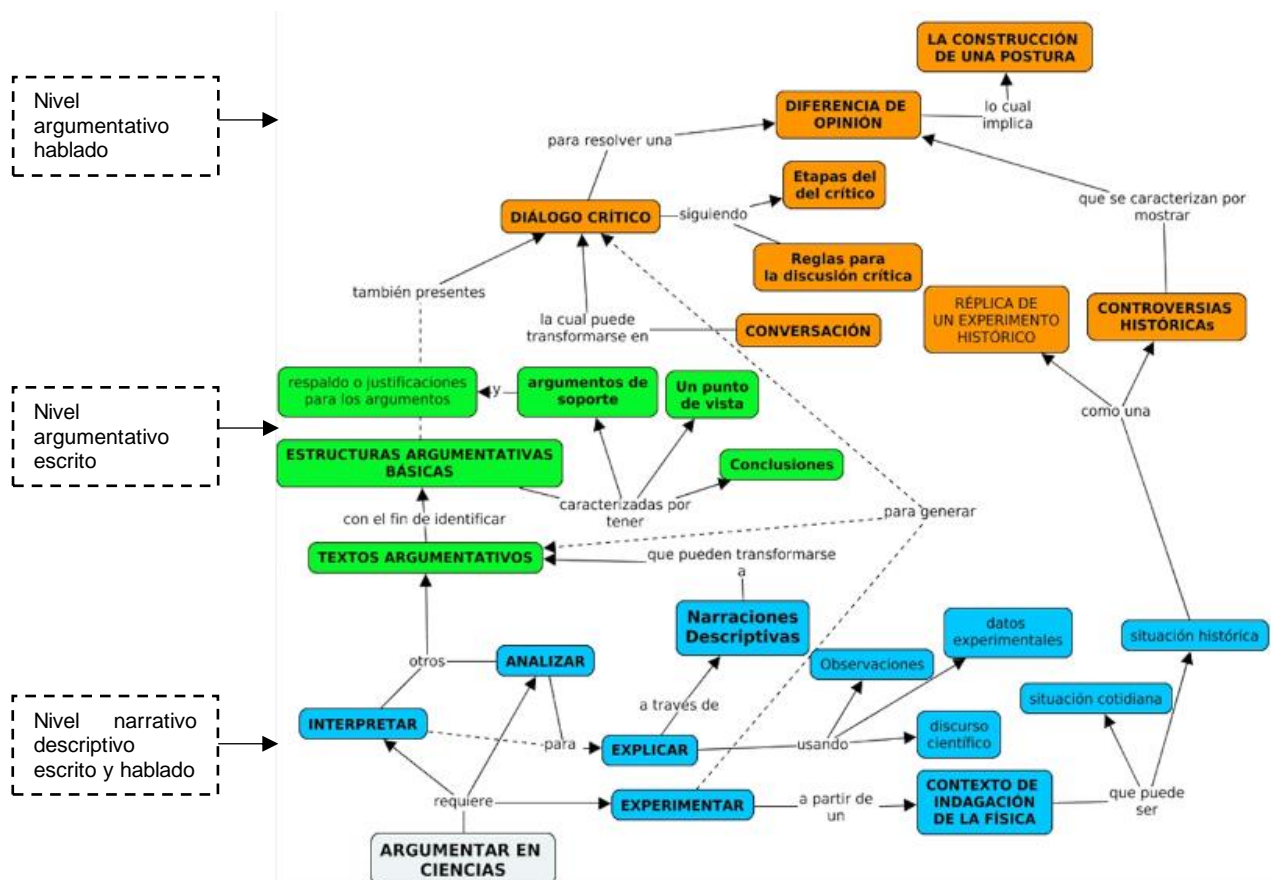


En el mapa anterior se establecieron tres niveles de complejidad hacia la comprensión del movimiento uniforme y movimiento acelerado siendo azul el de menor complejidad, verde el de complejidad media y naranja el de mayor complejidad. A continuación, se describen las características en la que se define cada nivel.

I. Intuitivo (color azul): Este nivel asume la perspectiva planteada por Pozo, Scheuer, Mateos, y Pérez (2006). Para los autores, lo intuitivo corresponde a las concepciones espontáneas que se formulan en el intento de dar significado a las actividades cotidianas y se basan esencialmente en el uso de las reglas de inferencia causal aplicadas a datos recogidos en el caso del mundo natural, mediante procesos sensoriales y perceptivos, que en este caso se centran en el fenómenos de estudio.

II. Fundamental (color verde): El aprendizaje en este nivel se construye a través de la inclusión de proposiciones lógicamente significativas desde el fenómeno del movimiento unidimensional a estructuras más elaboradas (Ausubel,1973, citado por Colombo de Cudmani y Fontdevila 1990). Ello se refiere a la capacidad de proporcionar explicaciones en torno a una o varias hipótesis relacionadas con el fenómeno del movimiento unidimensional.

III. Formal (color naranja): Para este nivel se adopta la mirada de Pozo y Gómez (1998). Desde esta perspectiva, aprender ciencias requiere construir estructuras conceptuales más complejas a partir de otras más simples y desde allí, establecer usos diferenciales para cada uno de los contextos de aplicaciones de esas teorías. De esta manera la estructura cognitiva del estudiante irá desde los niveles de representación más superficiales a los más profundos, de los escenarios concretos hasta las estructuras desde los que se analizan, de los conceptos para llegar a los principios (p. 146).



**Gráfica 2** - Mapa de diseño curricular para desarrollo de la habilidad argumentativa planteado en tres niveles de complejidad. Elaboración propia.



En este mapa se muestra tres niveles en los que se propone desarrollar la competencia argumentativa en los estudiantes de secundaria a través del estudio de una controversia científica histórica, siendo azul el de menor complejidad, verde el de complejidad media y naranja el de mayor complejidad. Estos tres niveles se proponen desde la perspectiva de dialogicidad que plantea Bajtín (1986,1993) y ampliado por Ramírez-Peña (2007, 2008); a partir de allí, se establecieron tres niveles de dialogicidad por los que puede transitar los estudiantes para lograr el desarrollo de la competencia argumentativa. Estos niveles son:

I. Nivel narrativo descriptivo escrito y hablado (color azul) En este nivel de dialogicidad el estudiante construye narrativas de lo observado y de lo vivido en el ejercicio experimental. En este contexto, el experimento actúa como elemento pragmático de articulación para la producción narrativa. Es un ejercicio en que el estudiante dialoga intrasubjetivamente consigo mismo y con su experiencia

II. Nivel argumentativo escrito (color verde). En este nivel de dialogicidad el estudiante adopta un punto de vista sobre un referente y lo expresa de manera escrita para una audiencia ideal. Este ejercicio requiere el manejo de los elementos básicos del texto argumentativo: presentación de una tesis, argumentos de soporte y conclusiones.

III. Nivel argumentativo hablado (color naranja). En este nivel de dialogicidad el estudiante cuenta con las condiciones necesarias para sostener un diálogo crítico con un interlocutor en el marco de una diferencia de opinión. De esta manera se espera siguiendo a van Eemeren (2012), que al sostener una discusión crítica el estudiante demuestre su capacidad de lo lograr acuerdos acerca de la aceptabilidad o inaceptabilidad de los puntos de vista en discusión, averiguando si, mediante la argumentación, pueden o no ser adecuadamente defendidos de la duda o de la crítica” (p. 55)

### Descripción de una ruta para el desarrollo de la habilidad argumentativa

Tomando como sustento los niveles de dialogicidad arriba descritos y definidos en los referentes teóricos, esta investigación se propuso el desarrollo de la competencia argumentativa a partir de una ruta general planteada desde dichos niveles desde los cuales se genera el desarrollo de actividades específicas para cada nivel, las cuales permiten alcanzar el propósito con el que se han trazado tales niveles. A continuación, se presenta la ruta propuesta con las actividades didácticas que componen cada nivel de dialogicidad.



Figura 3. Actividades requeridas para cada nivel. Elaboración propia.

A continuación, se describe el propósito de cada uno de los tipos de actividades que se desarrollan

**Explorando:** El sentido de este tipo de actividades es proponer situaciones de entrada a los estudiantes que le permitan al docente plantear preguntas de indagación inicial antes de proponer las actividades de explicación o de experimentación. Son actividades que tienen la virtud, para el docente, de

identificar las ideas previas en el grupo de trabajo. La ruta desarrolla dos veces este tipo de actividad en el primer nivel de dialogicidad y una vez en el segundo nivel de dialogicidad.

Experimentando: Este tipo de actividades tiene el propósito de acercar a los estudiantes al estudio de fenómenos físicos a través de experiencias experimentales que surtan como elemento pragmático de articulación y de contextualización para la producción narrativa-descriptiva. En estas actividades el estudiante puede explorar, observar, y analizar las variables que describen el fenómeno estudiado. Esta actividad se desarrolla una vez en todos los niveles de dialogicidad.

Explicando: Este tipo de actividades tiene el propósito de conocer la producción discursiva de los estudiantes en la descripción de lo que ve y de lo que entiende en relación con los asuntos, indagando durante el estudio de un fenómeno físico durante las actividades experimentales. Esta actividad solo se desarrolla una vez en el primer nivel de dialogicidad.

Análisis de un RECA I: Este tipo de actividades tiene el propósito de acercar a los estudiantes desde la historia de la ciencia, a la explicación aportada por un científico con relación a los mismos asuntos propuestos al estudiante para que con su análisis en la dimensión disciplinar y argumentativa, compare sus explicaciones con la del científico. Es una actividad con la que el docente puede orientar asuntos relacionados con el análisis de un texto argumentativo. Esta actividad solo se desarrolla una vez en el primer nivel de dialogicidad.

Dialogando: Este tipo de actividades tiene el propósito de conocer la producción discursiva hablada de los estudiantes en el ejercicio de argumentación de un punto de vista que se encuentra construyendo. El propósito de la actividad es que el docente pueda identificar qué elementos relacionados con una dialogicidad crítica están presentes en dicho diálogo. Es una actividad que solo se desarrolla una vez en el primer nivel de dialogicidad. (En varias partes del texto se habla de la docente, y en otras del masculino, unificar a tu gusto)

Conociendo los personajes de la controversia: El propósito de este tipo de actividad es que el estudiante realice un análisis comparativo y crítico del contexto social, cultural, político de los personajes que hacen parte de la controversia en estudio. De esta manera será posible la comprensión del porqué de las ideas que sostiene cada científico. Con esta actividad el docente proporciona un escenario de comprensión del contexto histórico de los personajes de la controversia. Esta actividad solo se desarrolla una vez en el segundo nivel de dialogicidad.

Análisis de un RECA II: El propósito de este tipo de actividad es presentar un texto histórico que contenga una controversia científica vinculada al estudio de un fenómeno en particular para que cada punto de vista presentado en el texto sea analizado a profundidad por el estudiante. Esta actividad se desarrolla una vez en cada nivel de dialogicidad.

Comprendiendo el contenido de la controversia: Con este tipo de actividad se pretende que los estudiantes extraigan el contenido disciplinar que se compromete el planteamiento de la controversia y que tras este reconocimiento se evalúe la comprensión que tiene el estudiante acerca de estos conceptos subyacentes

Argumentando: El propósito de este tipo de actividades es que el estudiante defienda su punto de vista con relación a la explicación que considere se adapte más a las condiciones del fenómeno en estudio. Esta actividad se desarrolla una vez en el segundo nivel de dialogicidad.

Evaluando: Son actividades que apoyan las actividades de argumentación. Su objetivo es reforzar en los estudiantes el uso de estructuras argumentativas. Esta actividad se desarrolla una vez en el tercer nivel de dialogicidad.

Dialogando críticamente: El propósito de este tipo de actividades es que el estudiante elija y defienda uno de los puntos contenidos en la controversia siguiendo las etapas de discusión crítica propuesta por van Eemeren, así como el código de conducta que allí subyace. Esta actividad se desarrolla una vez en el tercer nivel de dialogicidad.

Estructurando conceptos: Son actividades que pretenden ahondar en el nivel de comprensión que manifiestan los estudiantes respecto al contenido de las controversias. De esta manera, se enriquece la

construcción de una postura más sólida en los estudiantes antes de enfrentar los ejercicios de argumentación escrita o hablada. Esta actividad se desarrolla una vez en el tercer nivel de dialogicidad.

Además de lo anterior, esta ruta para la enseñanza de la argumentación describe el propósito formativo y pedagógico que se pretende al realizar cada nivel de dialogización con los estudiantes. El siguiente diagrama describe las actividades que realiza el docente en cada nivel.



Figura 4. Actividades que realiza el docente en cada nivel. Elaboración propia

Tras ejecutar las actividades de esta primera unidad didáctica se tomó como *corpus* el texto argumentativo producido en la segunda fase en la actividad de argumentación y de la tercera fase se tomó la transcripción del diálogo realizado en la actividad de dialogar críticamente.

### Descripción de la segunda unidad didáctica para el segundo ciclo de investigación

La segunda unidad didáctica se planteó con los mismos principios con los que se diseñó la primera unidad didáctica manteniendo los mapas de diseño curricular que inicialmente se plantearon debido a que las actividades de esta segunda unidad didáctica se alinean con las competencias que ya se habían trazado. La diferencia está en que las actividades para este ciclo fueron ajustadas considerando los hallazgos encontrados en la etapa de análisis de resultados de la primera unidad didáctica y fueron diseñadas para terminar los propósitos formativos ya trazados. Las dos fases se describen a continuación.

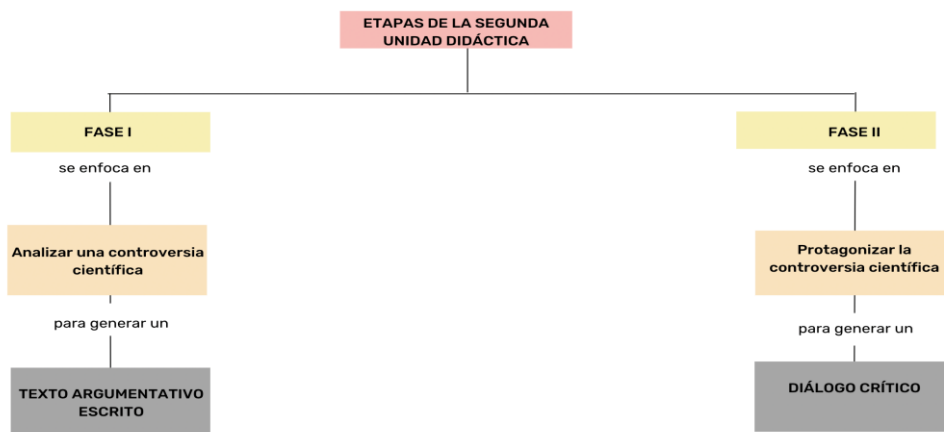


Figura 5. Etapas de la segunda unidad didáctica. Elaboración propia.

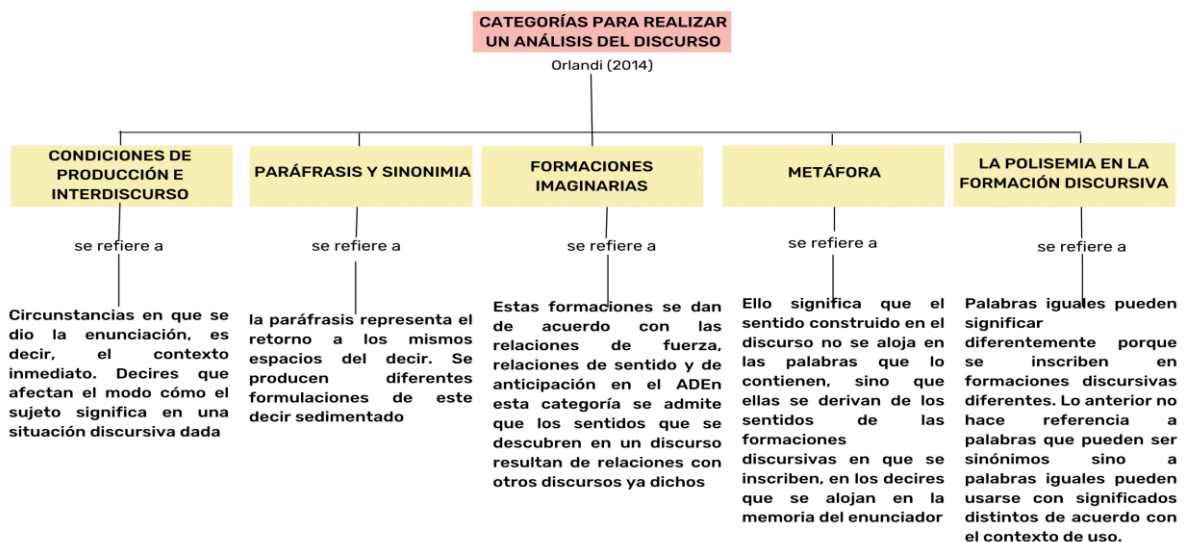
Esta secuencia de actividades ejecutada solo en dos fases (4 actividades en cada una) hizo más presente el desarrollo de actividades que resaltan el ejercicio argumentativo. En la primera fase se trabajó con el análisis de un RECA adaptado en forma de controversia considerando la explicación de Galileo en su texto de *“Diálogos concerniente a dos nuevas ciencias”* sobre cómo es la aceleración de un cuerpo en caída libre y la explicación de Descartes sobre el mismo asunto. A partir de este RECA los estudiantes emplearon un plano inclinado para calcular la aceleración de caída de una canica e identificar los factores que afectan su caída; esto con el fin de identificar qué postura es más acertada para ellos. Luego de trabajar con actividades complementarias de lápiz y papel los estudiantes produjeron un texto argumentativo en el que analizaron la aceptabilidad de los argumentos planteados por los científicos desde lo obtenido en todas las actividades ejecutadas en esta fase. Finalmente, en la segunda fase se propuso una controversia experimental basada en el tiro parabólico donde se indaga por el ángulo en el que se obtenía mayor alcance horizontal y mayor altura máxima. Los resultados experimentales permitieron generar situaciones de argumentación que le permitieran a los estudiantes sostener un nuevo diálogo crítico basándose en las actividades experimentales realizadas, así como en las además actividades complementarias que se ejecutaron para esta fase.

## ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

El análisis del *corpus* se realizó siguiendo los principios de la TF de Strauss y Corbin (2016) y las orientaciones del análisis del discurso de Orlandi (2014) para la codificación abierta. Se empleó como herramienta de asistencia en la sistematización y representación de la información el software *Nvivo Starter*, versión 12.

La naturaleza de esta investigación se ubica en una perspectiva de análisis de datos que supera el nivel de análisis de contenido solamente. Orlandi (2014) aclara que cuando se hace un análisis de contenido de un texto sólo existe un interés por preguntarse *¿qué quiere decir este texto?*, en tanto que en el AD interesa preguntarse por *¿cómo significa este texto?* Desde el AD se admite que el lenguaje no es transparente y que la función del analista es justamente desentrañar los sentidos con los que se plasma un contenido proposicional a través de los diferentes usos del lenguaje que emplee un estudiante para producir un discurso.

Para lograr ello se consideraron varias dimensiones de análisis que permiten realizar interpretaciones y comprensiones sobre lo dicho en los textos y diálogos recolectados a través de cinco categorías planteadas por Orlandi (2014).



**Figura 6.** Descripción de las Categorías utilizadas para el Análisis del Discurso (adaptado de Orlandi 2014, p 18-27)

### Forma de análisis y asignación de códigos

Para el proceso de codificación de la información se tomaron como unidades de análisis palabras, frases, segmentos de una oración, párrafos o incluso el texto completo los cuales fueron analizadas bajo las cinco dimensiones de AD arriba descritas. Bajo este análisis se asignaron códigos teniendo en cuenta cuáles de los elementos relacionados con la producción discursiva-argumentativa y de saberes relacionados al estudio del movimiento estaban presentes en estas unidades de análisis, siempre bajo la constante reflexión e indagación de buscar qué es exactamente lo que aborda cada segmento seleccionado, es decir, buscando las cualidades o las características del dato. El proceso de asignación de códigos empezó por tomar la unidad de análisis formular una pregunta orientadora de frente a las dimensiones del AD y desde allí formular una etiqueta o código que representara la unidad de análisis. El conjunto de códigos se almacenaba en el software *Nvivo* el cual permitía una sistematización de dicha información para posteriores análisis a través de sus recursos gráficos y estadísticos.

La siguiente tabla muestra ejemplos de cómo se asignaron algunos códigos a distintos fragmentos de los textos analizados siguiendo las categorías mencionadas para el análisis de discurso. En algunos casos, fragmentos iguales tuvieron asignación de códigos diferentes.

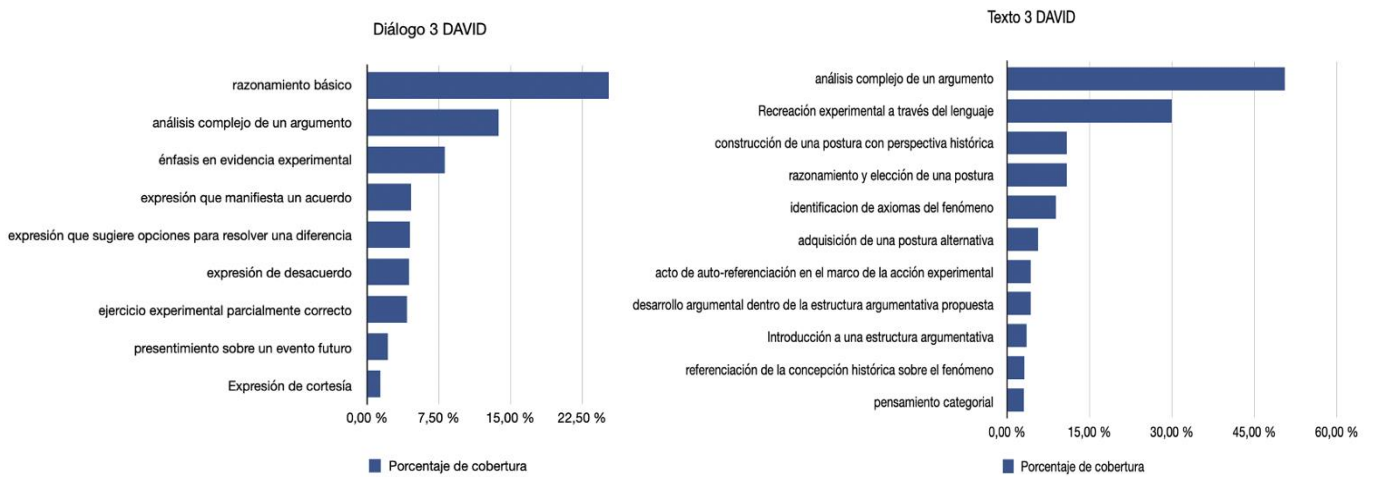
**Tabla 1-** Ejemplo de asignación de códigos de acuerdo con las categorías de AD. Elaboración propia

Fragmento tomado de los documentos del corpus	Pregunta orientadora	Categoría de AD	Código asignado
<i>“Realizando las lecturas planteadas sobre la teoría de la caída de los cuerpos de los físicos Galileo Galilei y René Descartes los cuales tienen un punto de vista muy diferente de la caída de los cuerpos” (texto 2 Karol).</i>	¿Cómo el estudiante construye lugares de referencia para la producción de su discurso?	Condiciones de producción e interdiscurso	Referencia contextual situacional
<i>“...la aceleración depende la de inclinación y que ehmm lo que cambia son los tiempos y la aceleración, es decir que la aceleración depende de la inclinación en la que se encuentra el plano” (diálogo 2 Karol).</i>	¿Cómo el estudiante reformula una enunciación para enfatizar el sentido construido en su discurso?	Paráfrasis y sinonimia	Afirmaciones sobre el fenómeno estudiado
<i>“Llega un momento en el que la canica no puede seguir incrementando su velocidad, porque es imposible y llegaría a velocidades inimaginables o inalcanzables para este tipo de experimento” (texto 2 Sofía).</i>			Razonamiento subjetivo
<i>“Algunas personas podrían decirnos que no tenemos pruebas objetivas para defender esta afirmación” (diálogo 2 Amy).</i>	¿Cómo se anticipa el estudiante a imaginar las posibles réplicas del sentido que expresa su discurso?	Formaciones imaginarias	Contraargumentación
<i>“Lo acabas de decir, acelera según mayor tiempo, o sea que sin importar cuanto tiempo quede una...una pikis bajando por una pendiente va a ser...va a ir a acelerando según...cada segundo se podría decir entonces lo que dijiste antes con lo que dijiste ahora no concuerda” (diálogo 2 Edgar).</i>			Diálogo intersubjetivo
<i>“Si bien estas medidas podrían ser cambiadas y funcionarían las medidas, lo pragmático del asunto se iría al caño, y tomamos los momentos como piedra angular por la maleabilidad del tiempo con respecto al espacio” (diálogo 2 David).</i>	¿Cómo el estudiante busca en su memoria situaciones, procesos o fenómenos que funcionan en una línea similar a lo que quiere significar ese apartado de su discurso?	Metáfora	Uso de metáforas
<i>“Vemos, entonces, que cuando se pone la palabra “ACELERACIÓN” en la ecuación, el tiempo es el que se deforma, el espacio no” (texto 2 David).</i>	¿En qué sentido el estudiante usa una palabra para construir un nuevo sentido en su discurso?	La polisemia en la formación discursiva	Dialogicidad intersubjetiva Razonamiento interdiscursivo

Terminado el proceso de codificación, se procedió a analizar las características de los códigos generados para empezar la búsqueda de los conceptos (agrupación de códigos) los cuales fueron el punto de partida para la construcción de las categorías. Para tal proceso se analizó cada código obtenido,

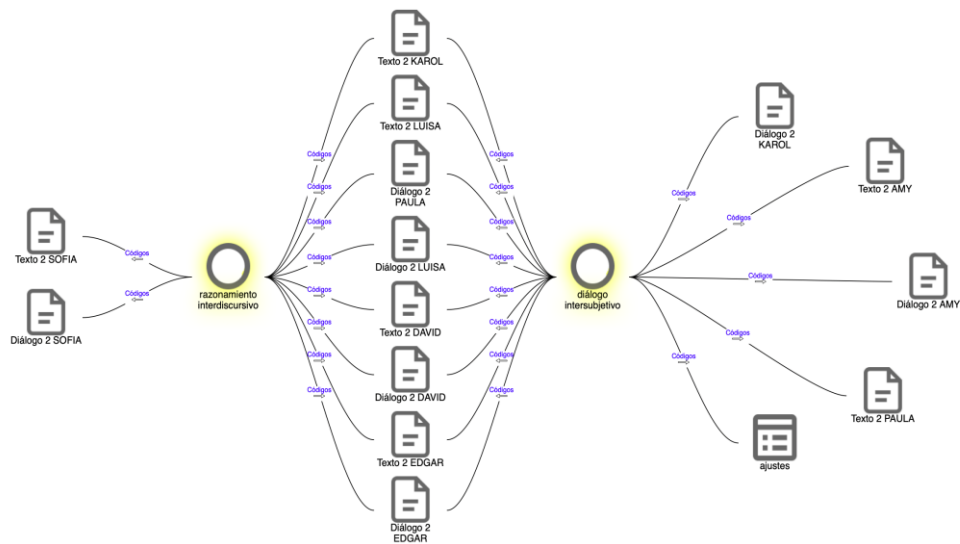
comparándolo con los demás e identificando aspectos que los hace comunes y diferentes, para con ello decidir a qué clase de datos pertenece considerando si estos datos se refieren a fenómenos, acontecimientos, sucesos, objetos y acciones o interacciones (Strauss & Corbin; 2016, p.110). De esta manera se asignó un nombre al grupo de códigos seleccionados usando un código nuevo. Es importante señalar que este proceso lo hace la investigadora y el software solo se emplea como repositorio de información para posterior análisis.

Usando las gráficas de frecuencias de códigos fue posible llevar a cabo el proceso de construcción de estos conjuntos de códigos. Las siguientes gráficas de frecuencias muestran un ejemplo de cómo se realizó este proceso.



**Figura 9** - Diagrama de frecuencia de códigos versus referencias de codificación proporcionado por Nvivo en el texto argumentativo y en el diálogo crítico del caso de AMY.

En la gráfica anterior se muestra que los códigos referidos al *razonamiento básico*, *análisis complejo de un argumento* y *análisis de evidencia experimental*, *recreación experimental a través del lenguaje* presentaban los mayores porcentajes de cobertura del texto analizado. Ello permitió identificar la relevancia de estos códigos para su posible agrupación. Este ejercicios se realizó con cada uno de los 14 documentos analizados los cuales conformaron el *corpus* de la investigación.



**Figura 10.** Comparación de los códigos *razonamiento interdiscursivo* y *diálogo intersubjetivo* contenidos en los documentos analizados en el primer ciclo. Gráfica proporcionada por Nvivo.

Por su parte la figura 10 proporcionada también por *Nvivo* muestra que el código de *diálogo intersubjetivo* no solo está compartido en varios archivos, sino que aparece de manera exclusiva en cuatro archivos con relación al código de *razonamiento intersubjetivo* que solo aparece de manera exclusiva en dos archivos. Ello llevó a seleccionar aquellos códigos con mayor número de archivos compartidos y con mayor presencia en archivos exclusivos por considerar ello como relevante y representativo en el estudio.

A través del ejercicio constante de comparación, reflexión y contrastación que permite hacer la gráficas y diagramas que proporciona *Nvivo* fue posible la visualización de los datos desde una perspectiva más integradora, pues estos recursos de representación facilitan la observación del fenómeno desde varias aristas. Particularmente, los diagramas de comparación como el que se muestra en la figura 10, se realizó con varias parejas de códigos pertenecientes a distintas categorías, con el fin de identificar posibles relaciones vinculantes entre ellos e incluso, para identificar cuáles de ellos se constituían como conceptos más integradores. A partir de este ejercicio, que exige además regresar constantemente a los datos para analizar y descubrir nuevos significados y sentidos, fue posible establecer las dimensiones en los que se mueven las propiedades que describen y caracterizan las categorías logradas en ambos ciclos de investigación.

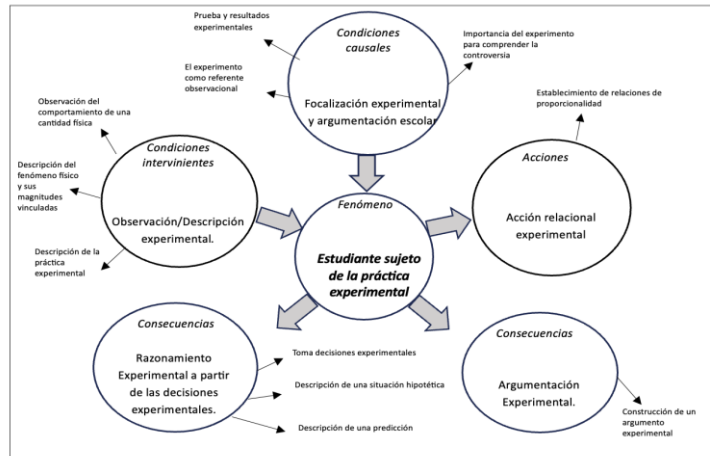
Siguiendo los criterios anteriores se confirmaron cinco categorías planteadas en el primer ciclo (*Estudiante Sujeto De La Práctica Experimental, La Voz Del Estudiante Como Sujeto De La Práctica Experimental; Actos de Habla desde el Lenguaje Natural al Lenguaje Científico Escolar; Perspectiva epistémica discursiva del sujeto argumentador y Argumentación Científica Escolar Pragmadialéctica*) y dos para el segundo ciclo (*Capacidades para el desempeño Argumentativo y El contexto histórico de las controversias en la construcción de posturas del sujeto argumentador*) que se confirmaron además con el uso de los paradigmas de codificación propuestos por Strauss y Corbin (2016). Estos paradigmas se entienden como esquemas organizativos que ayudan al investigador en la construcción de categorías. Allí se adopta una posición analítica sobre los datos que ayuda a ordenarlos de manera sistemática, ello con el fin de analizar y verificar que los elementos de la estructura y el proceso del fenómeno observado se integren (p. 140). Los componentes básicos de estos paradigmas surgen de realizar preguntas que den cuenta de las condiciones con las que se da el fenómeno (cada categoría planteada describe una parte del fenómeno central). Ello “como una manera conceptual de agrupar las respuestas a las preguntas de por qué, dónde, cuándo y cómo sucede el fenómeno. Estos elementos componen la estructura o conjunto de circunstancias o situaciones en las cuales están inscritos los fenómenos. Hay acciones/interacciones que son las respuestas estratégicas o rutinarias dadas por los individuos o grupos a los asuntos, problemas, acontecimientos o sucesos que emergen bajo estas condiciones. Las acciones/interacciones están representadas por las preguntas de quién y cómo. Hay consecuencias que son el resultado de las acciones/ interacciones” (p. 140 y 141).

Considerando este concepto de paradigma planteado por Strauss y Corbin (2016) se procedió a realizar el paradigma de codificación a cada una de las categorías que se plantearon como principales. A continuación, se describen las relaciones observadas en cada categoría a través de su paradigma de codificación (ello describe el fenómeno, las condiciones causales e intervinientes, las acciones/estrategias y consecuencias que lo causan).

### **Categoría 1: Estudiante sujeto de la práctica experimental**

En esta categoría se observa que el fenómeno central es *el estudiante sujeto de la práctica experimental*. Las condiciones causales de este fenómeno se vinculan con el análisis de la controversia científica planteada lo que conlleva al estudiante a focalizarse en el ejercicio experimental como una de las fuentes para iniciar la construcción argumentativa. En este fenómeno intervienen aspectos que se vinculan con la manera en que los estudiantes realizan sus observaciones y descripciones experimentales. Ello lleva al estudiante a entablar posibles relaciones de proporcionalidad entre las magnitudes observadas. El resultado de esta acción experimental le permite encaminar la estructuración de un argumento experimental como uno de los recursos que le sirve para respaldar el punto de vista elegido en la controversia. A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se realizó el paradigma de codificación para esta categoría





**Figura 11.** Paradigma de codificación para la categoría Estudiante sujeto de la práctica experimental donde se aprecian las subcategorías vinculadas y sus propiedades. Elaboración propia.

Con este diagrama se pretende dejar claro que la categoría vinculada al *estudiante sujeto de la práctica experimental* está definida por cinco propiedades (representadas por óvalos que rodean el óvalo central): la focalización experimental y argumentación escolar; la observación/descripción experimental; la acción relacional experimental; el razonamiento experimental a partir de las decisiones experimentales y finalmente, la argumentación experimental. Cada una de estas propiedades muestra las dimensiones por las que transita cada una de estas propiedades.

**Categoría 2: La voz del estudiante como sujeto de la práctica escolar**

El fenómeno central que se observa en esta categoría es la construcción de la voz del estudiante como sujeto de la práctica escolar. Este fenómeno es afectado por los distintos puntos de vista que deban ser analizados, evaluados o expresados por el estudiante. Al reconocer los interlocutores para quienes va dirigido su discurso argumentativo el estudiante se ve en la necesidad de posicionarse discursivamente para diferenciar su voz de la de otras fuentes de análisis y comparación en unos ejercicios de análisis dialógico. Como consecuencia el estudiante desarrolla sus argumentaciones en el marco de un ejercicio polifónico escolar de análisis.

**Categoría 3: Actos de Habla desde el Lenguaje Natural (LN) al Lenguaje Científico Escolar (LCE).**

El fenómeno que se focaliza en esta categoría es el relacionado con los Actos de habla desde el lenguaje natural al lenguaje científico escolar. Las condiciones que causan este fenómeno se relacionan con la sub-categoría de lenguaje cotidiano en la ciencia escolar pues a partir de este tipo de registro los estudiantes encaminan un proceso de transición en los usos del lenguaje. Ello lo conduce a realizar acciones vinculadas con la categoría de aceptabilidad del lenguaje científico escolar. En esta categoría el estudiante se ve abocado a usar expresiones que demuestran el nivel de interiorización y comprensión del lenguaje científico escolar evidenciado en la aparición de lenguajes transiciones que se ubican en el continuo del lenguaje natural al lenguaje científico. Por ello, estas acciones se vinculan con la categoría denominada entre el uso cotidiano y el uso científico del lenguaje en la ciencia escolar. Como consecuencia el estudiante actualiza los usos de su lenguaje para enunciar sus argumentaciones.

**Categoría 4: Perspectiva epistémica discursiva del sujeto argumentador**

La siguiente categoría localiza como central al fenómeno relacionado con la perspectiva epistémica discursiva del sujeto argumentador. Las condiciones causales que determinan este fenómeno se relacionan con la categoría denominada localización de los sujetos epistémicos. Por ello los factores que afectan este fenómeno se conectan con la interacción que hace el estudiante con tales sujetos. Estas interacciones lo llevan a ejecutar acciones de metacognición y meta reflexión con relación a las comprensiones que se desprenden de tales interacciones. Como consecuencia de este proceso el estudiante está en la capacidad de fortalecer una postura epistémica para construir su discurso.

### **Categoría 5: Argumentación científica escolar pragmatialéctica**

Esta categoría define el proceso de construcción y consolidación de una postura crítica en el marco de un ejercicio de interacción dialógica suscitado en la resolución de una controversia científica como recurso de medición cognitiva-comunicativa. Durante este proceso se observó que el estudiante, como lo señala van Eemeren (2019), recurre a elementos constitutivos del proceso argumentativo como lo es la manifestación del punto de vista, el uso de un esquema y una estructura argumentativa que vincule las justificaciones que respaldan el punto de vista y finalmente la declaración de una conclusión. El proceso de razonabilidad que cursa en el desarrollo argumentativo tomó lugar en el reconocimiento y comprensión de los elementos constitutivos de la controversia, pero también en las acciones que se planean para justificar y validar los argumentos que sustentan el planteamiento de una postura crítica. En un sentido más amplio, la razonabilidad tuvo lugar en el sentido propuesto normativo en el que lo plantea van Eemeren (2012) en su enfoque pragmatialéctico. Allí el autor hace referencia a lo razonable para indicar la calidad del uso de la razón en un contexto situado de comunicación e interacción (p. 66). Pero además de ello, este concepto se funda en el cumplimiento del código de conducta establecido para llevar a cabo un diálogo crítico.

### **Categoría 6: Capacidades para el desempeño argumentativo**

Esta categoría ubica como fenómeno central las capacidades para el desempeño argumentativo. Allí se reconoce como condiciones causales la intención de los estudiantes en construir una postura con relación al análisis de una controversia. En este fenómeno intervienen las habilidades comunicativas y socioemocionales que conducen al estudiante a ejecutar acciones que le permitan organizar y analizar las ideas que lo conlleven a plantear argumentaciones efectivas. Estas acciones darán como resultado un ejecución efectiva de un diálogo crítico en donde el estudiante pueda manifestar sus capacidades argumentativas y socioemocionales.

### **Categoría 7: El contexto histórico de las controversias en la construcción de posturas del sujeto argumentador**

En esta última categoría se ubica como asunto focal el fenómeno relacionado con el contexto histórico de las controversias en la construcción de posturas del sujeto argumentador. Las condiciones causales de este fenómeno se vinculan con el ejercicio de análisis que realiza el estudiante al encarar el contenido de la controversia científica histórica. En él interviene el lugar que el estudiante le otorga al contexto histórico en la consolidación de un punto de vista. Ello lo lleva a incluir o no en su argumentación la referencia del contexto histórico que considera relevante. Como consecuencia de tal análisis el estudiante construye una postura usando una perspectiva histórica marcada por el contexto histórico de la controversia en estudio.

### **Criterios para proponer una categoría axial**

Para perfilar el planteamiento de una categoría central luego del análisis de información de los dos ciclos de investigación, es importante precisar la consistencia con la que se han formulado las categorías que al momento se han planteado, es decir, es importante señalar la forma en la que hasta este punto se puede garantizar una saturación de cada categoría. Los criterios de saturación que empleo esta investigación fueron obtenidos de analizar a profundidad las versiones de Glaser y Strauss (1967); Strauss y Corbin (2016) y Charmaz (2006, 2014) los cuales se resumen a continuación.

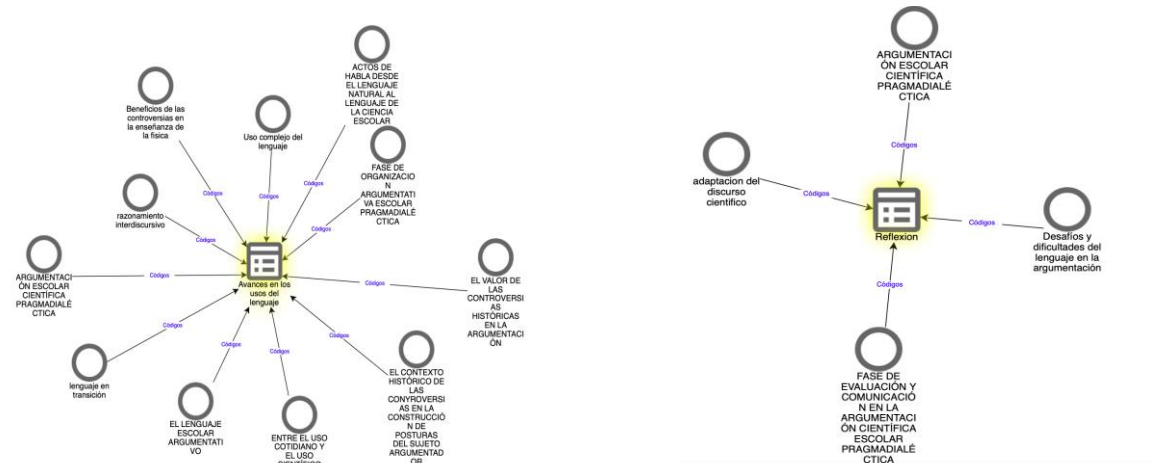
Para el caso de esta investigación se garantizó la variedad de datos y la profundidad en tanto que, por un lado, se analizaron más de 14 documentos representados en textos escritos y hablados los cuales fueron producidos en diferentes situaciones de aula. De otro lado, el proceso inductivo que se realizó bajo las orientaciones de la teoría fundamentada y los recursos gráficos que ofrece el software *Nvivo* permitió generar categorías relevantes que lograran ser integradoras y específicas. Finalmente, el contante ejercicio de triangulación al realizar comparaciones constantes entre los códigos generados en un documento y otro garantizó la consistencia de los datos obtenidos.

**Figura 12.** Criterios para determinar la saturación teórica de acuerdo con Charmaz, 2006, 2014; Glaser y Strauss, 1967; Strauss y Corbin, 2016. Elaboración propia.



### Codificación selectiva

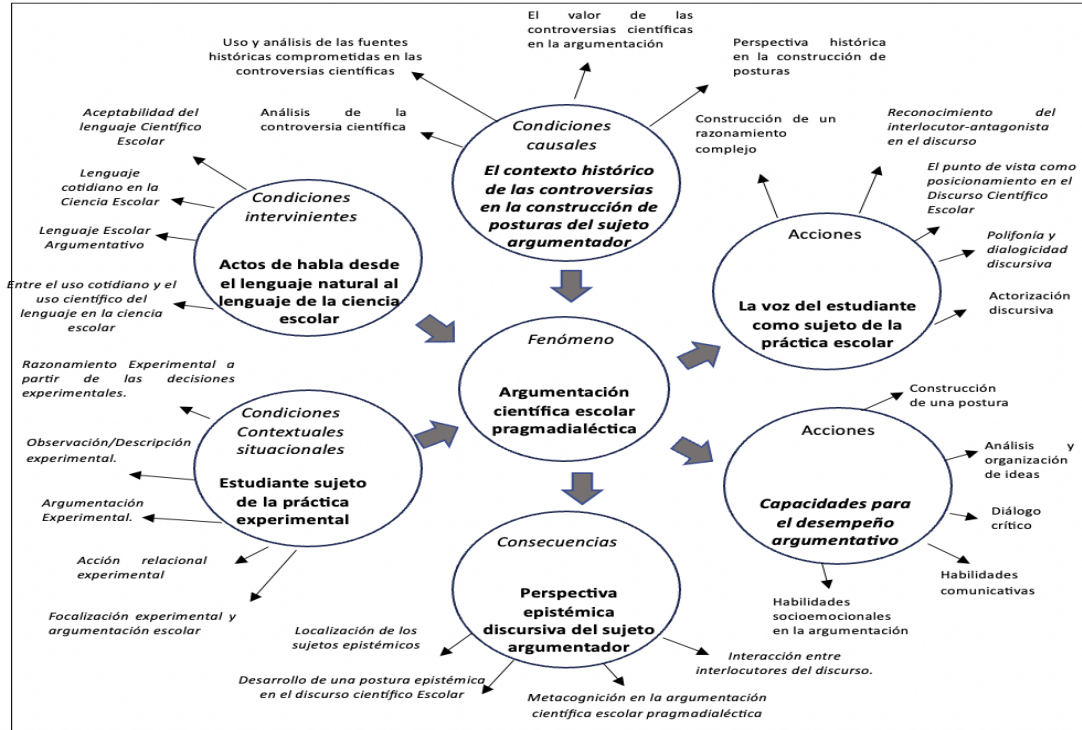
Para esta fase se recurrieron a dos estrategias de comparación: *el análisis de memos* y *el uso del paradigma de codificación*. Para el caso de los memos se recurrió nuevamente a las gráficas que proporciona Nvivo donde se puede apreciar las categorías que vinculó la información contenida en ellos. Con ayuda de estos diagrama fue posible ver qué tantas veces se vinculaba tales memos con una categoría en particular enriqueciendo así la descripción tanto de las categorías principales como de la categoría central. Para este caso los memos mostraron más frecuencia de vinculación con la categoría de *Argumentación científica escolar pragmatialéctica*.



**Figura 13-** Categorías y/o propiedades vinculadas a los memos generados en los dos ciclos de investigación. Gráficas proporcionadas por Nvivo.

Para el caso del paradigma de codificación construido para la categoría axial se consideró de manera específica el análisis de los paradigmas de codificación elaborados para cada una de las demás categorías lo cual conllevó a establecer con más claridad los atributos que sustentan esta categoría como axial. En tal análisis se observó que la categoría central relacionada con la *argumentación científica escolar pragmatialéctica* aparecía como respuesta al propósito de los estudiantes de abordar el análisis de una controversia planteada y se alzó como categoría axial por varias razones: primero, fue la categoría con mayor presencia en el proceso de codificación de los documentos, segundo, fue la categoría con más propiedades comunes a las demás categorías, tercero, fue la categoría que más vinculó la información de los memos y cuarto, fue la categoría que de acuerdo al análisis de los diarios de campo, lograba describir el patrón de conducta de los estudiantes durante el análisis de las controversias estudiadas.

Con ayuda de la elaboración de este paradigma de codificación para la categoría axial se estableció que este fenómeno era afectado por las categorías vinculadas a los *actos de habla desde el lenguaje natural al lenguaje de la ciencia escolar* y *el estudiante sujeto de la práctica experimental*. A partir de allí el estudiante se vio abocado a ejecutar acciones encaminadas a construir su voz como sujeto de la práctica experimental y a desarrollar habilidades para el desempeño argumentativo. Este proceso trajo como consecuencia en el estudiante una construcción de una *perspectiva epistémica discursiva del sujeto argumentador*.



**Figura 14-** Paradigma de codificación para la categoría *Argumentación científica escolar pragmatológica* donde se aprecian las subcategorías vinculadas y sus propiedades. Elaboración propia.

El diagrama anterior muestra cómo se explica el fenómeno de la *argumentación científica escolar pragmatológica* a partir de seis categorías subsidiarias que indican qué aspectos originan el fenómeno, qué condiciones intervienen durante el fenómeno, qué acciones realizan los sujetos involucrados en el fenómeno y qué consecuencias se causan en los sujetos participantes.

### Matriz de propiedades y dimensiones de la categoría *argumentación científica escolar pragmatológica*

Dado que la categoría que fue reconocida como central durante el análisis de datos fue definida en términos de sus propiedades y dimensiones, se procedió a emplear tales propiedades y dimensiones para proponer una matriz que permitiera visualizar cómo estas propiedades y dimensiones daban cuenta de aspectos estructurales del fenómeno central. En ese sentido se formuló una matriz que empleó las propiedades como columnas y las dimensiones como filas de esta manera es posible apreciar cómo avanza en complejidad el desarrollo de la habilidad argumentativa escolar pragmatológica en distintos niveles. A continuación, se muestran las propiedades y dimensiones que fueron incluidas en esta matriz. Esta matriz se considera el producto más importante de esta investigación pues a través de ella no solo se comprende la forma en que opera este fenómeno, sino que actúa como insumo fundamental para evaluar el desempeño de los estudiantes que empleen controversias para alcanzar aprendizajes en ciencias. Para tal evaluación se incluyeron tres niveles para cada casilla donde puede ubicarse un estudiante durante el ejercicio de análisis de controversias. (El 1 significa que no alcanza el desempeño el 2 que lo alcanza parcialmente y el 3 que alcanza el desempeño).

**Tabla 2-** Descripción de las propiedades y dimensiones de la categoría axial *Argumentación científica pragmatialéctica*. Elaboración propia.

Categorías fundamentales	Categoría Axial: Argumentación Científica Escolar Pragmatialéctica – ACEP											
	Reconocimiento inicial de la Argumentación Escolar Pragmatialéctica AEP			Organización Argumentativa Escolar Pragmatialéctica			Evaluación y comunicación en la ACEP			Construcción de postura argumentativa del sujeto en el DCEP		
El contexto histórico de las controversias en la construcción de posturas del sujeto argumentador	Análisis de la controversia científica			Uso y análisis de las fuentes históricas			Valoración de las CCH			Perspectiva histórica en la construcción de posturas		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
La voz del estudiante como sujeto de la Práctica Científica Escolar - PCE	Auto-reconocimiento en la Práctica CE			El punto de vista en el DCE y Reconocimiento del interlocutor			Polifonía y dialogicidad discursiva			Razonamiento complejo		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Estudiante-sujeto de la Práctica experimental Escolar - PEE	Observación y descripción experimental			Focalización experimental			Acción relacional experimental			Razonamiento y argumentación experimental		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Capacidades para el desempeño argumentativo	Organización de ideas:			Habilidades comunicativas			Habilidades socio emocionales			Construcción de una postura dialógica		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Perspectiva epistémica discursiva del sujeto argumentador	Localización de los sujetos epistémicos			Interacción entre interlocutores del Discurso			Metacognición- ACEP Auto-reconocimiento como sujeto del discurso			Postura epistémica en el DCE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Actos de habla y lenguaje Transicional: del lenguaje natural al lenguaje de la ciencia escolar	Uso del lenguaje Cotidiano y actos de habla en la CE			Lenguaje Transicional en la Ciencia Escolar			Aceptabilidad del lenguaje Transicional científico Escolar - LTCE			Lenguaje Escolar Argumentativo Transicional		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se describe ampliamente cómo cada categoría junto a sus propiedades y dimensiones son elementos constituyentes de la categoría axial propuesta.

**Tabla 3.** Definición final de las categorías principales y su conexión con la categoría central. Elaboración propia.

Aspectos que estructuran y explican el fenómeno (Strauss & Corbin, 2016; p. 140-141).	<p><b>Fenómeno que describe la categoría central:</b>  <b>Argumentación científica escolar pragmatialéctica</b></p>
<b>Causas que producen el fenómeno</b>	<p>Las acciones que se observan como desencadenantes en el fenómeno de la <i>argumentación científica escolar pragmatialéctica</i> están vinculadas con lo que describe la categoría denominada <b>El contexto histórico de las controversias en la construcción de posturas del sujeto argumentador</b>. En ella se resalta el impacto que tiene exponer al estudiante al estudio y análisis de una controversia científica histórica pues este contexto de análisis lo conduce a construir una postura sobre lo que considera correcto en el contenido de la controversia. Las acciones que allí se observaron fueron las siguientes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Uso y análisis de las fuentes históricas comprometidas en las controversias científicas</u>: Allí el estudiante realiza acciones que dan cuenta del manejo que los estudiantes le dieron a las fuentes históricas y su análisis en la construcción de posturas argumentativas.</li> <li>• <u>Perspectiva histórica en la construcción de posturas</u>. En esta acción se evidenció la incidencia que logró tener el corto histórico propio de la controversia científica estudiada en la construcción de un argumento.</li> <li>• <u>El valor de las controversias históricas en la argumentación</u>: Corresponde a las acciones que realizó el estudiante para reconocer el valor que tuvo aprender asuntos de la física en clave de controversias científicas históricas.</li> </ul> <p>Estas acciones se vincularon con la categoría de argumentación científica pragmatialéctica en tanto que el estudio de las controversias es el que incentiva y promueve la necesidad del estudiante de desarrollar la argumentación científica pragmatialéctica como competencia escolar.</p>

<p><b>Acciones que definen el fenómeno</b></p>	<p>Las acciones que realizan los estudiantes en el desarrollo de la argumentación científica escolar pragmatialéctica se vinculan con las características con las que se ha definido la categoría de <b>la voz del estudiante como sujeto de la práctica escolar</b>. En esta categoría se observan acciones que involucran al estudiante como sujeto de aprendizaje de la ciencia escolar, a través de vínculos intra e intersubjetivos con otros participantes y con fundamento en la dialogicidad y la argumentación pragmatialéctica. Entre estas acciones tenemos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Auto-reconocimiento</u>: En esta acción el estudiante se reconoció como sujeto de la experiencia experimental y del discurso mediador.</li> <li>• <u>Reconocimiento del interlocutor-antagonista</u>: Allí el estudiante marcó en el discurso argumentativo su voz como participante y sujeto contradictor.</li> <li>• <u>Polifonía y dialogicidad discursiva</u>: En esta acción el estudiante reconoció las voces presentes en el discurso científico teórico-experimental discursivo y entabló un diálogo que le permitió encaminar su construcción discursiva.</li> <li>• <u>Construcción de un razonamiento complejo</u>: Esta acción es compartida con lo referido en la Dialogicidad Discursiva. Allí el estudiante vinculó todas las voces requeridas durante el estudio de una controversia científica histórica: las voces de autoridad representadas por los científicos protagonistas de la controversia, los contenidos disciplinares expuestos por la docente y la voz de la experiencia experimental. Ello con el propósito de tejer razonamientos más complejos.</li> <li>• <u>ActORIZACIÓN discursiva</u>: En esta acción el estudiante se referenció en el discurso a partir de marcadores y formas del discurso particulares, expresadas en el lenguaje en uso.</li> </ul> <p>Adicional a las acciones arriba descritas, la observación de los datos y sus análisis permitió establecer que las acciones descritas en la categoría de <b>Capacidades para el desempeño argumentativo</b> se vincularon de manera particular con las propiedades que describe el fenómeno de argumentación científica escolar.</p> <p>En esta categoría se observaron las acciones específicas que requería el estudiante para construir y fortalecer su postura respecto a lo que plantea la controversia estudiada y por tanto la argumentación que usó para respaldarla. Dentro de las acciones que resaltan en esta categoría se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Análisis y Organización de ideas</u>: Es una acción en la que se halla comprometido las habilidades cognitivas del estudiante para la selección, análisis, evaluación, contrastación, comparación, entre otras, de aquello con lo que construirá su discurso argumentativo.</li> <li>• <u>Habilidades de comunicación</u>: Son acciones que le permiten al estudiante comunicar efectivamente sus ideas y pensamientos. Ello demanda del uso de expresiones claras y coherentes para quien fuera su interlocutor.</li> <li>• <u>Planteamiento y fundamentación de argumentos</u>: Es la acción específica en la que el estudiante organiza argumentativamente tanto la tesis que desea plantear como los recursos de respaldo y garantía para sustentar tal tesis.</li> <li>• <u>Habilidades socioemocionales en la argumentación</u>: Estas acciones hicieron referencia concretamente a las manifestaciones de orden social y emocional que intervinieron durante el proceso de argumentación.</li> <li>• <u>Construcción de una postura</u>: Fue una acción observada en el estudiante al formular opiniones fundamentadas y respaldadas por evidencia empírica y/o teórica respecto a una de las dos visiones analizadas durante el estudio de una controversia científica histórica.</li> <li>• <u>Diálogo crítico</u>: Fueron acciones observadas en los estudiarte durante el intercambio argumentativo hablado. Allí se apreció el intercambio de posturas a través de las etapas y reglas que definen este tipo de diálogo.</li> </ul> <p>Tanto la acciones que constituyen la categoría de la <b>voz del estudiante como sujeto de la práctica escolar</b> como las acciones que se definen en la categoría de <b>Capacidades para el desempeño argumentativo</b> se vincularon con las características que se presentaron en la categoría de <i>argumentación científica escolar pragmatialéctica</i>, en tanto que el ejercicio de argumentación involucró el proceso de razonabilidad a través del análisis de otros discursos o voces. Este proceso implicó la realización de acciones centradas en justificar y validar los argumentos que sustentan el planteamiento de una postura crítica. Ello exigió del estudiante una localización epistémica en el discurso a partir del encuentro dialógico con su interlocutor y con el interdiscurso del que se surte para la construcción de un argumento en defensa de un punto de vista.</p>
<p><b>Condiciones situacionales que promueven el fenómeno</b></p>	<p>Respecto a las condiciones que intervienen en el fenómeno de <i>argumentación científica escolar pragmatialéctica</i> esta investigación determinó que tales condiciones se vincularon con la categoría <b>Estudiante sujeto de la práctica experimental</b>. En esta categoría se integraron todos los factores situacionales que daban lugar a la aparición del fenómeno en mención. Entre estos factores se destaca la importancia del contexto controversial pues este da lugar a que el estudiante ejecute acciones de carácter experimental que le permiten involucrarse activamente en el análisis epistémico del contenido de la controversia. Este ejercicio experimental requirió que los estudiantes desarrollaran habilidades para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Realizar y describir observaciones vinculadas al ejercicio experimental</u>: A través de esta acción el estudiante se aproximó al estudio del fenómeno que aborda la controversia.</li> <li>• <u>Tomar decisiones experimentales</u>: Allí el estudiante ahondó en todas las posibilidades experimentales en las que se puede abordar el contenido epistémico de la controversia.</li> <li>• <u>Evaluar metódicamente los resultados experimentales</u>: Acción que aparece cuando el estudiante toma decisiones considerando el grado de aceptación de los resultados experimentales de cara a las dificultades experimentales que se pueden presentar.</li> <li>• <u>Focalización experimental y argumentación escolar</u>: Son acciones en las que el estudiante realiza su experiencia experimental en niveles de complejidad tales que le permiten hacer cada vez más completo la construcción de un argumento experimental.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Construir un argumento experimental</u>: Son construidos por el estudiantes usando estructuras de argumentación básicas a través de lo obtenido en el ejercicio experimental.</li> </ul> <p>Estas habilidades se vinculan con la categoría de argumentación científica escolar pragmatialéctica en la medida que la experiencia experimental surte como uno de los ejes pragmáticos del discurso argumentativo que teje el estudiante para analizar, comprender y protagonizar una controversia científica. Ello condujo al estudiante a la construcción de una perspectiva del contexto situacional en el que se localiza la argumentación científica pragmatialéctica a partir de la cual enuncia actos habla con los cuales co-construye con su interlocutor, con el discurso científico y con la experiencia experimental comprensiones sobre los asuntos que subyacen a la controversia y con los cuales configura su postura.</p>
<p><b>Condiciones que intervienen en el fenómeno</b></p>	<p>Se observó que las condiciones, factores o circunstancias que participan en el fenómeno de la argumentación científica escolar pragmatialéctica se relacionan con la categoría <b>Actos de Habla desde el Lenguaje Natural (LN) al Lenguaje Científico Escolar (LCE)</b>. En esta categoría se integran aspectos que dan cuenta de los aspectos lingüísticos-textuales-discursivos que median la elaboración de significados sobre los fenómenos científicos escolares en las experiencias experimentales escolares y los encuentros dialógicos argumentativos que se propusieron en las actividades de aula. Las acciones que caracterizaron la integración de esta categoría tuvieron lugar en un contexto situacional, con participantes concretos, con propósitos comunicativos específicos, y con enunciados (actos de habla) generales y específicos, aleatorios y elaborados. La observación de las acciones enunciativas de los estudiantes, junto con los elementos discursivos, formas y categorías lingüísticas particulares permitieron caracterizar las condiciones en las que se daban tales acciones enunciativas espontáneas en el marco de las situaciones de enseñanza que se plantearon. Allí se observó formas de lenguaje de comunicación como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Lenguaje cotidiano en la Ciencia Escolar</u>: Este es empleado de manera más presente por los estudiantes en las interacciones de aula.</li> <li>• <u>Lenguaje Científico Escolar</u>: Este resulta ser el estado más complejo al que se apunta en el proceso de formación en ciencias.</li> <li>• <u>Entre el uso cotidiano y el uso científico del lenguaje en la ciencia escolar</u>: Este tipo de lenguaje se halla en el continuo del uso del lenguaje cotidiano y el uso de un lenguaje científico para construir y expresar un discurso argumentativo.</li> <li>• <u>Lenguaje Escolar Argumentativo</u>: Este lenguaje se vincula con el ejercicio argumentativo requerido para el análisis y protagonización de controversias científicas.</li> </ul> <p>Estos aspectos se relacionan especialmente con la categoría de argumentación científica escolar pragmatialéctica en razón a que, a través de los diversos actos de habla que el estudiante hace presente en el intercambio argumentativo, los procesos de significación y comprensión son posibles.</p>
<p><b>Consecuencias que produce el fenómeno</b></p>	<p>En relación con los resultados o efectos que derivan de la argumentación científica escolar pragmatialéctica se observó que tales efectos se hacían presentes en la categoría relacionada con la <b>Perspectiva epistémica discursiva del sujeto argumentador</b>. Esta categoría dio cuenta de la forma en que los estudiantes construyeron posturas de tipo epistémico en el análisis de una controversia la cual se hallaba estrechamente vinculada con el auto-reconocimiento de su(s) rol(es) en el contexto situacional experimental; al igual que en su rol como sujeto del discurso y lo de sus interlocutores. La construcción de posturas exigió en los estudiantes de aspectos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>El reconocimiento y localización de los sujetos epistémicos</u>: Allí el estudiante localiza los sujetos que se hacen parte de la controversia o de los discursos que usa como referencia para la construcción de su postura.</li> <li>• <u>La Interacción dialógica entre interlocutores del discurso</u>: En esta acción el estudiante evalúa y analiza el alcance epistémico del contenido que expresa en su postura.</li> <li>• <u>El desarrollo de una postura epistémica en el discurso científico Escolar</u>: Esta es la acción principal de esta categoría. Allí se observó cómo los estudiantes construyeron o no una postura frente a las situaciones controversiales planteadas y la cual fue manifiesta durante el ejercicio de la argumentación.</li> <li>• <u>Metacognición en la argumentación científica escolar pragmatialéctica</u>: Son acciones en la que el estudiante reflexiona sobre la validez de sus acciones y elecciones. Son acciones que le permiten auto juzgar críticamente sus razonamientos.</li> </ul> <p>Estos aspectos presentaron un vínculo directo con la categoría de <i>argumentación científica escolar pragmatialéctica</i> en el sentido que argumentar implicó en los estudiantes la reflexión, la construcción, autocrítica y defensa de una postura en relación con un punto de vista expresado. Pero además de ello, el vínculo con esta categoría se verifica en tanto que tales posturas fueron construidas y manifiestas a través de actos de habla en los sentidos de referencialidad, intencionalidad y efectos sobre la audiencia/interlocutores, en los casos particulares de actos de habla planteados desde la perspectiva pragmatialéctica de van Eemeren (2012, 2013).</p>

## CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación muestran varios aspectos a resaltar. Inicialmente se señala que el estudio de una controversia científica histórica trajo como efecto connatural el desarrollo de la habilidad argumentativa escolar que en esta investigación se rotula como pragmatialéctica en tanto que se plantea y se analiza desde los principios que fundamentan este enfoque de argumentación. Desde este panorama todos



las acciones que se observan están relacionados con la manera en que sucede tal argumentación, es decir, con las categorías que determinaron el fenómeno de la argumentación, sus propiedades y dimensiones.

De otro lado se resalta el uso de la ruta planteada para el análisis de controversias basada en tres niveles de dialogicidad pues su propósito centrado en permitir el tránsito de los estudiantes por estados de interacción comunicativa que abarcaran gradualmente distintas formas de comunicación, referidas a la oralidad y la escritura permitió desarrollar aprendizajes en el ámbito de la cinemática al tiempo que se desarrollaron habilidades argumentativas. Ello en razón a que tales escenarios les dotaron de herramientas claves para comprender y comunicar los conceptos científicos a través de diferentes transformaciones de su lenguaje natural hacia un lenguaje más próximo al lenguaje científico escolar.

Se destaca los aspectos que esta investigación encontró como relevantes para explicar el fenómeno de la argumentación científica escolar pragmatialéctica al emplear dicha ruta de enseñanza pues lejos de una estructura basada en silogismos, esta explicación de la argumentación encuentra en sus categorías fundamentos que dan cuenta de la forma en que los estudiantes construyen posturas y por tanto conocimientos, a partir del ejercicio práctico experimental. En este sentido Pozo (1998) menciona que las formas tradicionales de aprender ciencias hacen que se sobreponga el uso de los rudimentos vinculados a los procesos operativos y variacionales de las matemáticas por encima del contenido científico que subyace a los fenómenos en estudio (p. 208). En un sentido más amplio, debe añadirse que además de esta sobreposición del lenguaje matemático, el lenguaje natural debe concebirse como un elemento esencial que enruta el camino hacia la consolidación de un lenguaje más próximo al lenguaje científico escolar.

Particularmente, se observó que a partir de la conceptualización de la categoría de **Actos de Habla desde el Lenguaje Natural (LN) al Lenguaje Científico Escolar (LCE)** se reconocieron aprendizajes que se vinculan estrechamente con el uso del lenguaje. Desde allí se puede decir que cuando los estudiantes analizan controversias científicas, emplearon actos de habla que transitaron desde afirmaciones (como opiniones o puntos de vista apegados a sus creencias y/o experiencias), preguntas (enmarcadas en la solicitud de precisiones a su interlocutor), objeciones (enmarcadas en la manifestación de contraargumentaciones), concesiones (relacionadas con ceder o no un punto de vista), entre otros. En tal sentido los estudiantes aprendieron a utilizar el lenguaje con funciones específicas para argumentar, persuadir y negociar en el contexto científico. Ello se observó en expresiones de los estudiantes que permitieron ver la transformación de uso del lenguaje cotidiano a expresiones más próximas al lenguaje científico escolar, lo que implicó en ellos una adaptación de su vocabulario con mayor precisión conceptual y claridad para su enunciación.

Se evidenció también el impacto que tuvo exponer a los estudiantes al análisis de múltiples voces para la construcción de una postura más sólida y convincente. Ello se encierra en lo que se definió para la categoría relacionada con **La voz del estudiante como sujeto de la práctica escolar**. Bajo esta categoría se aprecia que al analizar una controversia científica, los estudiantes reconocieron la diversidad de voces y perspectivas que intervienen en tal análisis. En ese sentido, la polifonía entendida como la multiplicidad de voces y puntos de vista que coexisten durante el análisis y la dialogicidad discursiva, entendida como el reconocimiento y el diálogo entre estas voces, fueron acciones claves para que los estudiantes se construyeran como sujetos argumentadores discursivos. Al comprender y evaluar la polifonía y la dialogicidad en una controversia científica, los estudiantes aprendieron a apreciar la complejidad del conocimiento científico y a considerar diferentes perspectivas antes de enunciar sus conclusiones.

Junto a lo anterior, se observó el alcance que tuvo la categoría referida a las **Capacidades para el desempeño argumentativo**. Considerando esta categoría se advirtió que, al evaluar y contrarrestar los argumentos presentados en una controversia, los estudiantes aprendieron a identificar premisas, evidencia, falacias lógicas y debilidades en la argumentación expuesta en la controversia. Esto gracias a las orientaciones que dieron para el análisis del contenido de las controversias usando el esquema de argumentación básico sugerido por van Eemeren y Grootendorst (2007). Con la identificación de estos elementos argumentativos los estudiantes forjaron el desarrollo de un pensamiento crítico capaz de formar

juicios informados basados en la evidencia y en razonamientos complejos. Estas habilidades argumentativas son transferibles a otros contextos y contribuyen a la formación de ciudadanos comprometidos y reflexivos.

Se reconoce de manera especial la relevancia que tuvo el ejercicio práctico experimental en la construcción de evidencias para el respaldo argumentativo. Ello se vincula con lo referido en la categoría del **Estudiante sujeto de la práctica experimental**. Al analizar controversias científicas, los estudiantes aprendieron que la evidencia experimental sólida y reproducible es fundamental para llegar a conclusiones confiables y particularmente llegar a consensos. A través de la experimentación los estudiantes aprendieron a buscar bases sólidas para construir argumentos haciendo de ella un elemento central en la medida que fue un punto de referencia objetivo para evaluar y contrastar diferentes puntos de vista sometidos a prueba y discutiendo los resultados de manera razonada.

Se resaltan también las acciones que se observaron en la categoría relacionada con la construcción de una **Perspectiva epistémica discursiva del sujeto argumentador**. Ésta se considera una de las categorías relevantes en tanto consecuencias vinculadas al ejercicio de la argumentación científica escolar pragmatológica que, por supuesto, se conectan de manera directa con los aprendizajes más significativos que los estudiantes alcanzan. En tal categoría se evidenció que, al finalizar el análisis de las controversias científicas, los estudiantes buscaron construir una postura epistémica informada y fundamentada. Esta búsqueda los llevó a aprender a evaluar críticamente las diferentes perspectivas, argumentos y evidencias presentadas en la controversia, y a tomar una posición basada en el razonamiento y la evidencia disponible. Al desarrollar una postura epistémica, los estudiantes fomentaron la reflexión personal, la autonomía intelectual, la autorregulación de su aprendizaje haciéndolo consciente de características más abstractas del ejercicio científico como lo es la apreciación de la naturaleza provisional del conocimiento científico.

Finalmente se destaca la propuesta que hace esta investigación de incorporar un modo de evaluar los desempeños presentados por los estudiantes al trabajar con controversias científicas empleando la matriz que integra todas las categorías presentadas en este documento (ver tabla 2). Desde esta perspectiva se considera que el desarrollo de la capacidad de *argumentación científica escolar pragmatológica* se puede alcanzar con algunas o con todas las categorías subsidiarias sin perjuicio de perder asuntos esenciales que definen el fenómeno que este abordando en el aula, lo cual no corresponde a una práctica común en los escenarios escolares en los que se emplean modelos evaluativos situados más en los productos que en los procesos.

Con lo expuesto en este documento se plantea la relevancia que tuvo usar una perspectiva de análisis de la argumentación fundamentada en el análisis de los usos del lenguaje y su transformación durante el proceso de aprendizaje pues a través de ellos se evidenció aspectos que quedarían por fuera si se implementara un modelo estructural basado en principios como los que soporta el modelo de argumentación de Toulmin. En tal modelo, la estructura de la argumentación sólo está al servicio de la consistencia que se tenga al presentar la garantía y el respaldo a una premisa expresada pues allí no tiene ningún valor el cómo se dijo sino el qué se dijo. Por el contrario, desde una perspectiva pragmática del discurso el estudiante tiene la oportunidad de expresar sus aprendizajes lejos de una estructura que restrinja su manera espontánea de expresar lo que piensa y lo que sabe. Por ello, el análisis pragmático en perspectiva dialógica provee de herramientas funcionales y estructurales como los son los actos de habla y otros recursos discursivos que permiten ver cómo el lenguaje natural tiene una función desencadenante en la configuración de un lenguaje científico escolar.

## REFERENCIAS

- Álvarez García, L. M. (2021). Las controversias científicas históricas como estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias. *Noria Investigación Educativa*, 1(7), 33-53.  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/NoriaE/article/view/17362/16392>
- Álvarez García, L. M., & García-Martínez, A. (2023). Modelos de argumentación aplicados en la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática: Models Implemented in Science Teaching: A Systematic Review. *PAPELES*, 15(29), 143-167. <https://doi.org/10.54104/papeles.v15n29.1424>
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A., & Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66.
- Acevedo-Díaz, J. A., & García Carmona, A. G. (2016). Uso de la historia de la ciencia para comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia. Fundamentación de una propuesta basada en la controversia Pasteur versus Liebig sobre la fermentación. *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 11(33), 203-226.
- Bajtín, M. (1986). *Estética de la creación verbal*. Madrid, España: Siglo XXI Editores.
- Bajtín, M. (1993). Construcción de la enunciación. En A. Silvestre y G. Blanck (Orgs.), *Bajtín y Vygotsky: la organización semiótica de la conciencia*. (pp. 246-276). Barcelona, España: Anthropos.
- Bakhtin, M. (1986). El problema de los géneros discursivos. En *Estética de la creación verbal* (pp. 84-85). Madrid, España: Siglo XXI Editores.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. Sage Publications.
- Charmaz, K. (2014). *Constructing grounded theory*. Sage Publications.
- Dascal, M. (1998). *The study of controversies and the theory and history of science*. *Science in Context* 11(2), 147-154.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.  
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A)
- De Hosson, C., & Kaminski, W. (2007). Historical Controversy as an Educational Tool: Evaluating elements of a teaching–learning sequence conducted with the text “Dialogue on the Ways that Vision Operates”. *International Journal of Science Education*, 29(5), 617-642.
- De Hosson, C. (2011). Una controversia histórica al servicio de una situación de aprendizaje: una reconstrucción didáctica basada en diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo de Galileo. *Enseñanza de las ciencias*, 29(1), 115-126.  
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/243827/353430>
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1985). *Naturalistic Inquiry*, Beverly Hills, United States of America.
- García-Martínez, Á., & Pinilla González, J. (2007). Orientaciones curriculares para el campo de Ciencia y Tecnología. Bogotá, Colombia: Secretaría de Educación Distrital. Imprenta Nacional de Colombia.
- García-Martínez, A., Hernandez-Barbosa, R., & Abella-Peña, L. (2018). Diseño del trabajo de aula: un proceso fundamental hacia la profesionalización de la acción docente. *Revista Científica*, 33(3), 316-331. <https://doi.org/10.14483/23448350.12623>.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. Chicago, United States of America: Aldine Press.

- Harada, E. (2009). Algunas aclaraciones sobre el “modelo” argumentativo de Toulmin. *Contactos*, 7(3), 45-56.
- Harlen, W. (2010) (Ed.). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Version original Gran Bretaña: Ashford Colour Press. Recuperado de <http://innovec.org.mx/home/images/Grandes%20Ideas%20de%20la%20Ciencia%20Español%2020112.pdf>
- Izquierdo, M. García-Martínez A.G., Quintanilla, M., & Adúriz-Bravo, A. (2016), *Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. [http://laboratoriogrecia.cl/wpcontent/uploads/2016/09/historia\\_filosofia\\_y\\_didactica\\_de\\_las\\_ciencias\\_aportes\\_para\\_la\\_formacion\\_del\\_profesorado\\_de\\_ciencias.pdf](http://laboratoriogrecia.cl/wpcontent/uploads/2016/09/historia_filosofia_y_didactica_de_las_ciencias_aportes_para_la_formacion_del_profesorado_de_ciencias.pdf)
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*, 3-27. Springer Science & Business Media.
- Orlandi, E. (2014). *Análisis de Discurso: principios y procedimientos*. Santiago, Chile: LOM ediciones.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: España: Ediciones Morata.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Mateos, M., & Pérez Echeverría, M. D. P. (2006). *Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*, (12), 29-54.
- Ramírez-Peña, L. A. (2007). *Comunicación y discurso. La perspectiva polifónica en los discursos literario, cotidiano y científico*. Bogotá, Colombia: Magisterio.
- Ramírez-Peña, L. A. (2008). Polifonía y dialogismo en el discurso. *Hechos y proyecciones del lenguaje*. (16-17), 128-147. Recuperado de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rheprol/article/view/789/988>
- Rodríguez, G. R., Gil, F. J., & García, J. E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga, España: Ediciones Aljibe.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2016). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Van Eemeren, F. H. (2012). *Maniobras estratégicas en el discurso argumentativo*. Madrid, España: Plaza y Valdés Editores.
- Van Eemeren, F. H., Wolf, K., Santibáñez, C., & Editores, P. (2019). *La teoría de la argumentación: Una perspectiva pragmatológica*. Lima, Perú: Palestra Editores.
- Van Eemeren, F. H. (2013). *Los actos de habla en las discusiones argumentativas: un modelo teórico para el análisis de discusiones orientadas hacia la resolución de diferencias de opinión*. Santiago de Chile, Chile: Universidad Diego Portales.
- Van Eemeren, F. H., & Grootendorst, R. (2007). *Argumentación, comunicación y falacias. Una perspectiva pragmatológica*. Santiago de Chile, Chile: Chili Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Van Eemeren, F., & Houtlosser, P. (2008a). Breve esquema del enfoque pragmatológico. *En La argumentación hoy. Encuentro entre perspectivas teóricas* (pp. 55-81). Barcelona, España: Montesinos.
- Van Eemeren, F. H., & Garssen, B. (Eds.). (2008). *Controversy and confrontation: Relating controversy analysis with argumentation theory* (Vol. 6). Amsterdam, The Netherlands: John Benjamins Publishing.
- Van Eemeren, F. H., & Garssen, B. (Eds.). (2012a). *Topical themes in argumentation theory: twenty exploratory studies* (Vol. 22). Amsterdam, The Netherlands: Springer Science & Business Media.

Van Eemeren, F. H. (2015). Del modelo ideal de discusión crítica al discurso argumentativo situado. La evolución paso a paso de la teoría pragmatológica de la argumentación. En Carretero, F. L. *Argumentación y pragma-dialéctica. Estudios en honor a Frans van Eemeren*. (pp. 20-38). Guadalajara, México: Editorial Universitaria-Libros UDG.

Vasilachis De Gialdino, V. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona, España: Gedisa, 42-50.

**Recibido em:** 27.08.2023

**Aceito em:** 03.03.2024