



# Modelos explicativos en anatomía

- Explanatory Models in Anatomy
- Modelos explicativos em anatomía

## Resumen

La situación actual de la enseñanza y aprendizaje de la anatomía tiene grandes retos que debe superar, uno de ellos es intervenir de manera efectiva los modelos explicativos sobre temas estructurantes en la formación del futuro profesional. En esta investigación las intenciones fueron identificar los modelos explicativos de los estudiantes, sobre miembro superior, e intervenir y evaluar mediante la aplicación de una propuesta de enseñanza sustentada en el desarrollo de procesos argumentativos de dichos modelos. Para ello, se realizó una investigación cualitativa en la que participaron treinta estudiantes de anatomía de primer semestre de Fisioterapia, en la Universidad Autónoma de Manizales. Los resultados muestran que los principales modelos explicativos iniciales de los estudiantes sobre el tema refieren a un modelo heterogéneo que es inespecífico y luego de la intervención se movilizan a uno integrador, desde un modelo estructural, funcional y semiológico. Con ello se muestra la importancia del reconocimiento y la estructuración de propuestas que permitan acercar los conceptos hacia perspectivas de corte científico en el campo de la anatomía.

## Palabras claves

modelos explicativos; argumentación; didáctica de la anatomía; anatomía de miembro superior

## Abstract

The current situation of Anatomy teaching and learning has great challenges that it must overcome, one of them is to intervene in an effective way the explanatory models on structuring concepts in the formation of the future professional. In this research the main goal was to identify the explanatory models of the students on a superior member, to intervene and evaluate, through a teaching proposal based on the development of argumentative processes, their models. To do this, a qualitative research was carried out in which 30 students from Anatomy of the first semester of Physiotherapy participated in the Universidad Autónoma de Manizales. The results show that the main explanatory models of the students on the subject refer to a heterogeneous model, it is nonspecific and after the intervention the students pass to an integrating model from a structural, functional and semiological model. This shows the importance of the identification and structuring of proposals that allow bringing the concepts closer to perspectives of a scientific nature in the field of Anatomy.

## Keywords

explanatory models; argumentation; anatomy didactic; superior member anatomy

Oscar Andrés Alzate Mejía\*  
Francisco Javier Ruiz Ortega\*\*  
Stefanny Londoño Arias\*\*\*  
Lizette Trujillo\*\*\*\*

\* Magíster en Enseñanza de las Ciencias, magíster de Biotecnología en Salud, doctorando en Ciencias Biomédicas, docente del Departamento de Ciencias Básicas Biológicas de la Universidad Autónoma de Manizales y del Departamento de Ciencias Básicas Biomédicas de la Universidad de Manizales, Manizales (Colombia). Correo electrónico: oalzate@autonoma.edu.co Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3877-9008>

\*\* Doctor en Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. Docente del Departamento de Estudios Educativos de las Universidad Autónoma de Manizales y Universidad de Caldas, Manizales (Colombia). Integrante programa "Reconstrucción del tejido social en zonas de posconflicto en Colombia", con código de la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados 2012917, Universidad de Caldas. Correo electrónico: francisco.ruiz@ucaldas.edu.co Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1592-5535>

\*\*\* Fisioterapeuta, maestrante en Discapacidad en la Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia). Correo electrónico: stefanny.londonoa@autonoma.edu.co

\*\*\*\* Licenciada en Educación Física, estudiante de Fisioterapia (x semestre), Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia). Correo electrónico: [lizette.trujillo@autonoma.edu.co](mailto:lizette.trujillo@autonoma.edu.co)



## Resumo

A situação atual do ensino e aprendizagem da Anatomia tem grandes desafios que devem superar. Um deles é intervir de maneira efetiva nos modelos explicativos sobre temas estruturais na formação do futuro profissional. Nesta pesquisa as intenções foram identificar os modelos explicativos dos estudantes sobre o membro superior, intervir e avaliar, mediante a aplicação de uma proposta de ensino sustentada no desenvolvimento de processos argumentativos dos ditos modelos. Para isto se realizou uma pesquisa qualitativa em que participaram 30 estudantes de Anatomia do primeiro semestre de Fisioterapia da Universidad Autónoma de Manizales. Os resultados mostram que os principais modelos explicativos iniciais dos estudantes sobre o tema referem a um modelo heterogêneo que é inespecífico e em seguida da intervenção didática trocam por um modelo integrado a partir de um modelo estrutural, funcional e semiológico. Com isto se mostra a importância da identificação e da estruturação de propostas que permitam aproximar os conceitos dos estudantes até perspectivas científicas no campo da Anatomia.

### Palavras-chave

modelos explicativos; argumentação; anatomia didática; anatomia dos membros superiores

## Introducción

La anatomía, como la ciencia que estudia las estructuras donde ocurren las funciones vitales del cuerpo humano (Moore et ál., 2014), es el eje que sustenta las ciencias biomédicas. También constituye la base de la práctica de la medicina, pues permite realizar la exploración física y utilizar las técnicas más modernas de obtención de imágenes. Pese a esta relevancia, la situación actual de la enseñanza y aprendizaje de la anatomía, y de las demás ciencias básicas biomédicas, tiene grandes retos que debe superar: el avance de la medicina, sus herramientas diagnósticas y terapéuticas; la desintegración entre las ciencias básicas y las ciencias clínicas; un enfoque centrado en la enseñanza, más que en el aprendizaje; resultados bajos en el aprendizaje, la necesidad de incorporar la historia en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Ávila y Guerra, 2017) y la incipiente formación didáctica y pedagógica de profesores en el área de la salud (Triana, 2012).

Además, los estudiantes de anatomía (que cursan primeros semestres y que se están habituando a las exigencias de la vida universitaria, a hábitos de estudio y de lectura), están abrumados por la gran cantidad de detalles e información (Johnson, 2012). Generalmente, el aprendizaje está basado en una educación memorística, y la principal finalidad es aprobar exámenes. Los amplios contenidos y las horas dispuestas para clases han hecho que la gran cantidad de información no se procese ni se convierta en un aprendizaje significativo que pueda aplicarse. Por último, se reconoce que la enseñanza de la anatomía carece de métodos adecuados que permitan al estudiante pensar y hacerse consciente de su aprendizaje (Alzate y Tamayo, 2019); falta implementar y mejorar estrategias evaluativas que demuestren aprendizajes profundos en los estudiantes y falta promover el aprendizaje práctico en donde el

estudiante disfrute del laboratorio al manipular las estructuras anatómicas (Korf et ál., 2008).

Ante esta situación, se tiene también investigaciones que evidencian la importancia de incorporar, en los intentos de cualificar las prácticas de aula, al menos dos aspectos. El primero, la argumentación como un proceso social, de interacción entre sujetos y como práctica epistémica que permita la reestructuración del pensamiento de los estudiantes (Bianchini, 2014; Ruiz et ál., 2015). Ubicar la argumentación en la anatomía es reconocer en ella su potencialidad para aportar al desarrollo del razonamiento crítico, desde el ofrecimiento de escenarios argumentativos, de discusión y de contrastación de ideas, o conocimientos sobre determinadas estructuras anatómicas importantes y fundamentales para su futuro desempeño profesional (Buitrago et ál., 2013). En definitiva, una competencia necesaria para el desarrollo de aprendizajes en profundidad de los estudiantes que debe aceptarse como una actividad epistémica y que, mediante el desarrollo dialógico y dialéctico de los debates, permite la co-construcción del conocimiento escolar y la comprensión profunda de los fenómenos que se discuten en el aula de ciencias.

El segundo aspecto, los modelos explicativos, se asume que son construcciones de los sujetos cuya intencionalidad es comunicar la comprensión, precisamente, de un tema, de un concepto o de un fenómeno; construcciones indispensables en el aula pues estos orientarán, de muchas maneras, las acciones pertinentes para su intervención (García y Ruiz, 2017).

Identificar los modelos en el aula es facilitar, entre otras cosas, conocer posibles obstáculos que los estudiantes tienen en su proceso de apropiación y aprendizaje de los conceptos o fenómenos; de igual manera, es

posibilitar la identificación del tipo de lenguaje que usa el sujeto, su significado y su acercamiento a las explicaciones de orden más estructurado o científico. Con lo anterior, será posible estructurar estrategias de enseñanza y aprendizaje mucho más pertinentes, para intervenir obstáculos de orden epistémico (Astolfi, 1999; Bacheard, 1978; Morerira, 1998; Nersessian, 2008), lingüístico, motivacional o afectivo, que forman parte de las dimensiones propias de un proceso de aprendizaje profundo (Astolfi, 1999; Bacheard, 1978; Couso y Garrido-Espeja, 2017; Johnson-Laird, 1983, 1991; López-Mota y Moreno, 2014) y de los modelos construidos por los sujetos.

Ahora, en relación con la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía se reconocen estudios relevantes que intentan proponer alternativas de trabajo, más allá de lo tradicional en la formación de profesionales en el campo de la salud (Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015). Korf et ál. (2008) plantean la imperiosa organización de la práctica en la enseñanza de los conceptos anatómicos mediante el uso riguroso y consciente de demostraciones anatómicas y sus aplicaciones a la clínica, en donde la participación de los docentes experimentados es indispensable. De igual manera, destacamos el trabajo de Guiraldes et ál. (2001); según ellos, para obtener buenos resultados durante la actividad práctica es fundamental una correcta preparación teórica previa. Lo anterior exige que el estudiante no solo aprenda estructuras anatómicas de manera fragmentada o aislada de sus relaciones funcionales y nerviosas. Hacerlo ayudaría a comprender mejor el funcionamiento estructural y las implicaciones que pueden tener los eventos que disminuyan o alteren su funcionamiento.

En relación con los modelos explicativos, estos integran la dimensión epistemológica de los denominados modelos mentales (López et ál., 2017); es decir, que corresponde a ese conocimiento verbal de los sujetos sobre un concepto o fenómeno determinado y que le permiten explicarlo y predecirlo. Identificarlos y luego intervenirlos facilita al estudiante un proceso gradual de aprehensión del concepto, es decir, lo orienta para que él mismo pueda ser el gestor de su propio aprendizaje, y lo hace consciente de las posibles dificultades que tiene ubicarse en uno u otro modelo explicativo. Es esto lo que diferencia la postura adoptada en esta investigación, al apartarse de las concepciones alternativas y ubicarse en los modelos explicativos como concepto integrador de elementos de orden lingüístico, emocional o afectivo que pueden interferir en su aprehensión.

Reconocer los modelos también es una oportunidad para que tanto docentes como estudiantes puedan valorar la dinámica interna de construcción del conocimiento científico; es decir, poder exponer que los conceptos, su construcción y avance constituyen un proceso dinámico producto de la actividad humana. Sobre los modelos explicativos de miembro superior, en la literatura consultada como sustento de esta investigación, utilizando como descriptores modelos explicativos y modelos en anatomía, no se identificaron referencias específicas de su tratamiento didáctico. Esto obligó a construir desde la evidencia empírica una

caracterización de los modelos explicativos sobre este concepto (tabla 1) y esta construcción es uno de los aspectos considerados como aporte significativo, dada la utilidad

para orientar la cualificación de los procesos de enseñanza y aprendizaje de este concepto en los programas de formación de los futuros profesionales en el campo de la salud.

Tabla 1. Modelos explicativos en anatomía

Modelo	Concepto	Características	Limitación
<b>Estructural (ME)</b>	Modelo explicativo que resuelve una situación problema de miembro superior desde los componentes morfológicos humanos.	Uso de términos relacionados con estructuras anatómicas de miembro superior, como huesos, articulaciones, músculos, vasos y nervios.	No relacionar en el diagnóstico las funciones e interacciones de las del miembro superior.
<b>Funcional (MF)</b>	Modelo explicativo que tiene en cuenta el funcionamiento de los componentes morfológicos de miembro superior y cómo su interacción mantiene la homeostasis del cuerpo humano.	Incluye las diferentes funciones de los sistemas del miembro superior como son: sistemas óseo, articular, muscular, circulatorio y nervioso.	Relacionar de manera inadecuada la interacción entre la función y la estructura y entre el diagnóstico y la función del miembro superior.
<b>Integrador (MI)</b>	Modelo que incluye componentes morfológicos del miembro superior, sus respectivas funciones, su adecuada interacción y su correlación con el diagnóstico.	Incluye estructuras del miembro superior como huesos, articulaciones, músculos, vasos y nervios, su interacción con la función de los respectivos sistemas y posibles diagnósticos.	Integración errónea o inclusión independiente de estructuras y funciones.
<b>Pseudointegrador (MP)</b>	Modelo en el que se incluyen los componentes estructurales del miembro superior, sus respectivas funciones y posibles diagnósticos, pero reconociendo de manera inadecuada su participación e interacción.	Integra las estructuras, las funciones y los diagnósticos de miembro superior sin fundamento teórico adecuado en su interacción.	La no congruencia al relacionar las funciones, estructuras y diagnóstico.
<b>Semiológico (MS)</b>	Modelo en el que se identifican signos, síntomas y exámenes diagnósticos para interpretar la situación problema en el miembro superior.	Tiene en cuenta los signos y síntomas característicos de la patología, reconociéndolos y relacionándolos directamente con las alteraciones producidas. Igualmente interpreta desde la lectura de exámenes diagnósticos de miembro superior.	Relaciones inadecuadas e interpretación netamente estructural o funcional de miembro superior.
<b>Heterogéneo (MH)</b>	Modelo explicativo inespecífico por medio del cual se da la interpretación a la situación problema, incluyendo independientemente características de cada uno de los modelos mencionados.	Incorpora independientemente características del modelo estructural, funcional, integrador, pseudointegrador y semiológico.	Interpreta el problema incluyendo como mínimo dos modelos iguales y su relación con la situación problema.

Fuente: elaboración propia.

Bajo la línea de pensamiento anterior, se tuvo como propósito central en esta investigación, identificar cómo la intervención didáctica centrada en los procesos argumentativos

aporta al cambio en los modelos explicativos sobre miembro superior, de los estudiantes de anatomía del programa de Fisioterapia de la Universidad Autónoma de Manizales.

## Metodología

Este estudio se inscribe en la línea de las investigaciones cualitativas, de corte descriptivo-comprensivo (Pérez, 2008). Se conoce que, en el campo educativo, realizar investigaciones cualitativas, es decir, aquellos procesos sistemáticos donde investigador y objeto de investigación están en contacto permanente e inmersos en los escenarios naturales donde ocurre el fenómeno estudiado, contribuye a una mayor y mejor comprensión de este y a la co-construcción de acciones más eficientes y eficaces para su transformación (Goetz y Lecompte, 1988; Paz, 2003; Pérez, 2010). Al mencionar lo descriptivo se hace referencia al interés de saber cómo es el fenómeno, en este caso, cuáles son los modelos explicativos de los estudiantes que participan en el estudio, conocer sus características y posibles, dificultades para así construir la intervención. El segundo, comprensivo, porque interesó saber por qué se dieron o no los cambios en los estudiantes al intervenir aspectos centrales de sus modelos explicativos.

La investigación se desarrolló en tres fases. La primera, denominada de *caracterización inicial de los modelos explicativos de los estudiantes*, se logró mediante la aplicación de un cuestionario. La segunda, la intervención didáctica (véase el anexo 2), se desarrolló utilizando como insumo principal los resultados de la fase anterior. Para ello se construyó, ejecutó y evaluó una secuencia didáctica a los estudiantes, en la cual se incorporaron los procesos argumentativos como pretexto para promover la contrastación de saberes y el aprendizaje del concepto en términos de cambio o consolidación de sus modelos explicativos. En la tercera fase, se evaluaron los cambios en los modelos explicativos mediante la aplicación, por segunda vez, del cuestionario inicial aplicado en la primera fase. Más adelante se detallan estas tres fases con las actividades para cada una de ellas.

El plan de análisis propuesto para los datos obtenidos tras las dos aplicaciones del cuestionario fue un análisis de contenido (Bardin, 1996; López, 2002), en donde, mediante procesos inductivos, se identificaron oraciones con sentido que facilitaron, además de la identificación de los modelos estudiados iniciales, el cambio generado tras la intervención didáctica. Este análisis combinado con la revisión teórica fueron la base para la construcción de los modelos explicativos de los estudiantes que, como ya se mencionó, es la apuesta teórica de esta investigación, que pretendemos sirva de orientación para la construcción de escenarios de enseñanza y aprendizaje del concepto estudiado.

Para finalizar, es importante precisar dos elementos. El primero, la unidad de análisis se focalizó en los modelos explicativos sobre el concepto de anatomía musculoesquelética del miembro superior. El segundo, los estudiantes participantes fueron los inscritos en anatomía, primer semestre, del programa de Fisioterapia de la Universidad Autónoma de Manizales que, para el segundo semestre de año 2016, fueron 30. Ahora, para este trabajo se tuvieron en cuenta

28, ya que dos de ellos no pudieron presentar el segundo instrumento. Estos estudiantes de primer semestre de Fisioterapia eran en su mayoría jóvenes entre 16 y 20 años, de diferentes partes del país, egresados recientemente de la educación secundaria, con pocos hábitos de estudio y de lectura, y pocas estrategias para aprovechar procesos cognitivos como la memoria.

## Resultados y discusión

Los resultados y su discusión se presentan desde el análisis realizado antes y después de la intervención didáctica, en la figura 1 se representan como instrumentos I y II. Se debe tener presente que para identificar los modelos explicativos de los estudiantes se utilizó la información consignada en la tabla 1.

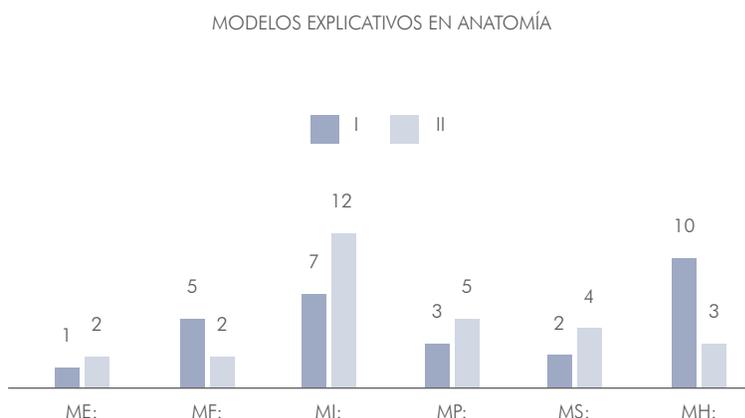


Figura 1. Modelos explicativos en anatomía: estructural (ME), funcional (MF), semiológico (MS), integrador (MI), pseudointegrador (MP), heterogéneo (MH)

Se muestra el número de estudiantes que utilizan un modelo explicativo determinado antes y después de la intervención didáctica. En azul se presentan el número de estudiantes tras la aplicación del primer instrumento (I), en rojo el modelo utilizado por los estudiantes tras aplicarse el segundo instrumento (II).

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del estudio.

El *modelo estructural* (ME) fue identificado en un estudiante, tras la aplicación del primer instrumento, y por dos, tras la intervención didáctica. Algunas respuestas que ejemplifican este modelo estructural son:

- Para la pregunta 2: “¿Cuáles son las razones que pueden justificar la parestesia (hormigueo)?”: algunas respuestas representativas de los estudiantes (E) fueron:
  - E16. Instrumento I: “que la mano ya puede estar en un estado complicado”.

- e17. Instrumento II: “la lesión del nervio mediano”.
- e18. Instrumento II: “la compresión del nervio mediano”.

Estas respuestas evidencian cómo los estudiantes hacen referencia a las estructuras involucradas. Atribuyen la lesión en el instrumento I a la estructura de la mano en un estado complicado (Drake y Vogle, 2010); en el Instrumento II, que se aplicó después de la secuencia, lo atribuyen a una estructura específica como es un nervio, tal cual el mediano (Moore et ál., 2014). No obstante, y a

pesar de que su respuesta es correcta y se especifica la estructura nerviosa en el instrumento II, los estudiantes siguen asumiendo el análisis de una situación en la cual las relaciones entre las estructuras no son evidentes para ellos. Esto es una limitante en la comprensión holística del caso estudiado y una posible barrera de comprensión del concepto y de su aprendizaje.

El *modelo funcional* (MF) fue utilizado por cinco de los estudiantes antes de la intervención didáctica, y por dos, tras la intervención. Algunas respuestas que ejemplifican este modelo funcional son:

- Para la pregunta 2. “¿Cuáles son las razones que pueden justificar la parestesia (hormigueo)?”: algunas respuestas representativas de los estudiantes (E) fueron:
  - E11. Instrumento I: “Mala circulación”.
  - E11. Instrumento II: “la parestesia se podría presentar debido a que el nervio no se encuentra en su total funcionalidad”.
  - E26. Instrumento II: “falta de estímulo del músculo por parte del nervio”.

Llama la atención la primera del estudiante 11, que responde desde la función circulatoria. En ella se notan confusiones que no permiten identificar la razón verdadera de la parestesia, que es la obstrucción del nervio y no la obstrucción de un vaso sanguíneo (Tortora y Derrickson, 2013). Su respuesta se convierte, además, en una limitante de la comprensión del fenómeno, ya que se hace una relación inadecuada de las interacciones entre la función y el diagnóstico en este caso. Las respuestas obtenidas tras la aplicación de la secuencia didáctica evidencian una mejor comprensión de la situación. Los estudiantes, además de la estructura, involucran la función y la interacción correspondiente, caso concreto, la pérdida funcional del nervio y su falta de estímulo hacia los músculos; es decir, incluyen además de la función nerviosa, la relación con el sistema muscular (Pro, 2014).

El *modelo semiológico* (MS), inicialmente, fue identificado en dos estudiantes y, al final, en cuatro de ellos. Veamos algunas respuestas que evidencian este modelo.

- Para la pregunta 3. “¿Considera que frente a los signos y síntomas que se presentan en la situación problema el diagnóstico es el adecuado? ¿Por qué?":
  - E28. Instrumento II: Sí me parece el adecuado, pues no solo signos y síntomas pueden determinar su diagnóstico, sino también el historial de vida, las labores y hábitos al cual el paciente está acostumbrado para determinar considerablemente la situación en cumplimiento con los síntomas que lo ligan a la patología.
- Para la pregunta 4. “¿Existe para usted otra probabilidad de diagnóstico? ¿Por qué?":

- E27. Instrumento II: “Pienso que no hay otro diagnóstico ya que los síntomas que se presentan allí me parecen acorde a lo que está pasando”

Nótese, en las respuestas de los estudiantes, que después de la secuencia didáctica siguen utilizando el modelo semiológico para interpretar la situación problema (“Sí me parece el adecuado, pues no solo signos y síntomas pueden determinar su diagnóstico...” y “Pienso que no hay otro diagnóstico ya que los síntomas que se presentan allí me parecen acorde a lo que está pasando”: primer y segundo instrumento respectivamente), y aunque parten de la misma pregunta tienen en cuenta los signos y síntomas de las enfermedades, los relacionan directamente con las alteraciones, utilizan exámenes diagnósticos, relacionan otros elementos importantes como la historia de vida, las labores y los hábitos, y no solo se quedaron con la interacción anatómico-funcional (Moore et ál., 2014). Esta situación, desde nuestra perspectiva, genera dificultades para la comprensión y el aprendizaje, pues las relaciones podrían ser inadecuadas con los signos y síntomas, o podría existir una interpretación netamente estructural y funcional; para tal caso, se ha postulado el modelo pseudointegrador o el preciso modelo estructural y funcional.

El modelo *integrador* (MI) se identificó en 7 de los estudiantes al inicio del proceso, y en 12 de ellos al finalizarlo. Algunas respuestas de los estudiantes que ejemplifican este modelo son:

- Para la pregunta 2. “¿Cuáles son las razones que pueden justificar la parestesia (hormigueo)?”:
  - E15. Instrumento I: “puede ser porque sus nervios están desgastados o su sistema nervioso periférico no envía las señales adecuadas”.
- Para la pregunta 3. “¿Considera que frente a los signos y síntomas que se presentan en la situación problema el diagnóstico es el adecuado? ¿Por qué?”:
  - E20. Instrumento II: “el impulso nervioso que transmite el nervio no está llegando a los músculos”.
  - E4. Instrumento I: “pueden ser estos los síntomas porque presentan aquellos que se refieren a un dolor y fuerza de agarre y también ya son causados por disminución de la masa muscular”.
  - E14. Instrumento I: “sí, porque como el caso lo dice, se pierde un poco la movilidad del arco de la muñeca y porque puede que por su profesión, la postura y los esfuerzos hayan causado los síntomas que padecía”.

Estas respuestas evidencian, además de una adecuada relación e integración de los componentes morfológicos y las funciones (“puede ser porque sus nervios están desgastados –aspecto morfológico– o su sistema nervioso periférico no envía las señales adecuadas –aspecto funcional–”), una pertinente correlación con el diagnóstico. En las respuestas se puede observar, por ejemplo, que los estudiantes interactúan entre estructuras nerviosas y funcionalidad neuromuscular; dolor, fuerza de agarre y masa muscular; movilidad articular, profesión, postura, esfuerzos y síntomas (Tortora y Derrickson, 2013). Todos ellos explicados desde la anatomía.

Si bien es cierto que los estudiantes se podrían limitar a la estructura y a su función, a este nivel se ha logrado que ellos relacionen estos componentes con otros conocimientos que en adelante podrán reforzar y profundizar

(“la movilidad del arco de la muñeca; su profesión, la postura y los esfuerzos”). Entonces, al pensar la anatomía ya se puede hablar desde lo neuroanatómico, lo fisiológico, lo patológico y lo semiológico, situación que permitiría, además de cerrar la brecha entre la enseñanza de las ciencias básicas y la enseñanza de las ciencias clínicas, mostrar unos contenidos funcionales para el estudiante que le ayudarían a comprender de mejor manera las diferentes situaciones de sus pacientes.

El *modelo pseudointegrador* (MP) hace referencia a la inclusión de manera independiente de las estructuras, funciones o diagnósticos erróneamente; por ello es fundamental que el docente tenga claridad en este tipo de posibles interacciones. En principio, se identificó en tres de los estudiantes, y al final, en cinco de ellos. Algunas respuestas que ejemplifican este modelo funcional en los estudiantes son:

- Para la pregunta 3. “¿Considera que frente a los signos y síntomas que se presentan en la situación problema el diagnóstico es el adecuado? ¿Por qué?”:
  - E5. Instrumento I: “Sí, porque al tener problemas para recibir señales nerviosas, el músculo empieza a disminuir su funcionalidad afectando la irrigación de la sangre y la movilidad”.
  - E10. Instrumento II: “Sí, porque en la parte tenar de la mano se encuentra atrofia, ya que el nervio radial está afectado y porque en los tres dedos medios hay adormecimiento por lesión del nervio mediano”.
- Para la pregunta 2. “¿Cuáles son las razones que pueden justificar la parestesia (hormigueo)?”:
  - E20. Instrumento I: “Al haber disminución de la masa muscular, puede relacionarse el hormigueo, el músculo no está en buen funcionamiento o con la suficiente energía”.

En las anteriores respuestas, los estudiantes hacen referencia a las estructuras involucradas (“masa muscular”), a las funciones (“buen funcionamiento”), a su interacción (“puede relacionarse el hormigueo”) y a la unión con el diagnóstico (“o con la suficiente falta de energía”); sin embargo, cuando el estudiante expone que la causa de la disminución de la masa muscular es la falta de energía, el diagnóstico es erróneo. Varias situaciones pueden ocurrir en este dictamen, por ejemplo: relacionar la funcionalidad de los músculos con la irrigación, cuando depende para este caso de la inervación (Pro, 2014); también hacer referencia a un nervio diferente al responsable del síndrome del túnel de carpo, que es el nervio mediano (Drake y Vogle, 2010), o también, integrar fenómenos fisiológicos como la bioenergética para relacionar consecuencias neuromusculares (Tortora y Derrickson, 2013).

Una de las posibles explicaciones del aumento en el porcentaje de los estudiantes ubicados en este modelo es que ellos buscaron integrar estructura y funciones, sin embargo, dicha integración se hizo apoyada en concepciones erróneas.

En el *modelo heterogéneo* (MH) se puede notar que, antes de la intervención didáctica, el mayor porcentaje de estudiantes se ubicó en este modelo con diez de ellos, caracterizado por su inespecificidad, que dificulta la interpretación de la situación problema planteada. Posteriormente, en el instrumento II, solo tres estudiantes lo utilizaron, demostrando el avance en el aprendizaje de la temática y la explicación de un modelo concreto.

Este modelo se ejemplifica en que los estudiantes ante las respuestas dadas utilizaban más de dos modelos diferentes para explicar la situación problema; es decir, no se definían para precisar un modelo estructural, funcional, semiológico, integrador o incluso pseudointegrador. Algunas respuestas que ejemplifican este modelo heterogéneo son:

- Para la pregunta 2. “¿Cuáles son las razones que pueden justificar la parestesia (hormigueo)?”:
  - E1. Instrumento I: “La poca circulación sanguínea y desgaste del hueso ya sea humero, ulna o radio”. MP.
- Para la pregunta 3. “¿Considera que frente a los signos y síntomas que se presentan en la situación problema el diagnóstico es el adecuado? ¿Por qué?”:
  - E1. Instrumento I: “Pienso que se deberían hacer más exámenes, para tener un diagnostico más claro”. MS.
- Para la pregunta 4. “¿Existe para usted otra probabilidad de diagnóstico? ¿Por qué?”:
  - E1. Instrumento I: “Sí, ya que él comenta que trabajó muchos

años en carpintería y en ese transcurso de tiempo pudo haber pasado por un accidente o tener alguna dificultad en la mano”. MF.

En este caso el E1 respondió utilizando diferentes modelos para explicar la situación problema; para la pregunta 2 utilizó el modelo pseudointegrador (MP); para la pregunta 3, el modelo semiológico (MS), y para la pregunta 4, el modelo funcional (MF). Así mismo, en el siguiente caso, en el instrumento II, el E22 respondió utilizando el modelo funcional (MF) para la pregunta 2, el modelo integrador (MI) para la pregunta 3 y el modelo semiológico (MS) para la pregunta 4:

- Para la pregunta 2. “¿Cuáles son las razones que pueden justificar la parestesia (hormigueo)?”:
  - E22. Instrumento II: “Los impulsos nerviosos (eléctricos) no llegan con eficacia provocando el hormigueo”. MF.
- Para la pregunta 3. “¿Considera que frente a los signos y síntomas que se presentan en la situación problema el diagnóstico es el adecuado? ¿Por qué?”:
  - E22. Instrumento II: “Sí, ya que presenta la sintomatología referente a cada enfermedad como daño del nervio mediano, disminución masa muscular, etc.”. MI.
- Para la pregunta 4. “¿Existe para usted otra probabilidad de diagnóstico? ¿Por qué?”:
  - E22. Instrumento II: “No, me parece que es el adecuado por los síntomas presentados por el paciente”. MS.

## Conclusiones

Se logró identificar seis modelos explicativos que pueden dar razón del concepto *miembro superior*: estructural, funcional, semiológico, integrador, pseudointegrador y heterogéneo. Es una evidencia que ratifica que ante un concepto o fenómeno se pueden tener construcciones personales que responden en gran medida a las interacciones entre sujeto y su medio académico, social y cultural.

Tras la intervención, se reflejó un incremento en el número de estudiantes ubicados en este modelo (de cinco al inicio del proceso, se pasó a siete). Un hecho que, desde el aprendizaje conceptual, es positivo porque manifiesta, de un lado, la importancia de comprender que el *miembro superior* es un concepto que debe relacionar estructura y función, y en segundo lugar, que será necesaria la integración de su enseñanza para reducir el riesgo de ver una estructura corporal separada de su incidencia en el funcionamiento del mismo organismo.

El incremento de estudiantes ubicados al final del proceso del modelo semiológico, además de ser un indicador de la incorporación por parte de los estudiantes de conocimientos relacionados con la evaluación clínica, es una oportunidad para docentes y estudiantes de utilizarse como objeto de discusión sobre los posibles alcances que tiene este modelo y dar una interpretación más funcional a los síntomas que se exponen en una situación médica.

La reducción del número de estudiantes ubicados en el modelo heterogéneo, al final del proceso (de diez a tres), indicó la relevancia de la intervención para intentar movilizar el pensamiento del estudiante de modelos *fragmentados* a modelos que intentan establecer relaciones entre estructura y función, necesarios para comprender en profundidad el fenómeno abordado.

El estudio desarrollado muestra la relevancia que tiene para los procesos de enseñanza y aprendizaje el estudio de los modelos explicativos de los alumnos, como sustento para la estructuración de propuestas didácticas. Además, es esencial para el campo de formación del profesional de la salud, dada la ausencia de trabajos didácticos específicos que focalicen su atención en las dificultades en los procesos de aprendizaje. Esta propuesta se convierte, entonces, en una posibilidad para enriquecer el ya riguroso trabajo que el docente realiza en el aula de clases.

## Reflexiones finales

Para la didáctica de la anatomía, la descripción de los modelos explicativos es un punto de partida para pensar y planear su enseñanza. Para identificarlos se hizo una integración desde el componente disciplinar y desde los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo cual permitió describir los modelos explicativos de los estudiantes de anatomía sobre el *miembro superior*. Asimismo, condujo a identificar diferentes obstáculos en el aprendizaje, que se mencionan a continuación:

- Evidente falta de lectura y análisis de información de parte de los estudiantes de Anatomía.
- Inadecuada integración entre la estructura, función y componente semiológico al momento de aprender y enseñar anatomía.
- Posible estructura curricular con áreas fragmentadas en los programas de salud los cuales ofrecen la asignatura de anatomía.
- Estructura lineal en la formación con un currículo jerárquico donde se piensa erróneamente, por ejemplo, que para hablar de función se debe tener clara la estructura.
- Desintegración entre las ciencias básicas y las ciencias clínicas.

Identificar los modelos explicativos en Anatomía permitió hallar estos obstáculos de aprendizaje, los cuales proponen ser utilizados como puntos de partida para mejorar, construir y orientar reflexiones en los procesos de enseñanza de la anatomía.

Después de identificar los modelos explicativos que tienen los estudiantes de anatomía y de definir los obstáculos frente al aprendizaje, se propone incorporarlos a la unidad didáctica elaborada hasta el momento, la que también permite orientar esos modelos en la utilización significativa en diferentes contextos, lo cual va en coherencia con la evolución conceptual.

## Referencias

- Astolfi, J. P. (1999). El tratamiento didáctico de los obstáculos epistemológicos. *Revista Educación y Pedagogía*, 11(25).
- Alzate, O. y Tamayo, O. (2019). Metacognición en el aprendizaje de la anatomía. *International Journal of Morphology*, 37(1), 7-11.
- Ávila, C. y Guerra, A. (2017). El estudio del movimiento del corazón y la circulación de la sangre desde la óptica de la historia cultural de las ciencias y sus implicaciones para la enseñanza. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (número extraordinario), 893-899. Recuperado de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4830>
- Bachelard, G. (1978). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI.
- Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido*. Akal.
- Bianchini, T.B. (2014). Argumentação em atividades investigativas: uma análise dos níveis dos argumentos produzidos por alunos do ensino médio. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (número extraordinario), 450-457. <https://doi.org/10.17227/01203916.3344>
- Buitrago, Á., Hernández, R. y Mejía, N. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa*, 13(63), 17-40. <http://www.innovacion.ipn.mx/Revistas/Documents/Revistas%202013/Innovaci%C3%B3n-Educativa-63/1-63-La-argumentaci%C3%B3n-de-la-ret%C3%B3rica-a-la-ense%C3%B1anza-de-las-ciencias.pdf>
- Couso, D. y Garrido-Espeja, A. (2017). Models and modelling in pre-service teacher education: Why we need both. En K. Hahl, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto, I. J. Lavonen (eds.), *Cognitive and affective aspects in science education research* (pp. 245-261). Selected Papers from the ESERA 2015 Conference. Springer.
- Drake, R. y Vogle, W. (2010). *Gray, anatomía para estudiantes* (2a. ed.). Elsevier.
- García, G. y Ruiz, F. (2017). Modelos explicativos de infarto agudo del miocardio y su relación con el ABP. *Enseñanza de las Ciencias* (número extraordinario), 4413-4419.

- Goetz, M. y Lecompte, J. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación cualitativa*. Morata.
- Guiraldes, H., Oddó, H. y Mena, B. (2001). Enseñanza de la anatomía humana: experiencias y desafíos en una escuela de medicina. *Revista Chilena de Anatomía*, 19(2), 205-212.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1991). Mental Models. En M. I. Posner (ed.), *Foundations Cognitive Science*. The MIT Press.
- Johnson, E. O., Charchanti, A. V. y Troupis, T. G. (2012). Modernization of an anatomy class: From conceptualization to implementation. A case for integrated multimodal-multidisciplinary teaching. *Anatomical Sciences Education*, 5(6), 354-366.
- Korf, H. W., Wicht, H., Snipes, R. L., Timmermans, J. P., Paulsen, F., Rune, G. y Baumgart-Vogt, E. (2008). The dissection course. Necessary and indispensable for teaching anatomy to medical students. *Annals of Anatomy*, 190(1), 16-22.
- López, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *Revista de Educación*, 4, 167-179.
- López-Mota, A. y Moreno, G. (2014). Sustentación teórica y descripción metodológica del proceso de obtención de criterios de diseño y validación para secuencias didácticas basadas en modelos: el caso del fenómeno de la fermentación. *Revista Bio-grafías*, 7(13), 109-126.
- López, A., Orrego, M. y Tamayo, Ó. (2017). Modelos explicativos y su relación con las concepciones alternativas de estudiantes universitarios sobre inmunología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* (número extraordinario), 1049-1057. <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4851>
- Loukas, M., Colborn, G., Peter, A. y Carmichael, S. (2010). *Repaso de anatomía. Preguntas y respuestas*. Elsevier.
- Marchán-Carvajal, I. y Sanmartí, N. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación Química*, 26, 267-274.
- Moore, K., Dalley, A. y Agur, A. (2014). *Anatomía con orientación clínica*. (7.º ed.). Wolters Kluwer.
- Moreira, M. A. y Greca, I. M. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 16(2), 289-303.
- Nersessian, N. (2008). *Creating Scientific Concepts*. The MIT Press.
- Paz, M. (2003). *Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones*. McGraw-Hill.

Pérez, A. (2010). El sentido del *practicum* en la formación de docentes. La compleja interacción de la práctica y la teoría. En A. Pérez (coord.), *Aprender y enseñar en la práctica: procesos de innovación y prácticas de formación en educación secundaria* (pp. 89-106). Graó.

Pérez, G. (2008). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes*. Editorial La Muralla.

Pro, E. (2014). *Anatomía clínica*. Editorial Médica Panamericana.

Ruiz, F., Tamayo, O. y Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e Pesquisa*, 41(3), 629-645.

Tortora, G. y Derrickson, B. (2013). *Principios de anatomía y fisiología* (13.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

Triana, Z. (2012). La enseñanza de las ciencias básicas médicas. *Los retos de la educación médica en México*, 1(1), 21-59.

## Para citar este artículo

Alzate, O., Ruiz, F., Londoño, S. y Trujillo, L. (2021). Modelos explicativos en anatomía. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (49), 219-238. <https://doi.org/10.17227/ted.num49-7229> 219-238.

## Anexo 1. Modelos explicativos en anatomía

Estudiante: \_\_\_\_\_

### Situación problema

Un hombre de 70 años fue carpintero por 50 años, se jubiló hace 10 años. Consulta porque siente un dolor quemante que lo despierta a mitad de la noche, que mejora agitando la mano. Además, presenta adormecimiento de los tres dedos medios de la mano derecha y dificultad para sujetar objetos. Al evaluarlo el fisioterapeuta, presenta disminución de la masa muscular en la eminencia tenar, al igual que disminución de la sensibilidad (hipoestesias) y hormigueo (parestesia), lo que indica una compresión del nervio mediano, generando un diagnóstico de síndrome del túnel del carpo (Loukas, 2010).

**Actividad:** en relación con la situación problema por favor responda lo siguiente:

1. ¿Qué estructuras del miembro superior considera que están afectadas en el caso descrito?

---

---

---

---

---

2. ¿Cuáles son las razones que pueden justificar la parestesia (hormigueo)?

---

---

---

---

---

3. ¿Considera que frente a los signos y síntomas que se presentan en la situación problema el diagnóstico es el adecuado? ¿Por qué?

---

---

---

---

---

4. ¿Existe para usted otra probabilidad de diagnóstico? ¿Por qué?

---

---

---

---

---

Agradecemos sus aportes y el tiempo que le dedica a esta solicitud.

## Anexo 2. Intervención didáctica

Como se dijo, en el componente metodológico, fueron tres las fases desarrolladas en este proceso de investigación y de intervención didáctica. A continuación se detalla, con sus actividades, cada fase ejecutada.

### Fase 1. Desarrollo de actividades para identificar e intervenir los modelos explicativos

La secuencia didáctica para la unidad de miembro superior se aplicó durante tres semanas y fue construida después de haber estudiado fundamentos de anatomía, y de haber hecho un análisis inicial a los resultados de la primera aplicación del cuestionario. En cada semana se tuvo un tiempo de siete horas distribuidas en tres sesiones. Antes de cada clase, el estudiante debía iniciar con el estudio de la unidad didáctica de anatomía la cual incluye lecturas de textos de anatomía, resolución de algunas preguntas sobre el tema, observación de videos y la realización de algunas actividades previas con estructuras biológicas en el laboratorio. Cada clase conformó una secuencia didáctica que a continuación se detalla.

### Fase 2. Estructura de la unidad didáctica para identificar modelos explicativos en anatomía

**Propósito:** reconocer la anatomía del sistema musculoesquelético de miembro superior en cuanto a estructura, localización y función.

#### *Contenidos y actividades*

Se combinaron diversas actividades teóricas y prácticas que condujeron al logro del propósito. Estas actividades se enmarcaron en lo siguiente:

#### *Actividad núm. 1. Explorando modelos explicativos sobre miembro superior.*

*Primera aplicación del cuestionario para identificar modelos explicativos.* Inicialmente se aplicó un instrumento con el fin de identificar los modelos explicativos utilizados por los estudiantes al resolver una situación problema propuestas en el instrumento (anexo 1). Importante precisar que la validación del instrumento constituido por cuatro preguntas sobre un caso clínico se hizo mediante juicio de expertos y prueba piloto. En los comentarios del juicio de expertos, se sugirió tener en cuenta de manera independiente la pregunta de estructuras de la de justificación. Así mismo, incluir otra posibilidad de diagnóstico como pregunta.

### *Actividad núm. 2. Osteología de miembro superior.*

- Metacognición en osteología de miembro superior.
- Fundamentación teórica y práctica de huesos de miembro superior.
- Metacognición en osteología de miembro superior.

### *Actividad núm. 3. Articulaciones y miología de miembro superior.*

- Fundamentación teórica y práctica de articulaciones de miembro superior.
- Metacognición en miología de miembro superior.
- Fundamentación teórica y práctica de músculos de miembro superior.
- Metacognición en miología de miembro superior.

### *Actividad núm. 4. Nervios y vasos de miembro superior.*

- Fundamentación teórica y práctica de vasos y nervios de miembro superior.
- Discusión de casos clínicos en Anatomía de miembro superior.

### *Propuesta evaluativa*

La evaluación, desde la perspectiva pedagógica, se desarrolló durante toda la aplicación de la secuencia. Así, hubo varios momentos evaluativos: después de la actividad 2 y al finalizar la actividad 4. Las evaluaciones de miembro superior fueron teóricas y prácticas; estas se hicieron utilizando las estructuras biológicas del laboratorio: huesos, músculos, vasos y nervios.

### *Fase 3. Segunda aplicación del cuestionario*

En esta fase, muy similar a la primera actividad del momento anterior, se aplicó el mismo instrumento con el fin de identificar posibles cambios en los modelos explicativos de los estudiantes con base en el conocimiento adquirido y a la secuencia didáctica aplicada (anexo 1). Con ello, mostraríamos, además de los cambios, la comprensión sobre el porqué y cómo se dan dichos movimientos o cambios conceptuales.