

# EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE EL CONCEPTO DE FAGOCITOSIS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Mary Orrego Cardozo

*Profesora Universidad Autónoma de Manizales. Profesora  
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.*

Ana Milena López Rúa

*Estudiante Maestría en Enseñanza de las Ciencias.  
Universidad Autónoma de Manizales.*

**RESUMEN:** En esta investigación se describen los modelos que tienen estudiantes sobre inmunología, específicamente sobre el proceso de fagocitosis. En primer lugar, describimos los modelos explicativos empleados por los estudiantes; en segundo lugar, identificamos los diferentes tipos de obstáculos frente al aprendizaje de este concepto. La identificación de los modelos y de los obstáculos frente al aprendizaje nos permitió orientar acciones de enseñanza con el propósito de lograr la evolución de los diferentes modelos. Es un estudio cualitativo comprensivo y con intencionalidad transformadora en el contexto de la educación universitaria.

**PALABRAS CLAVE:** Obstáculos, aprendizaje, enseñanza, modelos, inmunología.

## OBJETIVOS

Identificar los modelos explicativos sobre el proceso de fagocitosis empleados por estudiantes universitarios del área de la salud.

Caracterizar la evolución conceptual de los modelos que tienen estudiantes universitarios sobre el proceso de fagocitosis después de la intervención didáctica.

## MARCO TEÓRICO

Los estudios pioneros realizados sobre los modelos desde la didáctica de las ciencias estuvieron orientados a conocer cuáles eran las representaciones internas que tenían los alumnos en dominios específicos del conocimiento, tanto los que hacían referencia a conocimientos de orden intuitivo como los adquiridos mediante la enseñanza. En la actualidad, el interés central en el estudio de los modelos reside en una mejor comprensión del proceso de su construcción y transformación. Para ello, se requiere una mejor comprensión de los procesos mediante los cuales construimos representaciones y de cómo éstas pueden ser usadas por los sujetos para su razonamiento; el desconocimiento de estos aspectos nos puede llevar a enfrentarnos con diferentes obstáculos en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Frente al conocimiento de los modelos mentales y al uso que se les da para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos científicos, encontramos diferentes tendencias (Clement et al., 2008, Nersessian, 2008, Thagard, 2012). En primer lugar, es posible considerar los modelos, bien, desde perspectivas de análisis unidimensional o multidimensional, como tipos de representaciones estáticas en las cuales el propósito final es la construcción del modelo mental sobre un concepto determinado y, en segundo lugar, fijar la atención más en el proceso que lleva a la construcción del modelo mental. Centrar la atención en los procesos que permiten u obstaculizan el paso de unos modelos mentales iniciales a otros modelos finales nos introduce en un nuevo y rico campo de investigación en la enseñanza, la evolución conceptual.

En el campo de la biología se han realizado investigaciones en sistema nervioso, (Serrano, 1992), bioenergética (Tamayo 2001, 2007), respiración (Núñez y Banet 1996, Grosbois y Sirota, 1991), cadena respiratoria (Konigsberg, 1999). Otros estudios enfatizan en las funciones, procesos e interrelaciones de la respiración con otros procesos del organismo (Barak et al., 1999), dentro de los cuales podemos mencionar la relación de la respiración con la nutrición y con el ejercicio (Tamayo y Orrego, en prensa).

La historia de la biología es rica en descripciones y explicaciones de los diferentes fenómenos que se relacionan con la salud, la enfermedad y la homeostasis, temas centrales en el estudio de la inmunología. Los distintos modelos explicativos que los científicos de diferentes épocas han construido sobre los diferentes procesos inmunológicos se constituyen, sin lugar a dudas, en puntos de partida para la enseñanza de estos conceptos (ver tabla).

Tabla 1.  
Modelos explicativos en inmunología.

Modelos explicativos	Aproximación teórica
Sobrenatural	Enfermedad como forma de castigo teúrgico de los dioses o de los enemigos.
Desequilibrio	Las enfermedades eran atribuidas a una alteración o desequilibrio en uno de los 4 humores: sangre, flema, bilis amarilla y bilis negra
Teoría miasmática	Las enfermedades como el cólera y la peste negra eran causadas por un miasma, una forma nociva de aire ahogado; si alguien era expuesto al miasma podía adquirir la enfermedad.
Modelo clásico o biológico	La respuesta inmune tiene su fundamento en una metáfora militar. El cuerpo responde frente a amenazas externas atacando o combatiendo los agentes extraños.
Pre-científico	No se sufre una enfermedad infecciosa dos veces y de padecerla la recaída nunca es mortal.
	La exposición a agentes patógenos otorga inmunidad duradera.
	La inmunidad se adquiere por variolización, escarificación o ingestión gradual de tóxicos
	Surgimiento de la inmunidad adquirida de manera activa.
Científico	Vacunación
	Agentes patógenos como causantes de enfermedad
	Relación bacteria-enfermedad
	Concepto de Prevención
	Resistencia por vacunación
	Especificidad inmunológica
Presencia de receptores para el reconocimiento de antígenos	
Mecanismos de Inmunidad específica	
Mecanismos de inmunidad inespecífica	

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio cualitativo en el cual se describieron los modelos mentales de 20 estudiantes de segundo semestre de un programa de salud en la asignatura de biología celular y molecular. Se recogió información sobre el campo conceptual de la inmunología. Para la recolección de la información se aplicó un instrumento tipo Likert. Se propusieron, además, preguntas abiertas referidas a situaciones cotidianas y casos clínicos relacionados con los mecanismos inmunológicos y representaciones gráficas de diferentes fenómenos en el campo de la inmunología. La información se analizó con apoyo en el software Atlas-Ti.

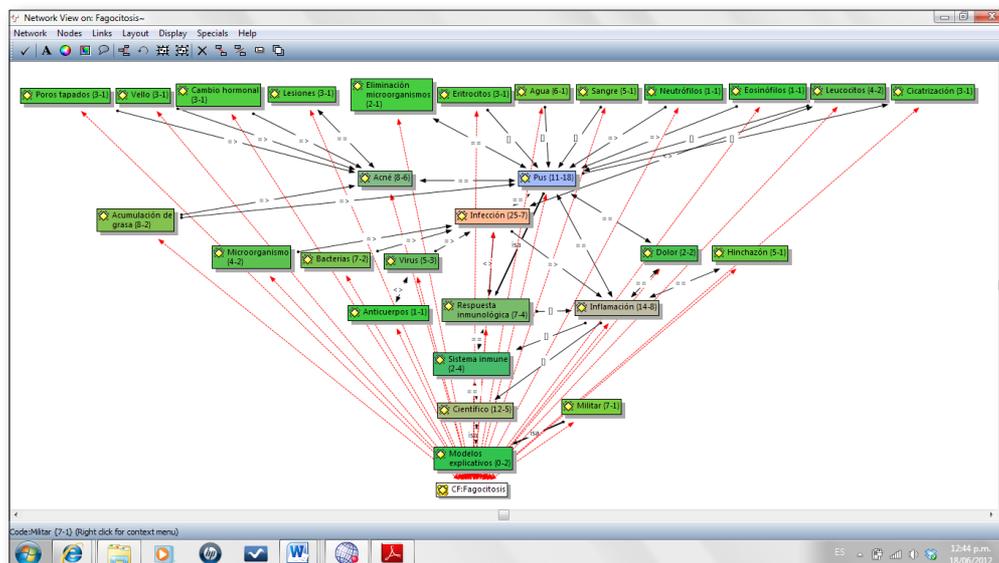


Fig. 1: Red semántica en la que se representa el modelo explicativo inicial de los estudiantes sobre el concepto de fagocitosis.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Desde el punto de vista teórico, la inmunidad comprende básicamente dos procesos: la inmunidad innata o natural y la inmunidad adaptativa o adquirida. Hacen parte de la inmunidad natural las barreras naturales, los mecanismos de defensa inespecíficos como fagocitosis e inflamación y los sistemas complementarios como el sistema del complemento, la coagulación y la fibrinólisis.

En el análisis de la información encontramos explicaciones congruentes con los modelos militar y biológico y científico. En las respuestas de los estudiantes se identifican las características del modelo clásico: son las defensas las encargadas de atacar bacterias o virus que han entrado del exterior.

En el análisis del modelo científico aparecen términos característicos de este modelo de acuerdo a la evolución histórica del concepto de inmunidad; por ejemplo el término de microorganismo como causante de enfermedad o de infección (Pasteur, Koch), el concepto de inflamación, concepto de tumor en inflamación, daño de las paredes de los vasos sanguíneos (Lister, Virchow, Rokitsky, Cohnheim, citados por Iglesias-Gamarra y col., 2009).

A continuación describimos los modelos explicativos que tienen los estudiantes para explicar el concepto de fagocitosis, los cuales se elaboraron a partir del análisis del contenido de las respuestas dadas a las diferentes preguntas y problemas planteados. Además, se presentan los obstáculos que tienen algunos estudiantes para explicar el proceso de fagocitosis.

En el modelo científico sobre fagocitosis, antes de la intervención didáctica, encontramos, en muy pocos estudiantes, expresiones que relacionan el término respuesta inmune con sistema inmune. Cuando se plantea a los estudiantes que el acné ocasiona lesiones con pus, o cuando se plantea que en algunos casos de amigdalitis se observan placas blanquecinas en las amígdalas, ellos se refieren al pus o a las placas blanquecinas como una respuesta del sistema inmune para atacar la infección. El término fagocitosis no es expresado por ningún estudiante, mientras que el término que aparece para dar explicación a los fenómenos planteados es el de inflamación, pero, no caracterizan este proceso molecularmente y usan con mucha frecuencia el término hinchazón para referirse a este mecanismo de defensa inespecífico y desconocen el concepto de edema como la transvasación de líquidos y proteínas a los tejidos afectados. Los estudiantes no asocian la formación de pus con el proceso inflamatorio ni con la fagocitosis, desconocen que el pus se produce como un proceso en el cual los fagocitos realizan degradación interna de los agentes extraños y muchas de estas células una vez cumplida su función mueren, como es el caso de los neutrófilos, por lo tanto, en el pus hay presencia de leucocitos, hay restos celulares del tejido inflamado, productos metabólicos celulares y por supuesto agua.

Los principales obstáculos encontrados frente al aprendizaje del concepto de fagocitosis son: a) distanciamiento entre los conceptos aprendidos previamente y su aplicación en la explicación o comprensión de los fenómenos cotidianos; b) creer demasiado en el sentido común y dar poco valor al conocimiento científico estudiado en el momento de resolver problemas y c) dificultad general para usar el lenguaje especializado.

## MODELO DE FAGOCITOSIS DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

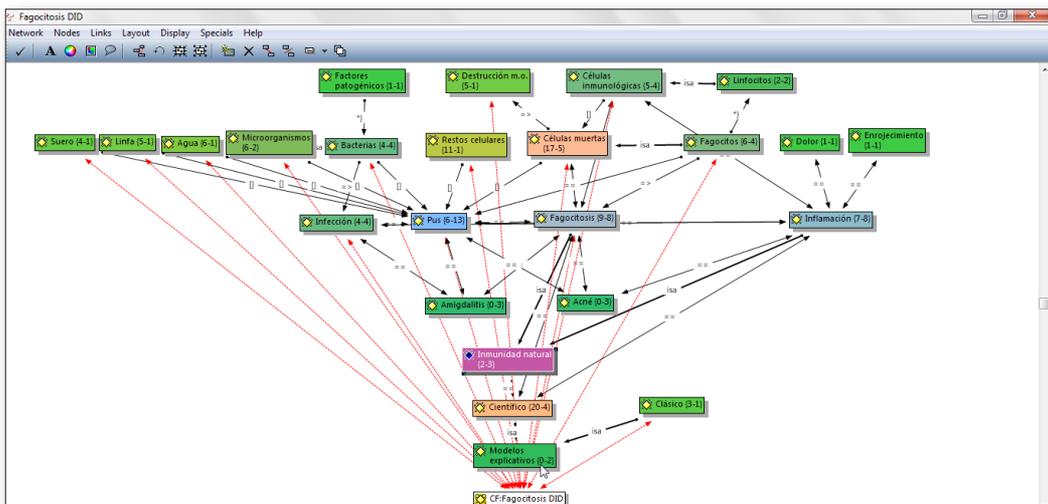


Fig. 2. Red semántica sobre concepto de fagocitosis después de la intervención didáctica (DID). El código destrucción m.o. (destrucción de microorganismos se refiere a las respuestas que hablan de destrucción, muerte o eliminación de microorganismos).

Después de la intervención didáctica (ver figura 2), en términos generales, las respuestas dadas por los estudiantes hacen referencia a mecanismos de defensa de la inmunidad natural como la fagocitosis y la inflamación. Los estudiantes mejoraron el uso del lenguaje especializado, se refieren a algunos términos con mayor propiedad y son capaces de representar las etapas de la fagocitosis.

---

En cuanto al modelo científico, los estudiantes relacionan los procesos de fagocitosis e inflamación con la producción de pus y saben identificar sus componentes, entre los cuales mencionan: agua, linfa, células muertas y microorganismos. Así mismo, encontramos respuestas en las cuales se considera a la fagocitosis y a la inflamación como procesos a través de los cuales se destruyen los patógenos. En otras respuestas los estudiantes se refieren específicamente a las células muertas como células fagocitarias que destruyen los antígenos. En relación con el modelo clásico o biológico encontramos pocas respuestas (3 en total), en las cuales el sistema inmune se compara con un sistema militar.

## CONCLUSIONES

Destacamos como principales resultados de la investigación la caracterización de los modelos de fagocitosis empleados por los estudiantes antes y después de la intervención didáctica. Asimismo, caracterizamos los principales obstáculos de ellos frente al aprendizaje del concepto de fagocitosis, los cuales se constituyeron en punto de partida para el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de la inmunología. Por último, describimos la evolución conceptual de los estudiantes como resultado del proceso de enseñanza realizado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barak, J., Gorodsky, M. and Chipman, D. (1997). Understanding of energy in biology and vitalistic conceptions. *International Journal of Science Education*, 19 (1), pp.21- 30.
- Clement, J. J. and Rea-Ramírez, M. A. (2008). *Model Based Learning and Instruction in Science*. USA: Springer ediciones.
- Grosbois, M. Rico, G. and Sirota, R. (1991). Les manuels, un mode de textualisation scolaire des savoir savant. *Aster*, 13, 59-91.
- Iglesias-Gamarra, A. Siachoque, H. Pons-Estel, B. Restrepo, J. F. Gerardo Quintana L. y Gómez, G.A. (2009). Historia de la autoinmunidad. Primera Parte: La inmunología ¿desde dónde y hacia dónde? *Revista Colombiana de reumatología*. 16 (1), pp.11-31
- Köningsberg, M. (1999). A simple model to facility student's understanding of the mitochondrial respiratory chain. *Biochemical Education*, 27 (1), pp.9-11.
- Nersessian, N. (2008). *Creating Scientific Concepts*. Cambridge: The MIT Press.
- Núñez, F. and Banet, E. (1996). Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación. *Enseñanza de las Ciencias*. 14 (3), pp. 261-278.
- Serrano, G. T. (1992). *Desarrollo conceptual del sistema nervioso en niños de 5 a 14 años. Modelos mentales*. Tesis Doctoral no publicada. Madrid: Universidad Complutense
- Tamayo, O. E. (2001). *Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración*. Tesis doctoral. Barcelona. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Tamayo, O. and Sanmartí, N. (2007). High-School Students' Conceptual Evolution of the Respiration Concept from the Perspective of Giere's Cognitive Science Model. *International Journal of Science Education*, 29 (2), pp.215-248.
- Thagard, P. (2012). *The Cognitive Science of Science. Explanation, Discovery, and Conceptual Change*. Cambridge: The MIT Press.