

*Bio - grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza.* ISSN 2027-1034

Edición Extraordinaria. p.p. 891 - 899

Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

## ARGUMENTACIÓN Y MODELOS EXPLICATIVOS DE LOS ESTUDIANTES DE SÉPTIMO GRADO EN TORNO AL CONCEPTO TEJIDO MUSCULAR

### ARGUMENTATION, CONCEPTUAL MODELS, AND EXPLANATIONS MODELS OF STUDENTS ABOUT THE MUSCLE TISSUE CONCEPT

Pedro Pablo Pájaro Castillo<sup>1</sup>  
Sandra Patricia Trejos<sup>2</sup>  
Omar David Álvarez Tamayo<sup>3</sup>  
Francisco Javier Ruiz Ortega<sup>4</sup>

#### RESUMEN

La argumentación es una competencia indispensable en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los conceptos científicos en el aula de ciencias. En el presente trabajo se establecieron relaciones entre el desarrollo de la argumentación y los modelos explicativos del concepto tejido muscular. Para esto, se desarrollaron tres momentos de investigación: a) diagnóstico de los niveles argumentativos y de los modelos explicativos sobre el concepto mediante la aplicación de un cuestionario de pregunta abierta; b) intervención, etapa en la cual desde los datos obtenidos en el momento de diagnóstico, se diseñó y aplicó una secuencia didáctica con la que se intervinieron los modelos identificados y se promovieron procesos argumentativos; c) cierre, en donde se aplicó el cuestionario por segunda vez para identificar cambios en los modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto y en los niveles de argumentación que mostraron sus respuestas. Los resultados muestran cambios significativos tanto en los modelos como en los niveles explicativos lo que permite afirmar que un cambio en el nivel conceptual de los estudiantes permite realizar mejores argumentos sobre los temas discutidos.

**PALABRAS CLAVES:** Argumentación, niveles de argumentación, modelo conceptual, secuencia didáctica

#### ABSTRACT

Argumentation is an indispensable competence in the teaching and learning processes of scientific concepts in the science classroom. In the present work relations were

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Pereira (Maestría en Educación); Institución Educativa Santa Sofía, Dosquebradas – Risaralda. Email: [pajaro\\_soplaviento@yahoo.com](mailto:pajaro_soplaviento@yahoo.com)

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica de Pereira (Maestría en Educación); Institución Educativa Santa Sofía, Dosquebradas – Risaralda. Email: [strejos544@gmail.com](mailto:strejos544@gmail.com)

<sup>3</sup> Profesor Universidad de Manizales y de la Maestría en Educación Universidad Tecnología de Pereira. Email: [omardavid.alvarez.tamayo@gmail.com](mailto:omardavid.alvarez.tamayo@gmail.com)

<sup>4</sup> Profesor Universidad de Caldas y de la Maestría en Educación Universidad Tecnológica de Pereira. Email: [francisco.ruizucaldas.edu.co](mailto:francisco.ruizucaldas.edu.co)



established between the development of the argumentation and the explanatory models of the muscular tissue concept. For this, three moments of investigation were developed: a) diagnosis of the argumentative levels and explanatory models about the concept through the application of an questionnaire with open questions; B) intervention, a stage in which, from the data obtained at the time of diagnosis, a didactic sequence was designed and applied with which the identified models were intervened and argumentative processes were promoted; C) closure, where the questionnaire was applied a second time to identify changes in the students' explanatory models about the concept and the levels of argumentation that showed their answers. The results show significant changes in both the models and the explanatory levels, which allows to affirm that a change in the conceptual level of the students allows to make better arguments on the subjects discussed

**KEY WORDS:** Argumentation, argumentation level, conceptual model, didactic sequence

## INTRODUCCIÓN

Fomentar el desarrollo de la competencia argumentativa en el aula de ciencias, es indispensable no solo porque ésta es una competencia general básica en el contexto educativo (Toro, Blandón, Martínez, Castebianco, Cárdenas, y Granez, 2007; Ruiz, Tamayo y Márquez, 2015), sino también, porque es indispensable para promover pensamiento crítico y lograr la comprensión de los temas tratados y de la realidad. Tamayo (2014), expone en este sentido, que “es necesario que tanto profesores como estudiantes comprendan que la argumentación en ciencias es condición *sine qua non* para el logro de comprensiones profundas de lo estudiado” (p.35). El presente trabajo, busca promover la competencia argumentativa a partir de la construcción de significados en torno al concepto tejido muscular e identificar las relaciones que se pueden establecer entre los procesos argumentativos, entendidos a partir de los niveles de argumentación, y los modelos explicativos de dicho concepto.

Para tales efectos, aquí se considera que la argumentación es una actividad humana caracterizada por una interacción social (Driver, Newton y Osborne, 2000). Además, es de especial importancia para este trabajo los aportes de S. Toulmin (2007), quien considera al argumento como un ser vivo constituido por diferentes órganos (datos, justificación, apoyos, refutaciones, calificadores modales y conclusión). De esta forma, Buitrago, Mejía y Hernández (2013) consideran que “en el paso que se da entre los datos y la conclusión es donde ocurre el proceso argumentativo, ya que se desarrollan los distintos argumentos” (pp. 22 – 23).

Por otra parte, los modelos explicativos corresponden a representaciones internas que las personas construyen de una fracción de su realidad (Tamayo, 2006; Álvarez, 2011; Álvarez y Muñoz, 2015), para dar una explicación de lo observado. Rodríguez, Marrero y Moreira (2001) llaman a esto modelos mentales y agregan que “dotan a los individuos de la capacidad de comprender y predecir” (p. 246). Además de lo anterior, es importante señalar los conceptos expuestos por Greca y Moreira (1998) al afirmar que “un modelo



conceptual es una representación externa, creada por investigadores, profesores, ingenieros, etc., que facilita la comprensión o la enseñanza de sistemas o estados de cosas del mundo” (p. 112). Tales representaciones son avaladas por comunidades (científicas).

## METODOLOGÍA

Este trabajo, que se enmarca dentro del enfoque de estudios cualitativos, busca comprender situaciones propias de un grupo social que experimenta el fenómeno de estudio dentro del desarrollo natural de los sucesos que ocurrieron (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010).

Otro aspecto importante del estudio es su carácter descriptivo, que permitió caracterizar, de un lado los niveles argumentativos y de otro lado los modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto de tejido muscular. Fueron 30 los estudiantes que participaron en el estudio.

Las fases propuestas para el desarrollo de la investigación fueron: a) diagnóstico, aquí se identifican los modelos explicativos que utilizan los estudiantes para explicar el concepto y se determina su nivel de argumentación. Para esto, se aplicó a los 30 estudiantes matriculados en grado séptimo, un cuestionario que planteaba situaciones argumentativas sobre el concepto tejido muscular. Partiendo de las respuestas de cada estudiante, se identifica en ellas los elementos del modelo argumentativo de Toulmin y se valoran según la escala de niveles propuesto por Osborne, Erduran y Simón (2004, ver tabla 1).

Tabla 1. Niveles de argumentación

| NIVEL | DESCRIPCION                                                                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | La argumentación consiste en argumentos que son solo una simple afirmación, dato o conclusión.                                                   |
| 2     | La argumentación tiene argumentos que constan de afirmaciones o datos y justificaciones, pero sin refutaciones.                                  |
| 3     | La argumentación tiene argumentos con una serie de afirmaciones, datos o respaldos y justificaciones con refutación débil ocasional.             |
| 4     | La argumentación tiene argumentos con una serie de afirmaciones o datos, justificaciones o respaldos y garantías con refutación débil ocasional. |
| 5     | La argumentación muestra una amplia discusión con más de una refutación.                                                                         |

Fuente: Osborne, Erduran y Simón (2004, p. 928) (Traducción de los autores del presente trabajo)

Ahora, para el análisis de los modelos explicativos se aplicó la información construida a partir de la teoría revisada y sintetizada en la tabla 2:



Tabla 2. Características de los modelos conceptuales.

| TEORIA NEUMÁTICA                                                                                     | TEORIA DEL USO Y EL DESUSO                                                                                             | TEORIA DE LA CONTRACCIÓN                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se basa en los postulados de Empédocles y Aristóteles.                                               | Se basa en los postulados de J. B. Lamarck.                                                                            | Recoge los elementos actualmente aceptados por la comunidad científica.                                                                                                             |
| Relaciona la actividad muscular con el neuma (presente en el aire).                                  | Concibe la actividad muscular como una necesidad.                                                                      | Reconoce que la actividad muscular es mediada por el sistema nervioso.                                                                                                              |
| La contracción del músculo es un efecto del neuma que ingresa en él.                                 | La necesidad y el uso de un músculo, con gran regularidad, permite que este se desarrolle.                             | Las fibras musculares se contraen por estímulos nerviosos.                                                                                                                          |
| El neuma ingresa al cuerpo a través de la respiración.                                               | Considera que el tejido u órgano que se utiliza demasiado se desarrolla. Mientras que el que no se utiliza se atrofia. | El funcionamiento de los músculos requiere de oxígeno y azúcar. El primero se obtiene de la respiración y el segundo de la nutrición. Ambos llegan al músculo por vía sanguínea.    |
| El neuma se almacena en el corazón y es transportado a los músculos gracias a la actividad cardíaca. |                                                                                                                        | La actividad de los músculos voluntarios es mediada por el sistema nervioso central (S.N.C.) mientras que los involuntarios son mediados por el sistema nervioso autónomo (S.N.A.). |

En el momento 2, de intervención, se aplica una secuencia didáctica con la que se abordan los conceptos previos de los estudiantes, detectados en el momento 1; esto con el fin de acercar a los estudiantes a la teoría de la contracción, modelo actualmente avalado por la comunidad científica. La secuencia didáctica, se orientó utilizando la metodología llamada indagación dialógica orientada (Ferreyra, De Longhi, Cortez, Paz y Bermúdez, 2005; De Longhi, Ferreyra, Peme, Bermúdez, Quse, Martínez y Campaner, 2012), la cual permite la construcción colectiva de conceptos a través de la problematización y la promoción de interacción lingüística, guiada por el maestro.

En el momento 3, de cierre, nuevamente se aplica el cuestionario y se identifican cambios tanto en los niveles argumentativos como en los modelos explicativos iniciales.

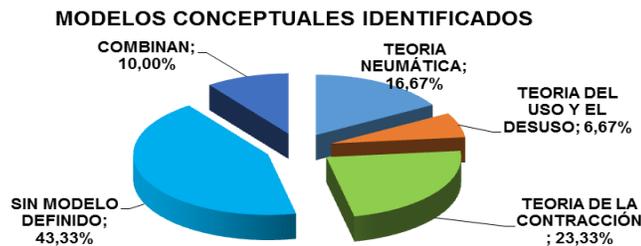
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Los resultados y su tratamiento se hacen en primer lugar desde un enfoque descriptivo con los resultados de los 30 estudiantes y, para el enfoque comprensivo, se muestra los resultados de uno de los tres estudiantes escogidos bajo criterios conceptuales de la argumentación (aquellos estudiantes que además de participar en todas las actividades expusieron sus afirmaciones, las refutaciones ó sustentaron sus tesis principales).

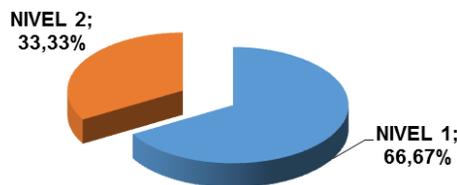
En la fase inicial es importante destacar tres cosas, la primera, que en la mayoría de los estudiantes (43,3%) no fue posible identificar elementos de los modelos explicativos expuestos en la tabla 2, el segundo, que el 10% de ellos, combina modelos para explicar el fenómeno y que tan sólo el 23,33% de los estudiantes basan sus respuestas en la teoría de la contracción. La gráfica 1 ilustra los hallazgos relacionados con los modelos explicativos.



Gráfica 1. Modelos explicativos identificados (Momento 1)

Con respecto a los niveles de argumentación, en este momento, solo se identificaron niveles 1 y 2 en las respuestas de los estudiantes (gráfica 2)

NIVELES ARGUMENTATIVOS IDENTIFICADOS - MOMENTO 1



Gráfica 1. Niveles de argumentación identificados (Momento 1)

Partiendo de lo anterior, fue posible relacionar, como se muestra en la Tabla 3, los modelos explicativos identificados con los niveles de argumentación. Es así como la teoría neumática, al igual que la teoría del uso y el desuso, se asocian con niveles bajos de argumentación. Mientras que, en la teoría de la contracción se observa un ligero incremento en la proporción de estudiantes que mostraron un nivel 2 de argumentación.

Tabla 3: modelos conceptuales y niveles de argumentación.

| MODELO | % DE ESTUDIANTES QUE | NIVEL 1 | NIVEL 2 |
|--------|----------------------|---------|---------|
|        |                      |         |         |

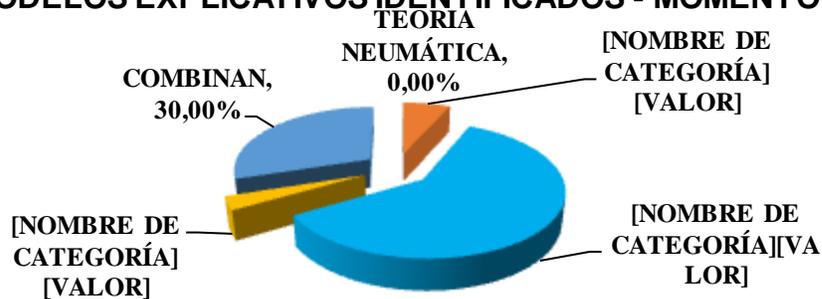


|                            | LO UTILIZAN |        |        |
|----------------------------|-------------|--------|--------|
| Teoría neumática           | 16,67       | 80%    | 20%    |
| Teoría del uso y el desuso | 6,67        | 100%   | 0%     |
| Teoría de la contracción   | 23,33       | 71,43% | 28,57% |
| Combinación de modelos     | 10,00       | 0%     | 100%   |
| Sin modelo definido        | 43,33       | 69,23% | 30,77% |

Partiendo de los resultados anteriormente descritos, se diseñó una secuencia didáctica con el fin de intervenir los modelos explicativos identificados y, que además, promoviera la competencia argumentativa en el aula (fase dos de la investigación). Todo esto, con el fin de acercar a los estudiantes al modelo que denominamos teoría de la contracción, a través del debate en torno a los modelos explicativos.

El análisis de los resultados en la fase tres (gráfica 3), luego de la aplicación del instrumento en el momento de cierre, permitió identificar cambios tanto en los modelos explicativos de los estudiantes como en sus niveles de argumentación.

### MODELOS EXPLICATIVOS IDENTIFICADOS - MOMENTO 3

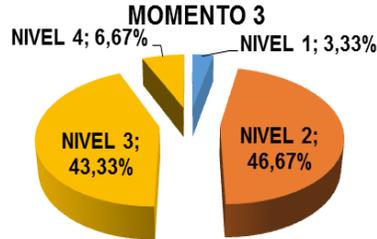


Gráfica 2. Modelos explicativos identificados (Momento 3).

Los resultados muestran, varios aspectos interesantes. El primero, la “desaparición” de evidencias del modelo explicativo relacionadas con la teoría neumática. El segundo, el aumento en el porcentaje de estudiantes que utilizaron la teoría de la contracción para explicar el movimiento muscular. Tercero, la disminución en el porcentaje de estudiantes ubicados en la categoría “sin modelo indefinido” y, cuarto, el aumento en el porcentaje de los estudiantes que combinan modelos.

Con respecto a los niveles de argumentación, en el momento de cierre surgieron niveles argumentativo superiores en relación con aquellos obtenidos en el primer momento del estudio (gráfica 4).

NIVELES ARGUMENTATIVOS IDENTIFICADOS -



Gráfica 3. Niveles de argumentación identificados (Momento 3).

Aquellos estudiantes ubicados inicialmente en el Nivel 1 de la argumentación al comenzar el estudio, migraron, en virtud de la secuencia didáctica, hacia niveles superiores (2, 3 y 4) de argumentación. La tabla 4 muestra el análisis comparativo de resultados, en cuanto a los niveles de argumentación, en el momento de diagnóstico y el de cierre.

Tabla 4: modelos conceptuales y niveles de argumentación.

| MODELO                     | % DE ESTUDIANTES QUE LO UTILIZAN | NIVEL 1 | NIVEL 2 | NIVEL 3 | NIVEL 4 |
|----------------------------|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Teoría neumática           | 0                                | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Teoría del uso y el desuso | 6,67                             | 0       | 50%     | 50%     | 0       |
| Teoría de la contracción   | 60,00                            | 5,56%   | 44,44%  | 38,89%  | 11,11   |
| Combinación de modelos     | 30,00%                           | 0%      | 44,44   | 55,56   | 0       |
| Sin modelo definido        | 3,33                             | 0       | 100%    | 0       | 0       |

## CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra una importante evolución en la competencia argumentativa de los estudiantes participantes, entendida desde la cualificación de sus argumentos, Lo cual, se evidencia con la construcción de argumentos más fuertes, y más ricos, teniendo en cuenta los elementos del modelo argumentativo de Toulmin.

Por otra parte, se evidencia que la evolución en los niveles argumentativos está articulada con la comprensión del fenómeno estudiado y, la de los modelos explicativos de los estudiantes, con los que la ciencia ha dado explicación al mismo fenómeno. De esta



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

forma, es válido afirmar que una mejor comprensión del fenómeno estudiado facilita el proceso de comunicación y la construcción de argumentos en torno al mismo.

Además de lo anterior, cabe señalar que la intervención didáctica en la que se fomenten procesos argumentativos, el debate, la discusión dialógica y permita que los estudiantes reconstruyan sus respuestas (De longhi et al, 2012), evidencia el planteamiento de Henao y Stipcich (2008) “aprender a pensar es aprender a argumentar” (p. 49). La intervención desarrollada en este trabajo, generó una modificación en la proporción de los estudiantes que utiliza cada uno de los modelos conceptuales identificados, evidenciando una clara comprensión del fenómeno abordado en el aula y en la construcción de argumentos ricos, tanto en lo conceptual como en sus elementos argumentativos y la coherencia entre estos últimos.

## BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Tamayo, O.D. y Muñoz Oyola, J.E. (2015). Desarrollo de los saberes específicos por medio del uso de las representaciones múltiples. En Rojas, Saavedra, (Et al.).(pp. 121-139) *Perspectivas de Investigación. Una mirada desde la antropología pedagógica*. Bogotá: Editorial Bonaventuriana

Álvarez Tamayo, O.D., (2011). *Incidencia de las representaciones múltiples en la formación del concepto transporte celular en estudiantes universitarios*. Tesis de maestría no publicada, Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia.

Buitrago, A., Mejía, N. y Hernández Barbosa, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa* 11(63), 17 – 39.

De Longhi, A., Ferreyra, A., Peme, C., Bermúdez, G., Quse, L., Martínez, S. y Campaner, G. (2012). La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 178 – 195.

Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287 – 312.

Ferreyra, A., De Longhi, A., Cortez, M., Paz, A. y Bermúdez, G. (2005). La Indagación Dialógica: una estrategia reguladora de la construcción de la Ciencia Escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-5.

Greca, I., y Moreira, M. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno catarinense de ensino de física*. 15 (2), 107-120.

Henao, B., y Stipcich, 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.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Osborne, J., Erduran, S., y Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of research in science teaching*. 41 (10), 994 – 1020.

Pozo, J. I. (2002). La adquisición del conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigações em ensino de ciencias*, 7(3), 245 – 270.

Rodríguez Palmero, M. L., Marrero Acosta, J. y Moreira, M. A. (2001). La Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del Curso de Orientación Universitaria. *Investigações em ensino de ciências*. 6 (3), 243 – 268.

Ruiz, F. J., Tamayo, O. E. y Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educacao e pesquisa*, 41(3), pp. 629-245.

Tamayo O.E., (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, Vol. XVIII, No 45, pp. 39 - 49.

Tamayo, O.E. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (36), 25 – 46.

Toro, J., Blandón, C., Martínez, R., Casteblanco, Y., Cárdenas, F., y Granez, J. (2007). Fundamentación Conceptual Área de Ciencias Naturales. Recuperado de [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-335459\\_pdf\\_2.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-335459_pdf_2.pdf)

Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona. Ediciones península.

