



Enseñanza de la argumentación en básica primaria: estudio de caso sobre las perspectivas del concepto germinación de semillas

Daniel Adrián Zapata*
Francisco Javier Ruiz-Ortega**


Zapata, D. y Ruiz-Ortega, F. J. (2020). Enseñanza de la argumentación en básica primaria: estudio de caso sobre las perspectivas del concepto germinación de semillas. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 16 (2), 67-89.

Resumen

Objetivo: Se presenta una propuesta para la enseñanza de la argumentación en básica primaria como alternativa para la co-construcción de los modelos conceptuales a partir de la interacción discursiva entre maestro y estudiantes. **Método:** El estudio se realizó con estudiantes de quinto grado de educación básica primaria, en una sede rural de una institución en Colombia. La información obtenida se analizó mediante análisis del contenido, teniendo en cuenta dos aspectos: el patrón temático y el patrón estructural, en el análisis estructural de los textos argumentativos, orales y escritos, elaborados por los estudiantes. **Resultados.** En relación con lo estructural los niveles de mayor frecuencia estuvieron ubicados en el 1, 2 y 3; y, frente a lo temático, se logró identificar la notable influencia del contexto familiar, sus prácticas de siembra y cultivo de la región. **Conclusiones:** Se encontró un avance significativo en el aprendizaje del concepto germinación y la apropiación de la estructura del texto argumentativo, lo que sugiere una manera de abordar la enseñanza de la argumentación en la básica primaria.

Palabras clave: argumentación, educación primaria, secuencia didáctica, modelos conceptuales, texto argumentativo.

* Magíster en enseñanza de las ciencias. E-mail: adrian.zapata@udea.edu.co.  orcid.org/0000-0003-0405-309X. **Google Scholar**

** Docente Universidad de Caldas- Doctor en didáctica de las ciencias exactas y las matemáticas - Investigador en el Programa Reconstrucción del tejido social en zonas de post-conflicto en Colombia, con código de la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados 2012917. E-mail: francisco.ruiz@ucaldas.edu.co.  orcid.org/0000-0003-1592-5535. **Google Scholar**

Recibido: 22 de marzo de 2019. Aceptado: 20 de agosto de 2019



Teaching argumentation in elementary school: A case study on the perspectives of the seed germination concept

Abstract

Objective: A proposal for the teaching of argumentation in elementary school is presented as an alternative for the co-construction of conceptual models based on the discursive interaction between teacher and students. **Method:** The study was conducted with fifth grade students in a rural educational institution in Colombia. The information obtained was analyzed through content analysis, considering two aspects: the thematic pattern and the structural pattern in the structural analysis of the oral and written argumentative texts prepared by the students. **Results:** Regarding the structural pattern, the highest frequency levels were located in 1, 2 and 3 and; concerning the thematic pattern, it was possible to identify the noticeable influence of the family context, their sowing and cultivation practices in the region. **Conclusions:** A significant advance was found in the learning of the germination concept and the appropriation of the structure of the argumentative text, which suggests a way of approaching the teaching of argumentation in the elementary school.

Key words: argumentation, elementary education, didactic sequence, conceptual models, argumentative text.

Introducción

La argumentación, por muchos años, viene considerándose como una actividad de carácter epistémico, es decir, que contribuye al desarrollo del pensamiento científico, a la construcción de conocimiento científico escolar. Sin embargo, varios autores identifican la dificultad de esta competencia en los escenarios escolares, por ejemplo, Sanmartí, Sardà y Pipitone (2000) exponen que una de esas dificultades tiene que ver con los denominados patrones temático y estructural, lo que hace necesario que, además de enseñarse explícitamente a argumentar en clase de ciencias, se requiera que los estudiantes comprendan su significado y las posibles relaciones de orden funcional que se pueden establecer entre ellos.

Los pocos antecedentes en investigación sobre la enseñanza de la argumentación en básica primaria (López y Jiménez, 2007; Ruiz, 2007; Ruiz, Tamayo y Márquez, 2015; Zapata y Ruiz, 2016; Blanco, 2015; Walker, Sampson, Southerland & Enderle, 2016; Jiménez, Álvarez y Lago, 2017) respaldan la relevancia del diseño de propuestas para fortalecer la competencia argumentativa en el nivel de formación inicial de los estudiantes y poder, de esta manera, desmitificar la creencia de que los niños son incapaces de presentar argumentos que impliquen conocimientos científicos.

Se conoce además, que poner énfasis en la enseñanza de la argumentación en ciencias es aportar el desarrollo de pensamiento crítico y, con ello, permitir la construcción conjunta de comprensiones y conocimiento científico escolar (Ruiz et al., 2015).

Desde lo anterior, es valioso destacar que es en la interacción social de los sujetos, en los procesos de discusión dialógica y dialéctica, donde se ubica a la argumentación como actividad epistémica y, para ello, se ha planteado como objetivo central de la investigación, identificar cómo la incorporación de la argumentación en el aula de ciencias aporta al aprendizaje del concepto germinación de semillas. En este sentido, se construyó una propuesta de enseñanza sustentada en los procesos argumentativos, como herramienta didáctica que pueda servir de orientación para promover la argumentación en escenarios de la educación básica primaria.

En los apartados siguientes, primero se expone una breve discusión sobre la importancia de fortalecer la competencia argumentativa en la enseñanza de los conceptos científicos, para luego describir la propuesta con elementos relacionados con los dos patrones descritos; finalmente, se presenta los aspectos pilares destacados en el modelo para enseñanza de la argumentación, propuesto por Ruiz et al. (2015) y aplicados en la construcción de la intervención didáctica para estudiantes de quinto de básica primaria en un contexto rural de Colombia.

Enseñar a argumentar: implicaciones didácticas

Ubicarse en la argumentación es asumir de un lado, que argumentar en ciencias es innegablemente una posibilidad importante para acercar la ciencia a los contextos cotidianos de los estudiantes (Duschl & Ellebogen, 2009; Erduran, Simon & Osborne, 2004; Henao y Stipich, 2008; Hurtado, 2006; Jiménez-Aleixandre, 2009-2010;

Kuhn, 1993); y, de otro lado, es aceptar que en su desarrollo se puede mostrar, a la ciencia, como un proceso inacabado, dinámico y susceptible de confrontación (Izquierdo, 2006; Larraín, 2007; Lemke, 1990; McDonald & McRobbie, 2012; Márquez, 2012). Se asume además, que la argumentación en ciencias es una práctica social, impregnada por el uso de múltiples lenguajes y representaciones y, por la intención que mueve a los participantes a involucrarse en un proceso de debate, de contrastación de sus saberes y experiencias. Por lo tanto, promover o desarrollar la argumentación en el aula de ciencias, requiere, entre otras cosas, de la problematización del conocimiento, de la creación de contextos escolares ricos en elementos discursivos, que permitan identificar modelos científicos escolares que tienen nuestros estudiantes y que serán el pretexto ideal para construir debates y escenarios adecuados para la co-construcción del conocimiento científico escolar.

Esta visión, como lo manifiestan Ruiz et al. (2015), demanda del docente la comprensión de al menos tres aspectos centrales: conceptual, epistémico y didáctico. En el primero, es relevante que se asuma que argumentar en ciencias es un proceso dialógico, situado y con carácter multimodal; en el segundo, se debe asumir que la argumentación es una actividad epistémica propia de los procesos de construcción del conocimiento científico; y en el tercero, es importante aceptar que el carácter dialéctico de la argumentación, exige la creación de escenarios rodeados de confianza que permitan el desarrollo de las discusiones y trabajos grupales. La figura 1 ilustra los aspectos antes mencionados.

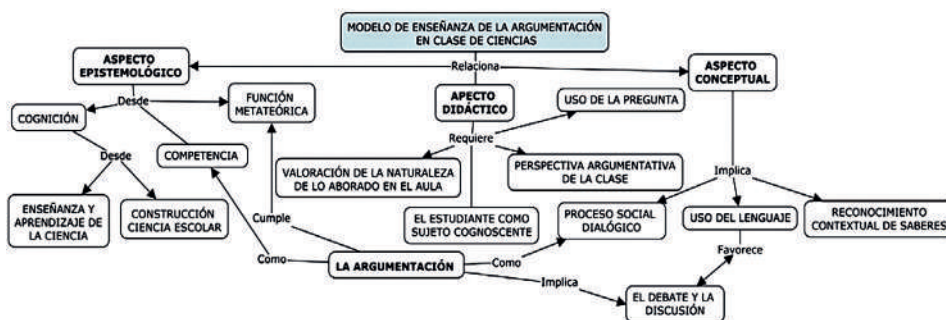


Figura 1. Aspectos pilares para sustentar el modelo de enseñanza de la argumentación en la clase de ciencias.

Fuente: Elaboración de los autores.

Finalmente, el último componente que sustenta el desarrollo de la investigación se identifica en Sanmartí et al. (2000), quienes asumen que lograr desarrollar la argumentación en ciencias exige, además de plantearla explícitamente como propósito en las programaciones de aula, trabajar de manera conjunta los patrones estructural y conceptual de los discursos elaborados por los estudiantes.

La germinación de semillas: un pretexto para el desarrollo de procesos argumentativos

La investigación, como se manifestó, se desarrolló en un contexto rural, y el tema seleccionado, la germinación de semillas se convirtió en un excelente pretexto para profundizar no sólo en un fenómeno contextual, sino también para conocer cómo el componente cultural que rodea la vida cotidiana de los estudiantes, puede incidir en sus concepciones previas, en sus modelos conceptuales sobre este fenómeno en particular, como por ejemplo, asumir que la germinación es un proceso afectado por la influencia de las fases lunares. Creencias que, sin duda, configuran un tipo de modelo que les permite a los estudiantes explicar el proceso y, a partir de este, abordar el modelo conceptual propuesto desde la fisiología vegetal. El modelo conceptual al que se refiere este documento, recoge los aspectos intrínsecos y extrínsecos relacionados con la germinación descritos en Olvera, López y Tamayo (2014), adaptado a los niveles de generalidad y de abstracción propios de la edad de los estudiantes de básica primaria, en los que, aspectos como el metabolismo y la respiración celular no son tenidos en cuenta.

Configuración del modelo sobre el concepto germinación de semillas

Para la configuración del modelo de germinación se tuvieron en cuenta aspectos como: factores internos y externos que condicionan la emergencia de la radícula, evento que indica que la germinación ha tenido lugar (Pita y Pérez, 1998; Olvera, et al., 2014); las etapas en las que ocurre el proceso (imbibición, aprovechamiento de nutrientes y ruptura de la testa); y, por último, las perspectivas conceptuales que orientan la relación entre estos elementos: la agronómica, ampliamente difundida en el sector agropecuario o la fisiológica modelo propuesto desde la biología (figura 2).

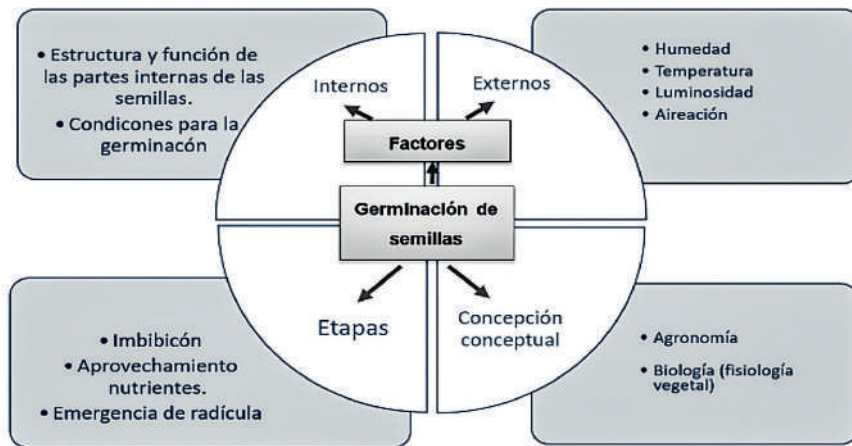


Figura 2. Representación gráfica del modelo sobre el concepto germinación de semillas (Ruiz, Tamayo y Márquez, 2015; Zapata y Ruiz, 2016).

Fuente: Elaboración de los autores.

Finalmente, es importante precisar que para el caso del modelo abordado en la básica primaria, los factores que lo configuran se consideran a partir de la germinabilidad que sugiere concepciones descriptivas-cualitativas, en las que los aspectos metabólicos no son tratados de manera directa o experimental.

Método

La investigación cualitativa utilizó como método el estudio de caso intrínseco (Stake, 1998), con un alcance descriptivo-interpretativo apoyado en el análisis de contenido cualitativo, que se hace tanto para el patrón temático como para el patrón estructural. Este análisis se desarrolla en dos vías: la primera inductiva, parte de los datos; y la segunda, deductiva, que intenta ubicar, desde las categorías conceptuales del tema abordado las respuestas de los estudiantes. La investigación se desarrolló con seis estudiantes del grado quinto de educación básica primaria, ubicada al norte del departamento de Antioquia, Colombia. Es importante anotar que se trabajó en aulas multigrado y que, de los seis estudiantes que conforman el grado quinto, se eligieron, bajo criterios conceptuales de participación, exposición y contrastación de sus saberes, dos estudiantes, a quienes se los llamó: Luna y Eduardo. En este documento se discute, en profundidad, el caso de Luna.

La recolección de la información se desarrolló en dos momentos:

- *Momento inicial o caracterización.* En este momento se aplicó un cuestionario diseñado bajo la estrategia didáctica de estudio de caso (Bernal, 2006), fueron 8 los casos construidos y aplicados. El cuestionario fue validado mediante juicio de expertos y prueba piloto. La segunda fuente de información fue el escenario de discusión creado, en el cual los estudiantes contrastaron sus saberes y respuestas elaboradas para cada caso expuesto.
- *Momento final.* Se dio después de la aplicación de la secuencia didáctica (13 sesiones de clase, anexo 1). En este momento se aplicó nuevamente el cuestionario inicial y se desarrolló el segundo grupo de discusión planteado a partir de la estrategia de juego de roles.

La información de los grupos de discusión se recogió en audio y transcribió siguiendo la propuesta de Candela (2001) y Ruiz et al. (2015). Antes se mencionó que el análisis de contenido se aplicó para los patrones temático y estructural de las respuestas de los estudiantes. El análisis del patrón estructural (concepto, etapas y factores que condicionan la germinación) permitió configurar los modelos conceptuales expresados por los estudiantes (Zapata y Ruiz, 2016; Ruiz et al., 2015) y, el análisis del patrón estructural (estructura del texto elaborado oral y escrito) permitió, de un lado, la identificación de la estructura argumentativa de los textos orales (grupos de discusión) y escritos (cuestionario) y, de otro lado, la ubicación, en niveles argumentativos, de cada caso estudiado (Ruiz et al., 2015). Para la estructura de los argumentos se tuvo en cuenta la propuesta de Sanmartí y Sardà (2000), quienes reconocen, la existencia de tres componentes fundamentales: afirmación, justificación y conclusión, que pueden ubicarse en niveles argumentativos (tabla 1).

Tabla 1. Niveles argumentativos (Sanmartí y Sardá, 2000).

| Nivel | Característica |
|-------|--|
| 5 | Textos constituidos por hechos o afirmación, justificación (apoyada en protoargumentos, contraargumento o fundamentación) y conclusión |
| 4 | Textos constituidos por afirmación, justificación y conclusión. |
| 3 | Textos constituidos por afirmación, justificación y conclusión, sin conexión entre ellos |
| 2 | Textos constituidos por dos de los tres componentes, con relación entre ellos |
| 1 | Textos constituidos por dos de los tres componentes, sin relación entre ellos |

Análisis de resultados

El análisis que se expone a continuación presenta la interpretación de los resultados iniciales y finales de Luna, nombre ficticio puesto a una de las estudiantes. Estos análisis se acompañarán de fragmentos de las discusiones. En su orden, se presentarán los modelos conceptuales sobre germinación o patrón temático y luego la estructura argumentativa o patrón estructural.

En relación con lo temático. Varios aspectos caracterizan el modelo conceptual agronómico de Luna, en donde es notable la influencia del contexto familiar, sus prácticas de siembra y cultivo de la región.

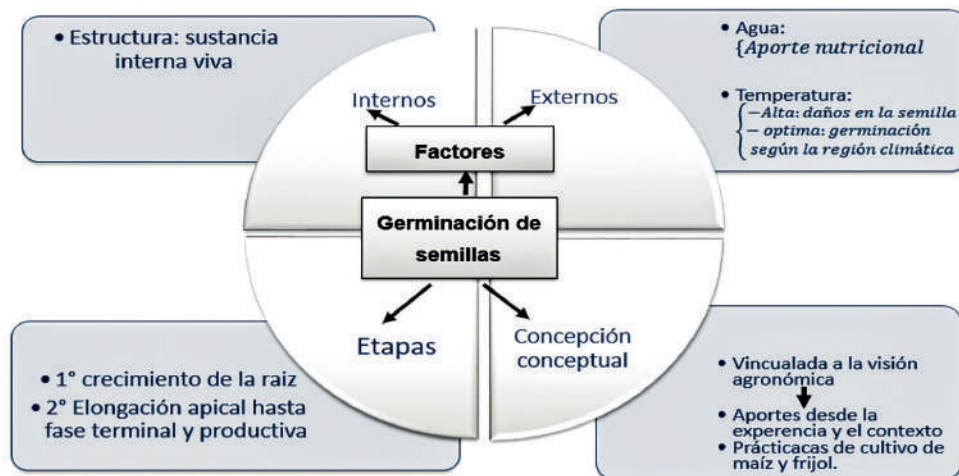


Figura 3. Representación del modelo inicial de Luna sobre el concepto de germinación.

Fuente: Elaboración de los autores.

En los siguientes párrafos se ejemplifica, desde las respuestas dadas por Luna en los debates, algunas de las evidencias que permitieron la construcción esquematizada en la figura 3.

En primer lugar, el concepto de germinación que para Luna es un “proceso”:

- 249 L:** Yo creo que la germinación es un proceso que sufren las plantas para que
250 les crezca la raíz, el tallo, las hojas y los frutos

550 y cuando la planta termina llega a un lugar que ya no puede crecer más creo que ahí

551 es donde termina ** la germinación

El concepto de germinación como proceso se ratifica en su ilustración y en el segundo fragmento registrado de sus discusiones, en estos datos, es fundamental el reconocimiento del papel que cumplen las raíces antes de la emergencia del tallo (figura 4).

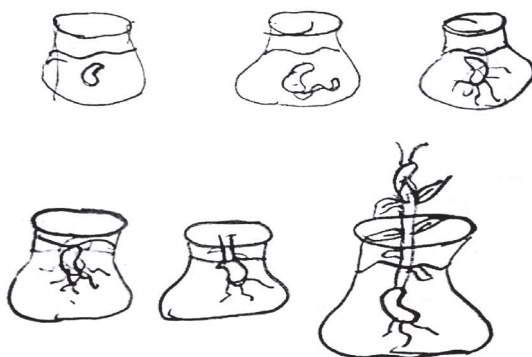


Figura 4. Representación gráfica inicial del proceso de germinación realizada por Luna.

Fuente: Elaboración de uno de los estudiantes.

220 Mo: Ah bueno, pero usted describe ahí que lo primero que nace sería entonces las raíces

221 L: Las raíces

550 y cuando la planta termina llega a un lugar que ya no puede crecer más creo que ahí

551 es donde termina ** la germinación

Si bien estos elementos coinciden con la perspectiva planteada por Curtis (2013), sí hay un aspecto que se distancia de dicha perspectiva y es, precisamente, que para Luna, la emergencia de las raíces es un evento que sucede después de la germinación, distinto a lo que propone la autora, para quien esto se da dentro de la semilla.

Existe un segundo aspecto que es importante resaltar en el modelo conceptual de Luna, la temperatura. Para ella, este factor es determinante en el proceso de germinación: *Las plantas no germinan porque en Santa Rosa no hace demasiado calor para que germinen las semillas puedan germinar porque las trajo de Santa Fe de Antioquia y allá hace mucho calor*. Expresiones como: *y allá hace mucho calor*, reflejan también su comprensión sobre la relación de dicho factor con las características de las regiones.

El tercer factor expuesto por Luna en su modelo se refiere al agua: *yo creo que María no notó nada porque ese tipo de plantas sufren un proceso muy lento o la tierra se secó o no le echó agua*. Si bien este factor es indispensable y se logra identificar en su expresión, también es importante manifestar que su relación se da a los procesos nutricionales de la planta y no a la etapa de hidratación o imbibición.

132 L: Estaba humedecido por agua

133 Mo: Sí

134 L: y el agua trae muchos nutrientes entonces eso fue lo que le ayudó a la planta de frijol

135: L: para que creciera

En relación con el patrón estructural. El análisis realizado a la información obtenida muestra que los textos construidos por Luna, se ubican en niveles 1, 2 y 3. Muy pocos de ellos lograron mostrar elementos argumentativos propios del nivel 4 y, sólo uno de ellos presentó los criterios para ubicarlo en el nivel 5.

En los textos escritos por Luna y que aparecen en la tabla 2, se identifican algunas partes de orden estructural relacionadas con el texto argumentativo; estas son, principalmente, afirmación, justificación, conclusión y protoargumento. Estos hallazgos permiten destacar, en Luna, habilidades de orden discursivo relacionadas con la manera en la que presenta sus respuestas, ya que no se limita solo a dar una afirmación o conclusión, sino que trata de justificar dichas afirmaciones a partir de sus modelos conceptuales sobre la germinación.

Tabla 2. Respuestas elaboradas por Luna luego de la aplicación del cuestionario inicial.

| Caso | Texto elaborado | Nivel |
|---|---|-------|
| <p>María colocó un frijol en un frasco con tierra y todos los días, durante un mes estuvo observándolo para ver qué sucedía, sin embargo, no notó nada. ¿Por qué crees que sucedió esto?</p> | <p>Texto 1 A-C: Yo creo que María no notó nada J: porque ese tipo de plantas sufren un proceso muy lento o la tierra se secó o no le echó agua. P: Yo un día sembré una planta de arveja; en 12 meses no había nacido</p> | 4 |
| <p>Felipe vive en Santa Rosa de Osos, en las últimas vacaciones estuvo de paseo con su familia en Santa Fe de Antioquia, un municipio donde hace mucho calor. Allí compró tamarindo y guardó las semillas. Cuando regresó a su casa, las puso a germinar en un frasco con algodón y un poco de agua, y lo colocó en un lugar iluminado. Sin embargo, no pasó nada con las semillas. ¿Cómo podrías explicar el que las plantas de tamarindo no hayan nacido en Santa Rosa de Osos?</p> | <p>Texto 2 A-C: Las plantas no germinan J: porque en Santa Rosa no hace demasiado calor para que germinen las semillas puedan germinar, P: porque las trajo de Santa Fe de Antioquia y allá hace mucho calor.</p> | 4 |

En los textos antes expuestos se puede notar lo siguiente: la presencia de afirmaciones (A-C) y de justificaciones (J) y un protoargumento (P). Según la rúbrica utilizada, la presencia de estos elementos permite ubicar los textos en un nivel argumentativo 4. Además, en relación con la coherencia del texto se puede decir que hay una significación global de su concepto, pero se requiere mayor relación entre los elementos estructurales para poder dar mayor solidez a la justificación central que apoya a las afirmaciones.

Ahora, ¿qué sucedió con el patrón temático y estructural después de la intervención? Antes de evidenciar los cambios en estos aspectos, es importante recordar que el sustento que apoya la enseñanza de la argumentación en ciencias tiene tres aspectos según lo expuesto por Ruiz et al, (2015), al que se añade el componente estructural, ya que es fundamental promover mejoras en los niveles argumentativos de los textos orales y escritos construidos por los estudiantes. En la tabla 3, se presenta el análisis realizado a cada uno de los componentes del modelo de enseñanza que permitieron la construcción de la intervención didáctica

Tabla 3. Aspectos analizados para la construcción de la intervención didáctica.

| Aspecto epistemológico | Aspecto conceptual | Aspecto didáctico | Aspecto estructural |
|---|--|---|--|
| Además de la observación y la experimentación es relevante incorporar el lenguaje como elemento propio de la comunicación y el aprendizaje de las ciencias. | Valorar los modelos conceptuales iniciales sobre la germinación como pretexto de discusión y posible transformación. | Proponer situaciones de interacción dialógica, debates y contrastaciones de los saberes. | Reconocer que el contexto forma parte de la construcción de sus argumentos |
| Trabajar la experimentación de manera simultánea con las acciones discursivas para alejarnos de perspectivas empírico- positivistas, de construcción de la ciencia. | Incorporar la discusión sobre el alcance de la visión agronómica construida por los estudiantes y sus implicaciones para la comprensión del concepto de germinación. | Crear un escenario de confianza para que los estudiantes expresen, de manera tranquila y espontánea, sus conceptos y puedan confrontarlos con los de sus colegas. | Consolidar el debate como mecanismo de construcción de justificaciones más sustentadas desde las comprensiones teóricas. |

Fuente: Elaboración de los autores.

En relación con lo temático. En la figura 5 se ilustra el modelo conceptual final de Luna, en este modelo se notan cambios significativos en relación con el primer modelo. Es importante destacar que se mantiene en ella la concepción de ver la germinación como un “proceso”, pero ya hay una relación más consciente de los factores que afectan dicho proceso y que reflejan la integración de perspectivas agronómicas y fisiológicas; con ello, demuestra una mejor comprensión del fenómeno.

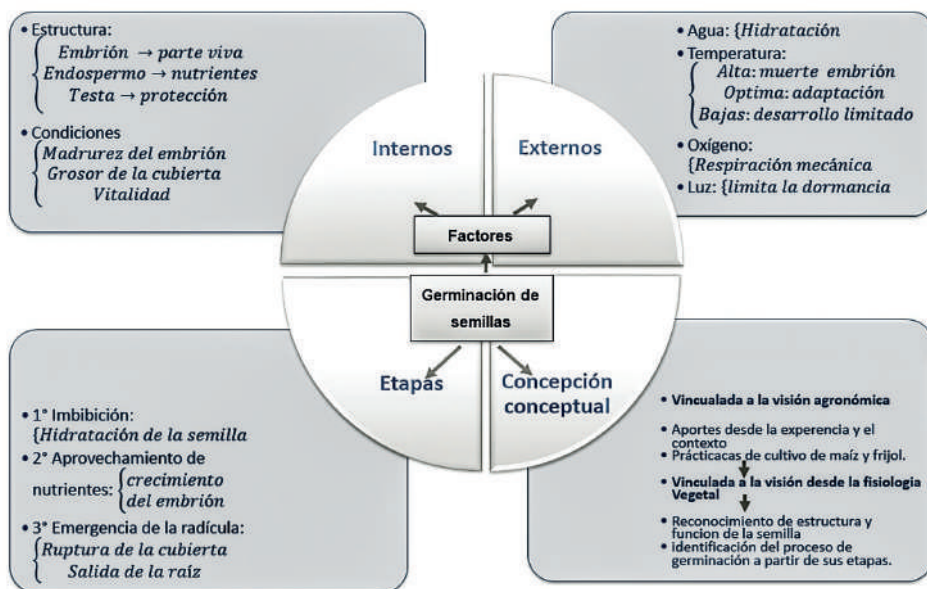


Figura 5. Representación del modelo final de Luna sobre germinación.

Fuente: Elaboración de los autores.

Al igual que se hizo para el modelo identificado en el primer momento, a continuación se exponen evidencias identificadas en las respuestas elaboradas por Luna, que facilitaron la construcción de su modelo.

La primera evidencia se refiere al agua, como factor indispensable para dar inicio al proceso. Es importante recordar que para Luna, en el momento inicial, el agua se consideró factor indispensable en la germinación de la semilla; sin embargo, no hizo una relación explícita con procesos como la imbibición o hidratación. Caso contrario ocurre en esta etapa final del proceso de enseñanza y aprendizaje. En la representación construida por ella (Figura 6), el proceso de imbibición (etapa 1 de la representación gráfica) es ocasionada por el agua, idea ratificada en su expresión: “El agua ahí (.) hace que la primera fase se realice (.) hace que la planta se hidrate”. Para ella, además, esta primera etapa es indispensable para que sucedan las demás etapas del proceso de germinación: “la imbibición es la etapa que despierta al embrión”.

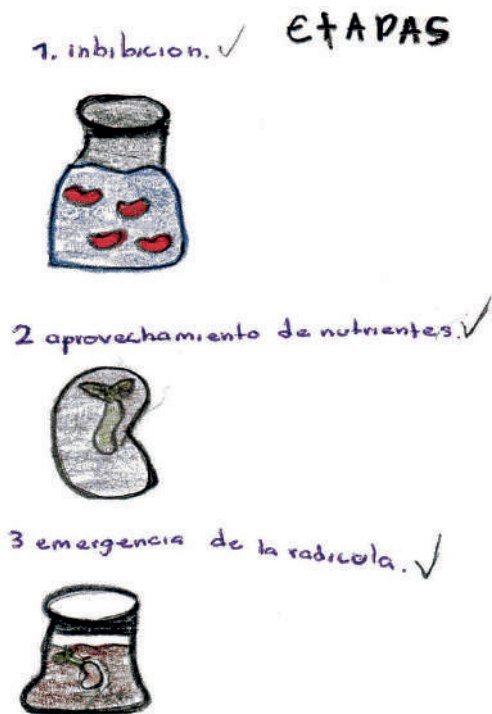


Figura 6. Representación final de la germinación.

Fuente: Elaboración de uno de los estudiantes.

Nótese además que en expresiones como “*Son importantes las lluvias porque la imbibición es la etapa que despierta al embrión*”, o las referidas en las líneas 2-487 y 2-255, Luna destaca el proceso de imbibición o hidratación como factor indispensable para que se pueda dar continuidad al proceso de germinación.

2 – 483 L=> porque todas las semillas necesitan del agua para (.) germinar (2) por ejemplo

2 – 484 necesitan el agua para poder germinar (.) porque estas etapas no solamente las

2 – 485 tiene el frijol y el maíz (.) las tienen todas las semillas que pueden existir (2)

2 – 486 aquí hay semillas y ellas no han germinado porque no han tenido el agua

2 – 487 E: [imbibido]

...

- 2 – 254 Mo: Bueno (.) entonces, ¿cuál era la función del agua ahí?
2 – 255 L: El agua ahí (.) hacer que la primera fase se realice (.) hacer que la planta se hidrate

La explicación que Luna da a la segunda etapa “aprovechamiento de nutrientes”, manifiesta dos aspectos importantes. En primer lugar, la ubicación de esta etapa en el endospermo de la semilla: *“la semilla se hidrató y comenzó a aprovechar los nutrientes que contiene en el endospermo”*. En segundo lugar, el crecimiento dentro de la semilla de una pequeña planta como terminación de la etapa y preámbulo del inicio de la tercera etapa, denominada por ella *“la emergencia de la radícula”*. En esta última etapa, Luna ya expone una visión más clara de lo que es la germinación *“la germinación se da cuando la radícula rompe la testa o la cubierta”*, criterio reconocido como indispensable en este proceso desde la fisiología vegetal (Pita y Pérez, 1998; Olvera et al., 2014).

La segunda evidencia identificada en el modelo conceptual final de Luna, se refiere a las estructuras fundamentales descritos en la fisiología vegetal: la cubierta, el endospermo y la pequeña plántula y; junto a esto, la relación entre ellos. Al respecto, Luna describe que *“Las semillas tienen en común unas partes llamadas: la parte más importante de una semilla es el embrión, el endospermo y la testa o cubierta”*. En su descripción, Luna tiene en cuenta algunas funciones y características particulares de dichas estructuras como condición indispensable para lograr que el proceso pueda realizarse: *“La semilla obtuvo los nutrientes del endospermo”* o que *“para que puedan germinar las partes de una semilla tienen que estar en buen estado para que pueda germinar si(.) si (.) si... el endospermo de esta semilla está malo no hay germinación”*. Como puede notarse, Luna hace referencia al “buen estado” con las condiciones internas del embrión, con su madurez (línea 2-856 y 2-857) y con la importancia de la primera etapa ilustrada en su representación gráfica: la imbibición.

- 2 – 854 Mo: eso si (.) por ejemplo si el embrión está inmaduro o no ha crecido del todo (.)
2 – 855 no se ha desarrollado bien
2 – 856 L: le entra el agua (.) el embrión se puede ahogar (.) porque todavía no está lo
2 – 857 suficiente maduro para estar en contacto con agua

La tercera evidencia de cambio para Luna, en su perspectiva conceptual y por ende en la comprensión del fenómeno, es la referencia a la temperatura como factor determinante del proceso: *“No han nacido porque en Santa Rosa hace frío y en Santa fe hace calor, la semilla de tamarindo no se adaptó a la temperatura de Santa Rosa por eso no germinó, por ejemplo el mango no germina en Santa Rosa pero sí en Medellín”*. Situación que se ratifica cuando Luna plantea que las altas temperaturas pueden afectar las células de la semilla e imposibilitar el proceso germinativo de la misma: *“No le germinó porque el maíz ya lo había hervido, entonces sus células murieron por sentir agua caliente”*. Con ello, hay un indicador más de cómo Luna va mejorando su comprensión del fenómeno al asignarle “vida” al embrión desde la constitución celular de esta estructura.

Ahora, si bien la intervención didáctica no profundizó en la discusión del factor “oxígeno” durante el proceso de germinación, Luna sí expuso en sus declaraciones, algunas referencias importantes para dicho proceso (en sus palabras “ahogamiento”). Para ella, existen dos situaciones concretas que podrían imposibilitar el paso de oxígeno dentro de la semilla; la primera, las capas de tierra: *“María hizo un hueco muy hondo y la semilla no recibió oxígeno, por esa razón Murió”*. Y, la segunda; la cantidad de agua:

2 – 74 E: Porque si le echó mucha

2 – 75 E: se ahogaba

La referencia de la importancia del oxígeno en la germinación puede asociarse por Luna con el proceso mecánico de intercambio gaseoso, que aunque no se corresponde con el intercambio gaseoso para realizar el proceso de respiración celular, representa una explicación básica acorde con el nivel de formalización requerido para el grado.

Un elemento indispensable que debe valorarse en este proceso de enseñanza y aprendizaje se describe en el siguiente fragmento registrado en sus intervenciones:

- 2 – 164 Mo: qué ha pasado con esa concepción o con esa idea que usted tenía al principio
 2 – 165 ¿cierto? usted ya qué considera por que (.) ¿ha cambiado? Cambió o usted
 2 – 166 ¿todavía sigue creyendo que tienen una agüita?
 2 – 167 L: ¡No! Yo ya cambié porque con todo lo que he aprendido (1) yo ya creo que eso
 2 - 168 no es lo que tienen las semillas por DENTRO
 2 – 169 Mo: ujum...
 2 – 170 L: entonces ya cambié de opinión

Nótese que el factor de cambio de sus perspectivas iniciales sobre el fenómeno (líneas 2-164 a 2-170) se ubica precisamente en el reconocimiento del aprendizaje obtenido durante el proceso de intervención. Con ello, se refleja cómo el proceso de reflexión sobre sus mismas concepciones es un motor que potenció aprendizajes más profundos sobre los fenómenos abordados en el aula.

En relación con lo estructural. Al igual que para el aspecto temático, en lo estructural también hubo cambios importantes que demuestran la comprensión del concepto. En el primer momento, pocos textos se ubicaron en el nivel 5, contrario a lo que se presentó al final del proceso, en donde el nivel argumentativo, más común de Luna, fue el 5.

Tabla 4. Estructura argumentativa final.

| Caso | Texto elaborado | Nivel |
|--|--|-------|
| María colocó un frijol en un frasco con tierra y todos los días, durante un mes estuvo observándolo para ver qué sucedía; sin embargo, no notó nada. ¿Por qué crees que sucedió esto? | Texto escrito 1 A: Yo creo que a María no le germinó el frijol J: porque ella no le echó la suficiente agua o F: María hizo un hueco muy hondo y la semilla no recibió oxígeno, por esa razón murió. C: En conclusión, a María no le germinó porque ella no tuvo en cuenta las condiciones externas de una semilla. | 5 |

| Caso | Texto elaborado | Nivel |
|--|--|-------|
| <p>Nº 10 Fragmento o situación que propicia el texto: Juego en el que los estudiantes son agricultores y una empresa llega a ofrecerles semillas modificadas para germinar más rápido, pero traen algunas consecuencias para la salud de las personas, con el consumo frecuente.</p> | <p>Texto oral Bueno señor (.) eh yo en mi opinión A: yo no compro esas semillas (1) J: porque yo soy honesta (1) P: entonces si yo (.) yo puedo poner a germinar las semillas que usted me vendió (2) y yo las pongo a germinar (.) las puse a germinar hoy y mañana ya me han germinado (.) entonces para eso (.) yo les eché muy poquita agua y me germinaron aun así (1) y... entonces yo se las vendo a mis amigos o a las personas o para mi consumo (2) yo las voy a consumir a diario porque de eso vivimos y yo las voy a consumir y eso me va a traer enfermedades (.) pero una ventaja G: pero de pronto yo me pongo a venderlas y gano mucha plata porque tengo las cosechas más rápido que las demás personas (.) entonces eso me va a traer dinero a mí (2) pero yo soy honesta (.) entonces yo (.) yo no voy a revelar su secreto (1) C: yo no las voy a comprar (.) en conclusión (2) porque esto yo (.) si las siembro (3) así se demore más para crecerme una semilla normal yo soy honesta entonces es lo mismo (.) Para mí es lo mismo y no le voy a comprar sus semillas.</p> | 5 |

Fuente: Elaboración de los autores.

Algunos cambios notables en los dos textos argumentativos construidos por Luna permiten interpretar, de un lado, la apropiación discursiva de los elementos que conforman el texto argumentativo y; de otro lado, la comprensión más profunda del concepto. En ellos, se puede evidenciar la presentación explícita de conclusiones (C) y justificaciones (J) que tienen una coherencia sólida entre ellas, aspecto no identificado en el primer momento. Otro componente importante en los textos expuestos en la tabla anterior, tienen que ver con la presencia de conectores que, además de facilitar la identificación de los componentes estructurales del texto, también pueden ilustrar sobre el uso de refutaciones o razones que amplían la comprensión conceptual de la estudiante.

Conclusiones

El análisis del caso presentado, a partir de los episodios orales y los textos escritos suscitados por situaciones concretas sobre la germinación de semillas, permiten ratificar la pertinencia, primero, de la enseñanza de la argumentación en ciencias en el contexto de la básica primaria y, segundo, la pertinencia de promover desarrollos tanto en el patrón temático como estructural; esto, porque:

- En relación con el patrón temático tras la intervención didáctica, fue posible un cambio en la perspectiva inicial de Luna, caracterizada por una visión agronómica a una perspectiva de la germinación cercana a la propuesta desde la fisiología vegetal. En la primera, la explicación que da cuenta de su posición es, sin duda, el contexto, las prácticas de siembra y cosecha que se practican cotidianamente en su entorno y que van consolidando, en el sujeto, obstáculos de orden epistémico y ontológico que pueden dificultar el proceso de aprendizaje y comprensión de los fenómenos. En la segunda perspectiva, caracterizada por la relación bioquímica de estructuras orgánicas como la cubierta, el endospermo o el embrión y de factores externos de naturaleza física como el agua, la temperatura o el oxígeno; la explicación se sustenta en haber sido posible identificar los obstáculos de orden epistémico y ontológico del sujeto y, posteriormente, su incorporación en la intervención como focos de atención y tratamiento didáctico.
- En lo estructural, el cambio obtenido en este proceso se dio cuando los estudiantes lograron incorporar a sus estructuras lingüísticas, elementos fundamentales que dan sentido y coherencia a los textos construidos; en definitiva, se logró que Luna utilizara en sus discusiones: fundamentos, ejemplos y refutaciones; indispensables para enriquecer los debates, para facilitar la toma de posturas teóricas, para lograr acuerdos y, también, para lograr comprensiones más profundas sobre lo abordado en el aula.
- En la relación con la aplicación conjunta del patrón estructural y temático, se encontró una correspondencia entre los aportes de cada uno para alcanzar los propósitos establecidos. Esto porque, el concepto germinación de semillas se configuró como un escenario para propiciar acciones argumentativas a partir de elementos contextuales, con un fuerte valor cultural, y elementos desde la biología que llevaron a los estudiantes a la confrontación de ideas y conceptos, la negociación de algunos elementos, como el modelo de semilla y la construcción de textos argumentativos para defender y presentar razones sobre el conjunto de fenómenos relacionados con el concepto; y por lo tanto, la argumentación se convirtió en una estrategia propicia para orientar a los estudiantes hacia la reconstrucción del concepto a través de la interacción discursiva entre maestro y estudiantes y entre los estudiantes mismos, implicando espacios de discusión y negociación en el aula.

- Así mismo, abordar la enseñanza de la argumentación en la clase de ciencias en básica primaria y más aún en el contexto rural, representa un referente para la planificación de otras estrategias en las que se dé la inclusión de manera explícita, de asuntos propios del lenguaje; lo cual permita hacer frente a las dificultades relacionadas con las creencias de que los niños no son capaces de presentar razones para defender ideas, el uso del lenguaje propio de la ciencia y la comprensión de su naturaleza, en donde la argumentación nos resulta de gran ayuda.

Referencias bibliográficas

- Bernal, C. A. (2006). *Metodología de la investigación para la administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. México: Pearson Educación.
- Blanco, P. (2015). *Modelización y argumentación en actividades prácticas de Geología en secundaria* (tesis doctoral). Universidad de Santiago de Compostela, España. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=122883>
- Candela, A. (2001). *Ciencia en el aula, los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México: Paidós.
- Courtis, A. C. (2013). *Germinación de semillas, cátedra y fisiología vegetal*. Recuperado de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>
- Duschl, R. & Ellenbogen, K. (2009). Argumentation and Epistemic Criteria: Investigating Learners' Reasons for Reasons. *Educación Química*, 20 (2), 111-118.
- Erduran, S., Simon, S. & Osborne, J. (2004). *TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse*. Wiley InterScience. Recuperado de <http://eprints.ioe.ac.uk/654/1/Erdurane2004TAPing915.pdf>
- Goetz, J. P. y LeCompte M. D. (1984). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.
- Henao, B. y Stipich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 47-62.

- Hurtado, R. (2006). *La argumentación en la escuela primaria*. Recuperado de <http://www.palabrario.com/descargas/Argumentacion.pdf>
- Izquierdo, M. (2006). Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 867-882.
- Jiménez-Aleixandre, M. (2009). *La dimensión dialógica del lenguaje*. Recuperado de <http://www.geocities.com/estudiscurso/martinez1.html>
- Jiménez-Aleixandre, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona, España: Graó.
- Jiménez Aleixandre, M., Álvarez Pérez, V. y Lago Lestón, J. (2017). La argumentación en los libros de texto de ciencias. *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 36, 35-58. Recuperado de <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7232>
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, 319-337.
- Larraín, S. (2007). *Condiciones retóricas y semióticas en el proceso de auto-argumentación reflexiva* (tesis doctoral). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. Recuperado de <http://psicologia.uahurtado.cl/alarrain/wp-content/uploads/2007/12/tesis-doctoral.pdf>
- Lemke, J. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood: Ablex Publishing Company.
- López, R. y Jiménez, M. P. (2007). ¿Podemos cazar ranas? calidad de los argumentos de alumnado de primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3), 309-324.
- McDonald, C. & McRobbie, C. (2012) Utilising Argumentation to Teach Nature of Science. En Fraser, B., McRobbie, C. & Tobin, K. (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 969-985). New York: Springer International Handbooks of Education.
- Márquez, C. (2002). *La comunicación multimodal en la enseñanza del ciclo del agua* (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona, España.
- Olvera, M., López-Mota, Á. y Tamayo, O. (2014). Intervención didáctica basada en la postulación de un modelo de germinación a alcanzar con estudiantes universitarios resultados preliminares. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. núm. extraordinario, 771-780.

- Pita-Villamil, J. M. y Pérez-García, F. (1998). Germinación de semillas. *Revista electrónica Hojas divulgadoras*, 2090, 1-20.
- Romero-Chacón, Á. et al. (2013). *La argumentación en la clase de ciencias: aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Ruiz Ortega, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60.
- Ruiz, F., Tamayo, O. y Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, 41(3), 629-646.
- Ruiz Ortega, F. J. y Zapata Mira, D. A. (2016). Modelos conceptuales sobre germinación de semillas: el caso de dos estudiantes de quinto grado de educación básica primaria. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*: TED. Año 2016, Número Extraordinario. Memorias, Séptimo Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias.
- Sanmartí, N. y Sardà, A. (2000). Enseñar a argumentar científicamente, un reto en las clases de ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.
- Sanmartí, N., Pipitone, C. y Sardà, A. (2009). "Argumentación en clases de ciencias". *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 1709-1714.
- Stake, R.E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid, España: Morata.
- UNESCO. (2012). *Education for Sustainable Development Sourcebook*. France: ONU.
- Walker, J. P., Sampson, V., Southerland, S. & Enderle, P. J. (2016). Using Laboratory to Engage All Students in Science Practices. *Chem. Educ. Res. Pract.* 17(4), 1098-1113.
- Zapata, D. y Ruiz, F. (2016). Modelos conceptuales sobre germinación de semillas: el caso de dos estudiantes de quinto grado de educación básica primaria- TED. Número extraordinario. 999-1007.

Anexo 1. Estructura de la secuencia didáctica para la enseñanza de la argumentación y el aprendizaje del concepto germinación de semillas.

