

# INMUNIDAD: MODELOS MENTALES DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Ana Milena López Rúa  
*Profesora Universidad Autónoma de Manizales*  
ana.lopezru@autonoma.edu.com

Mary Orrego Cardozo  
*Profesora Universidad Autónoma de Manizales y Universidad Nacional de Colombia sede Manizales*  
mary.orrego@gmail.com

Óscar Eugenio Tamayo Alzate  
*Profesor Universidad de Caldas y Universidad Autónoma de Manizales*  
oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

**RESUMEN:** Se realizó un estudio comprensivo sobre los modelos mentales que tienen 37 estudiantes universitarios acerca de los procesos metabólicos que se desencadenan en el sistema inmune como respuesta a la acción de microagresores. Para la recolección de la información se aplicó un cuestionario tipo Likert y se realizaron preguntas abiertas sobre casos clínicos. El análisis se realizó desde la perspectiva multidimensional (Tamayo, 2001), en la que se elaboraron redes semánticas con el software Atlas-ti acerca de tres categorías o dimensiones: aspectos epistemológicos (modelos explicativos de la inmunología), aspectos ontológicos (origen de las concepciones alternativas) y aspectos cognitivo-lingüísticos (análisis del discurso); estos análisis en su conjunto nos permitieron caracterizar los modelos mentales en el campo de la inmunidad.

**PALABRAS CLAVE:** inmunidad, modelos mentales, aprendizaje.

**OBJETIVOS:** Un problema fundamental en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es conocer cómo los sujetos representan en su mente su conocimiento sobre el mundo, cómo operan con esas representaciones y cómo pueden construirse, re-construirse y cambiar en diferentes contextos (Tamayo y Sanmartí, 2007). En la actualidad, se reconoce el importante papel que cumplen estas representaciones y cómo estas influyen en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Nos interesa centrar nuestra atención en el papel que juegan los modelos mentales de los estudiantes, como un tipo de representación (Johnson-Laird 1983, Nersessian 2008), en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, entender cómo se construyen y re-construyen.

La presente investigación tuvo como propósito, identificar los diferentes modelos de los estudiantes frente a los procesos metabólicos que se desencadenan en el sistema inmune como respuesta a la acción de microagresores. Se propuso la caracterización de estos modelos desde diferentes aspectos: epistemológicos, ontológicos y cognitivo-lingüísticos.

## MARCO TEÓRICO

### Origen de las concepciones alternativas

Pozo y Gómez (1998), establecen que las concepciones alternativas se diferencian en su origen y a partir de allí se pueden caracterizar como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1.  
Origen de las concepciones alternativas (Pozo y Gómez, 1998).

Concepciones espontáneas	Se forman en el intento de dar significado a las actividades cotidianas.
	Se forman por las percepciones sensoriales que tienen las personas acerca del mundo que les rodea.
Concepciones inducidas	Son creencias inducidas debido a procesos de socialización.
	Se originan en el entorno social del estudiante, al éste asimilar las creencias, la cultura y el lenguaje. Juega un papel importante la escuela, donde los estudiantes adquieren concepciones derivadas de la enseñanza.
Concepciones analógicas	Se derivan de las comparaciones que se realizan con hechos de la vida cotidiana.
	Se originan cuando el estudiante trata de asimilar el conocimiento científico de forma analógica con el conocimiento cotidiano.

### De las concepciones alternativas a los modelos mentales

Gilbert and Justi (2016) señalan que “The widely recognised importance of models in scientific practice suggests that they should have an equally important role in science education. The meanings attached to the word ‘model’ in the philosophical literature and the psychological literature leads to two canonical interpretations: the ‘models as representations’ view and the ‘models as epistemic artefacts’ view. The latter is argued as being the more educationally valuable of the two. The central role of analogy, thought experimentation, and argumentation, in the creation and validation of models – the act of modelling – is explored against a background of the philosophical and psychological literature on the theme. Ways in which models have been developed in educational contexts are then explored, leading to the presentation of the new version of the ‘Model of Modelling’ that is the basis of this book” (p. 17).

Desde el punto de vista anterior, reconocemos que los modelos mentales se han estudiado ampliamente desde la psicología y la filosofía. Sin querer desconocer la importancia de los estudios filosóficos, nos ubicamos en la perspectiva psicológica, porque reconocemos desde allí su valioso papel en la enseñanza de las ciencias.

Los psicólogos han investigado acerca de los modelos mentales (Nerssesian, 2008, Craik, 1943, Johnson-Laird, 1983) y su impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje. A partir de todos estos estudios, se reconoce que los modelos mentales son análogos estructurales del mundo (Johnson-Laird, 1983) que permiten a los individuos explicar y hacer predicciones acerca de fenómenos, así como resolver problemas (Gilbert y Justi, 2016).

De las varias formas representacionales propuestas por las ciencias cognitivas, el constructo modelo mental (conjuntamente con los conceptos de modelo conceptual y modelización) es el que ha recibido la preferencia de los investigadores en enseñanza de las ciencias, tal como puede observarse a partir del número creciente de artículos que a ese respecto están siendo publicados en las principales revistas del área (Krapas et al., 1997, citado por Moreira, Greca y Rodríguez-Palmero, 2002: 37).

Los modelos mentales son incompletos e inestables, en la medida que las personas olvidan detalles de sus modelos – o suelen descartarlos –; además, no son científicos, pues reflejan las creencias de los sujetos que los construyen (Norman, 1983). También son parsimoniosos y funcionales. Independientemente de estas características comunes de los modelos mentales, pueden ser usados siempre de forma adecuada (Norman, 1983; Johnson-Laird, 1983; Vosniadou y Brewer 1992; Vosniadou, 1997, citados por Tamayo, 2001).

Tamayo (2001), propone el estudio de los modelos mentales desde una perspectiva multidimensional que integre aportes conceptuales, lingüísticos, metacognitivos, ontológicos y motivacionales:

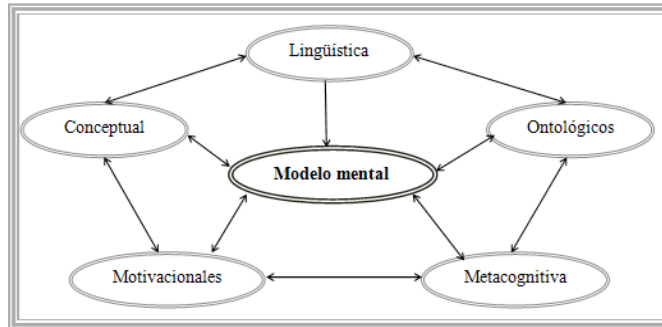


Fig. 1. Propuesta para el estudio de los modelos mentales desde una perspectiva multidimensional (Tamayo, 2001).

### Caracterización de los modelos explicativos en el campo conceptual de la inmunología

Los modelos conceptuales son representaciones externas, compartidas por una determinada comunidad y consistentes con el conocimiento científico que esa comunidad posee (Moreira, Greca y Rodríguez-Palmero, 2002). Desde este punto de vista, es importante reconocer los modelos explicativos o conceptuales que se han tejido a lo largo de la historia de la ciencia, pues se constituyen en puntos de partida obligados para los procesos de enseñanza.

En el campo de la biología se encuentran múltiples descripciones relacionadas con la salud y la enfermedad, indispensables en el estudio del campo conceptual de la inmunidad. Estos se encuentran en la literatura como estudios históricos y epistemológicos de los mecanismos inmunológicos, que aparecen como representaciones que se han hecho los sujetos a lo largo de la historia y en determinados contextos (ver tabla 2):

Tabla 2.  
Modelos explicativos del campo de la inmunidad.

<i>Sobrenatural</i>	<i>Teoría miasmática</i>	<i>Pre-científico</i>
Castigo de los dioses.	Enfermedades causadas por un miasma.	Las enfermedades solo aparecen una vez en la vida
<i>Desequilibrio</i>	<i>Clásico</i>	<i>Científico</i>
Alteración en los 4 humores: sangre, flema, bilis amarilla y bilis negra.	La respuesta inmune tiene su fundamento en una analogía de tipo militar.	Reacción-antígeno anticuerpo, vacunación, mecanismos inmunológicos.

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio comprensivo, en el que se ubicaron las respuestas de 37 estudiantes universitarios (pertenecientes al segundo semestre de un programa del área de la salud) en los distintos modelos explicativos del campo conceptual de la inmunología y, posteriormente, los distintos tipos de concepciones, luego se describió la coherencia y la estructura del discurso. Para la recolección de la información se aplicó un cuestionario tipo Likert. Se propusieron además preguntas abiertas referidas a situaciones cotidianas o casos clínicos relacionados con los mecanismos inmunológicos (ver tabla 3).

Tabla 3.  
Ejemplo de preguntas (P) empleadas para la recolección de la información.

<i>Tipología de preguntas realizadas para la recolección de la información</i>	
2.	Las ratas pueden ser portadoras del virus de la rabia sin padecer la enfermedad. Cuando una rata con el virus de la rabia nos muerde es probable que desarrollemos la enfermedad y podamos morir. ¿Puedes explicar por qué la rata no sufre la enfermedad y nosotros sí?
18.	Es común que el acné de los adolescentes ocasione lesiones con pus. El pus está formado por agua y sangre y se produce porque los glóbulos rojos se estallan.  CA A D CD Porque: _____

Para el análisis de la información, se identificaron oraciones nucleares o con sentido (Chomsky, 2004) dadas por los estudiantes en el campo de la inmunidad y se elaboraron redes semánticas con el software Atlas-ti.

## RESULTADOS

A partir del análisis de los datos, pudimos encontrar 3 modelos mentales (MM) en el grupo de estudiantes universitarios. A continuación, pasamos a describir uno de los modelos hallados y la lógica seguida para su construcción.

El MM1 se identificó a partir de tres categorías propuestas por Tamayo (2001) en la perspectiva multidimensional de los modelos: aspectos epistemológicos, aspectos ontológicos y aspectos cognitivo-lingüísticos.

El MM1 presenta las características que se esquematizan en la figura 2:

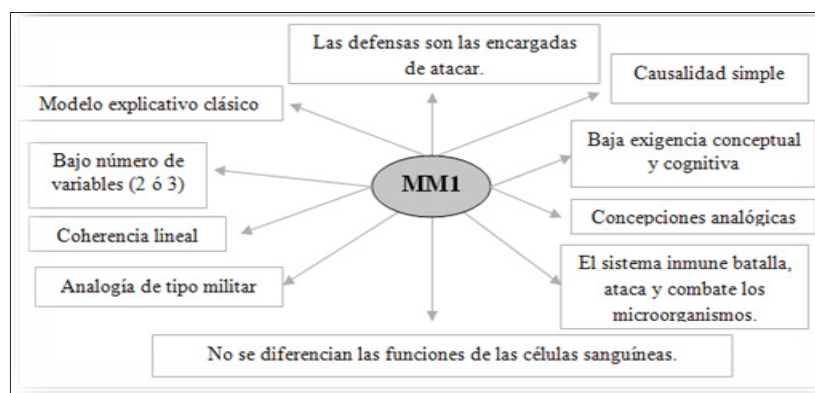


Fig. 2. Características generales del modelo mental 1 (MM1).

Es característica del MM1, la tendencia a ubicar el sistema inmune como un conjunto de reconocedores externos, en el cual el cuerpo responde frente a amenazas externas. Se utilizan analogías – consecuente con las concepciones analógicas – en las que es común encontrar calificativos empleados en el contexto militar como combatir, batallar, atacar o defender.

Como podemos apreciar en las respuestas, se observa coherencia lineal y en otros casos, discursos poco coherentes en su conjunto, esto nos hace pensar en la tendencia a la producción de discursos con poco sentido, con un bajo número de variables, con baja demanda cognitiva y conceptual. Es característico dentro de esta tendencia el empleo de un número bajo de proposiciones o variables (2 ó 3) de manera lineal dentro del discurso elaborado por los estudiantes.

Para comprender mejor este modelo mental, presentamos a modo de ilustración, un texto ubicado dentro del MM1, en el que identificamos algunos de los tópicos antes planteados:

Tabla 4.  
Caracterización del MM1 que sugiere conocimientos superficiales sobre el campo conceptual de la inmunidad.

P14.E25. <i>“A, al sufrir esta enfermedad el organismo al mismo tiempo crea las defensas necesarias para que la próxima vez que se ponga en contacto con este no vuelva a padecerlo y pueda atacarlo, ya que se crean una defensas específicas para atacarlo.”</i>	
Aspectos epistemológicos	Las defensas son las encargadas de atacar bacterias o virus que han entrado del exterior.
	No se hacen explicaciones de cómo son reconocidos los agentes extraños.
Aspectos ontológicos	Concepciones analógicas.
	Tendencia a utilizar términos como combatir, batallar, atacar o defender.
	Se difuminan los conocimientos científicos con los cotidianos.
Aspectos cognitivo-lingüísticos	Uso de conectores causales.
	Bajo número de variables (máximo 3).
	Ausencia de exigencia conceptual.
	Discursos con coherencia lineal.
	Pensamiento causal simple.

En el MM1 el sistema inmune se explica de una forma analógica, las explicaciones no llegan a nivel celular ni molecular. Se asignan funciones de ataque a lo que ellos llaman defensas, las cuales no especifican; es decir, si son linfocitos o a quiénes se refieren.

El análisis de este modelo mental nos permitió llegar a las siguientes conclusiones sobre los estudiantes que se ubican en el:

1. Relacionan las células del sistema inmune con defensas.
2. Los agentes extraños son reconocidos por el sistema inmune para ser atacados.
3. Desconocen las funciones de las células sanguíneas.
4. Se usan términos cotidianos, son escasos los conceptos científicos. La exigencia conceptual es baja.
5. No se establecen mecanismos de “ataque” de las defensas; es decir, no explican como el sistema inmune *ataca* los agentes extraños.
6. No reconocen el nombre de las células encargadas de las funciones inmunitarias.

7. No relacionan las enfermedades con sus síntomas de alarma ni con los mecanismos de defensa del organismo.
8. Desconocen las barreras naturales del organismo.
9. Pareciera que no identifican los tipos de inmunidad.
10. Desconocen la especificidad del virus.
11. No hacen referencia a la vacunación.
12. Tienen un discurso causal simple y lineal.
13. Utilizan máximo 3 variables para responder las preguntas.

## CONCLUSIONES

En el campo de la Didáctica de las Ciencias, parece claro que conocer estos modelos podría ayudar a mejorar los procesos de enseñanza; pero consideramos que también podrían ayudar a mejorar los procesos de aprendizaje, si los estudiantes lograran darse cuenta de cómo ellos mismos aprenden y cómo utilizan los conceptos aprendidos en los diferentes contextos.

En los modelos de enseñanza juegan un importante rol las analogías, especialmente para facilitar la comprensión de conceptos científicos (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001); sin embargo, podríamos decir que para el aprendizaje de la inmunidad estas no son útiles, pues obstaculizan la comprensión holística del sistema inmune y los procesos que se desencadenan en él como respuesta a la acción de microagresores.

Reconocer el MM1 en los estudiantes, le permitiría al profesor intervenir con estrategias didácticas que pudieran, progresivamente, ayudar a los estudiantes a evolucionar sus ideas a unas más acordes con el conocimiento científico. No queremos decir con esto, que las analogías no deban usarse en la enseñanza de las ciencias, sino que se debe reconocer que potencialmente pueden ser armas de doble filo si no se usan y planifican adecuadamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHOMSKY, N. 2004. *Estructuras sintácticas*. México: Siglo Veintiuno.
- CRAIK, K. 1943. *The nature of explanation (1st ed.)*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- GALAGOVSKY, L y ADÚRIZ-BRAVO, A. 2001. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2),:231-242.
- GILBERT, J. K. and JUSTI, R. 2016. *Models and Modeling in Science Education*. Springer.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. 1983. *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge: Harvard University Press.
- MOREIRA, M.; GRECA, I. y RODRÍGUEZ-PALMERO, M.L. 2002. Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2 (3): 37-57.
- NERSESSIAN, N. 2008. *Creating Scientific Concepts*. Cambridge: The MIT Press.
- POZO, J.I. y GÓMEZ, M.A. 1998. *Aprender y enseñar Ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- TAMAYO, Ó. E. 2001. *Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración*. Tesis de doctorado. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

- TAMAYO, Ó.E. y SANMARTÍ, N. 2003. Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 1 (001): 1 – 16.
- 2007. High-School Students' Conceptual Evolution of the Respiration Concept from the Perspective of Giere's Cognitive Science Model. *International Journal of Science Education*, 2 (29): 215-248.

