



ARTÍCULO ORIGINAL

# Modelo de gestión del aprendizaje en ciencias básicas médicas: un corte transversal<sup>☆</sup>



Luz Marina Cano Molano\* y Aníbal Alfonso Teherán Valderrama

Fundación Universitaria Juan N. Corpas, Bogotá, Colombia

Recibido el 8 de octubre de 2015; aceptado el 18 de enero de 2016

Disponible en Internet el 28 de febrero de 2016

## PALABRAS CLAVE

Morfofisiología;  
Modelo gestión aprendizaje;  
Competencias;  
Estudiantes de medicina;  
Currículo

## Resumen

**Introducción:** Los modelos educativos en medicina persisten con entornos pasivos del aprendizaje y es necesario integrar estrategias que permitan la construcción del aprendizaje para la vida.

**Objetivo:** Se evaluó la efectividad de la aplicación de un modelo de gestión del aprendizaje (MGA) entre estudiantes de medicina que cursan asignaturas de ciencias básicas; se determinó su impacto entre 2 periodos académicos y se identificaron los factores relacionados con el desempeño académico de cada asignatura.

**Método:** Se realizó un estudio de corte transversal a partir de la exposición, se utilizaron los registros de calificaciones de estudiantes de tercer y cuarto semestre de morfofisiología, farmacología y razonamiento básico estructural (RBE) del periodo 2014-2015; se evaluó el desempeño académico posterior a una exposición  $\geq 12$  meses del MGA; se determinó la diferencia de medias del promedio académico, en cada una de las asignaturas, según núcleo temático (nt) y periodo académico, y se implementó un modelo lineal univariante y se identificaron los factores relacionados con el desempeño académico en cada asignatura.

**Resultados:** Se identificaron 1.496 estudiantes con media (DE) de edad 20 (3) años, la mayoría mujeres (71%); el 40% cursaron el nt1, 30% nt2 y 30% nt3; se evidenciaron diferencias positivas en las medias de desempeño académico entre los periodos 2014-2 y 2014-1 en los 3 núcleos temáticos de farmacología y razonamiento básico estructural; no se identificaron cambios en morfofisiología. Se identificó relación entre los antecedentes de formación del docente y del estudiante con el desempeño académico y el tiempo de exposición al MGA.

<sup>☆</sup> Los resultados de esta investigación fueron presentados en el XXII Congreso Internacional de Educación y Aprendizaje y en el XI Congreso Colombiano de Morfología.

\* Autor para correspondencia: Carrera 14 N.º 149-29, 57-3107673645.

Correos electrónicos: [luz.cano@juanncorpas.edu.co](mailto:luz.cano@juanncorpas.edu.co), [luchitacano@gmail.com](mailto:luchitacano@gmail.com) (L.M. Cano Molano).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**KEYWORDS**

Morphology-physiology;  
Learning;  
Competence;  
Medical students;  
Curriculum

*Conclusión:* La aplicación del MGA demostró un aumento en las habilidades de RBE, farmacología y una curva estática en morfofisiología. La formación del docente y los antecedentes de formación del estudiante están relacionados con el desempeño académico; es necesario evaluar el impacto del modelo en el área clínica.

Derechos Reservados © 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

**Learning management model in basic medical sciences: A cross-sectional study****Abstract**

*Introduction:* Educational models in medicine remain passive learning environments, and there is a need to integrate strategies for the construction of long-life learning.

*Objective:* To determine the effectiveness of the application of an LMM among medical students who were enrolled in basic science subjects, and its impact between two academic periods.

*Method:* A cross-sectional design study was performed by using the assessment records of students in the third and fourth semester of morphology-physiology, pharmacology, and basic structural reasoning of the period 2014-2015. After exposure to the LMM for around 12 months, the mean differences were determined according to academic mean in each of the subjects, subject units, and academic periods. A univariate linear model was used, and the factors associated with academic performance in each assignment.

*Results:* A total of 1,496 students were identified with a mean (SD) age of 20 (3) years, with a majority (71%) of women. Attendance at NT1 was 40%, NT2 30% and 30% in NT3. Positive differences were observed in mean academic performance between the periods 2014-2 and 2014-1. In pharmacology at the nt1 it was 0.91 (95% CI: 0.93 to 0.99), in nt2, 0.6 (95% CI: 0.51 to 0.68) and 0.72 in nt3 (95% CI: 0.59-.84); clinical reasoning in the nt1 was 0.35 (95% CI: 0.26 to 0.44), in nt2 0.37 (95% CI: 0.26 to 0.48), and 0.16 in nt3 (95% CI: 0.04 to 0.28). No changes were seen in morphology-physiology.

*Conclusion:* The results revealed an increase in reasoning skills and pharmacology, and a static curve in morphology-physiology. Teaching practice and student training are associated with academic performance. The impact of the model needs to be evaluated in the clinical area.

All Rights Reserved © 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

**Introducción**

Las reformas curriculares han propuesto modelos basados en la estructuración de competencias y proyectos formativos, con el fin de convertir al estudiante en un aprendiz autónomo, autorregulado, habilidoso, independiente y motivado, mediante una ruta de aprendizaje a medida que cursa los periodos académicos<sup>1</sup>.

Históricamente, la Universidad de Harvard, una de las pioneras en utilizar la técnica de casos como estrategia didáctica, tuvo sus inicios en la Facultad de Economía<sup>2</sup>. Las universidades de McMaster y de Maastricht propusieron el aprendizaje basado en problemas como modelo educativo para la formación médica. El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) de México unió la técnica de análisis de caso con el aprendizaje basado en problemas para integrar el currículo de sus programas por ejes problematizadores. En Bogotá, la Fundación Universitaria Sanitas aplicó el aprendizaje basado en problemas, con base en las fundamentaciones de McMaster y Maastricht, pero aún persisten currículos híbridos y entornos pasivos centrados en el docente.

El fracaso de los currículos híbridos es la incoherencia entre la propuesta curricular y la práctica tradicional de evaluación de contenidos y ausencia de los docentes en la creación y consecución del currículo. La eficacia de estos modelos radica en la aplicación de estrategias que promuevan la autonomía, autorreflexión y autorregulación<sup>3</sup>, y fundamentalmente contar con docentes formados en modelos de gestión del aprendizaje (MGA)<sup>4</sup>, propendiendo a un conocimiento didáctico e integrador, como reflejo de su actividad, y promoviendo el análisis crítico, el crecimiento personal y la autoorganización del aprendizaje<sup>1,4</sup>.

En la actualidad existen modelos de aprendizaje por competencias, especialmente en el área clínica, en la mayoría de programas de medicina, y estrategias pedagógicas centradas en el estudiante aplicadas en asignaturas específicas, reflejando desarticulación entre el modelo y las actividades educativas. Ante esta situación se requiere un modelo integrador de gestión del aprendizaje, centrado en el estudiante y compuesto por múltiples escenarios para el desarrollo de competencias, que articule el conjunto de asignaturas del currículo o, al menos, un área de este. Nuestro MGA, para la formación de estudiantes de medicina,

articuló morfofisiología, farmacología y razonamiento básico estructural (RBE); estrategia que garantiza procesos metacognitivos, con un alcance transversal, centrado en procesos, mas no en resultados; además, incorpora instrumentos validados como: análisis de casos clínico, informe triple salto, portafolio, rúbricas, pruebas escritas y evaluación de desempeño (auto-co-heteroevaluación)<sup>5</sup>; además, garantiza el desarrollo de habilidades del pensamiento superior como la argumentación, la toma de decisiones y la solución de problemas en contexto desde muy temprano en la carrera, lo que articula la formación básica con la clínica y optimiza el tiempo de una rotación clínica.

Actualmente, las investigaciones sobre modelos pedagógicos son cualitativas en su mayoría; nosotros planteamos una metodología cuantitativa para evaluar la efectividad del MGA entre estudiantes del módulo de morfofisiología, farmacología y RBE en una institución de educación superior de medicina. Se espera que los resultados que se comparten ayuden al diseño de políticas educativas para la aplicación de este tipo de modelos de aprendizaje en los escenarios de formación en medicina.

## Método

### Diseño, lugar y selección de estudiantes

Se realizó un diseño de corte transversal a partir de la exposición al modelo, utilizando las calificaciones de las asignaturas: morfofisiología, farmacología y RBE del periodo 2014 de 1.496 estudiantes que cursaron tercero y cuarto semestre en la Facultad de Medicina en Bogotá; no se excluyeron estudiantes porque era necesario evaluar todos los posibles factores relacionados con la efectividad. El ordenamiento en la presentación de los análisis y reportes de esta investigación se ajustó a lo establecido en la guía metodológica *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE)<sup>6</sup>.

### Descripción de la base de datos

La base de datos original contenía información sobre datos personales de los estudiantes, el núcleo temático (nt), el periodo académico y las calificaciones de las asignaturas; se complementó con las calificaciones de biología celular y bioquímica, datos referentes a los componentes estructurales y logísticos del MGA, e información de los antecedentes de formación académica del estudiante y del docente.

### Variables

Se tuvo en cuenta la edad, sexo y calificaciones de bioquímica o biología celular como predictores; las calificaciones de farmacología, morfofisiología (morfología) y RBE se tipificaron por nt, semestre en curso (tercero o cuarto) y periodo académico de evaluación.

Se realizaron 2 evaluaciones del MGA, a los 6 y a los 12 meses, teniendo en cuenta el número de docentes asignados a cada asignatura por semestre; se evaluaron aspectos de formación del docente, entre ellos, el antecedente de formación en maestría (MSc) o doctorado (PhD), culminados

o en curso, en el área de pedagogía; esta última clasificación fue tipificada para las 3 asignaturas evaluadas.

Los estudiantes se clasificaron por sus antecedentes de formación: estudios en colegio público o privado, formación en profesional, técnica o ambas antes de ingresar a la Facultad de Medicina, formación profesional, técnica o ambas en áreas específicas de la salud, transferencia de otra Facultad de Medicina o antecedente de haber cursado asignaturas de ciencias básicas en la Facultad de Medicina de donde fue transferido.

## Variable resultado

### Primaria

La efectividad del modelo se evaluó a través de la diferencia de media de calificaciones (desempeño académico) entre el primer y segundo periodo académico, por nt, en las 3 asignaturas.

### Secundaria

Factores relacionados con el desempeño académico en cada una de las asignaturas.

### Muestra

Por conveniencia, con la información completa de todos los estudiantes desde el momento de inicio de la aplicación del MGA, hasta el segundo semestre del 2014.

### Plan de análisis

Se utilizó el software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versión 22, para analizar los datos. Los datos se expresaron en medias, desviaciones estándar y proporciones. La prueba de Shapiro Wilks se utilizó para determinar normalidad en la distribución de las variables numéricas<sup>7</sup>. El grado de la relación entre variables numéricas se determinó con el coeficiente de correlación de Spearman.

La efectividad del modelo se evaluó a través de la diferencia de medias ( $\Delta$  [DE]; IC 95%) del promedio académico, en cada una de las asignaturas, según nt (nt3 $\Delta$ nt1) y periodo académico (2014-1nt1 $\Delta$ 2014-1nt1).

Se ejecutó un modelo de regresión univariante, que implementó como variables dependientes el desempeño académico de las asignaturas morfofisiología, farmacología y RBE, y como variables independientes: sexo, edad, calificaciones de biología celular/bioquímica, antecedentes de formación académica del estudiante/docente y componentes estructurales/logísticos del MGA; las variables categóricas se ingresaron como *dummy* (1/0)<sup>8</sup>.

### Aspectos éticos

Esta investigación se clasificó sin riesgo; según la Resolución 008430/1993, solo se utilizaron los registros académicos, respetando la confidencialidad de los datos; no se requirió el diligenciamiento de consentimiento informado y se ejecutó después de la aprobación de la Decanatura académica y del Comité de Investigaciones de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas.

## Resultados

### Características de los estudiantes y rendimiento académico general

En el periodo estudiado, la edad media (DE) de los estudiantes fue 20 (3) años, en su mayoría mujeres (71%) y sin presentar diferencias estadísticas al clasificar por nt; entre los antecedentes formativos de los estudiantes, la mayoría estudió el bachillerato en una institución privada (76%) y un pequeño subgrupo presentaba estudios de formación profesional o técnica al ingreso de la carrera (tabla 1).

Entre los estudiantes del nt1 se identificó la menor proporción de estudiantes egresados de un colegio privado; de otra parte, la mayor proporción de estudiantes en el periodo académico 2014-1, se debió a la adición de estudiantes en calidad de repitentes (tabla 1).

La asignatura RBE presentó la mejor media (DE) de calificaciones 3.8 (0.7), seguida de morfofisiología 3.7 (0.6) y farmacología 3.4 (0.7); al comparar las diferencias en el desempeño académico entre los núcleos temáticos tres y uno (nt3 $\Delta$ nt1), se encontraron diferencias en RBE (0.11; IC 95%: 0.02-0.20) y en farmacología (0.11; IC 95%: 0.01-0.21), pero no en morfofisiología (tabla 1).

### Rendimiento académico por núcleo temático

Se demostraron aumentos significativos en la media de desempeño académico, al comparar entre un periodo y el siguiente, en los estudiantes expuestos al MGA; los cambios se evidenciaron a través de los 3 nt, con relevancia en las asignaturas de farmacología y RBE.

Con respecto a farmacología, la diferencia de medias (DE) de cambio en el desempeño académico, entre el primer y segundo periodo del 2014, del primer nt

(2014-1nt1 $\Delta$ 2014-2nt1) fue de 0.91 (IC 95%: 0.93-0.99); en el segundo nt (2014-1nt2 $\Delta$ 2014-2nt2) fue de 0.6 (IC 95%: 0.51-0.68), y en el tercer nt (2014-1nt3 $\Delta$ 2014-2nt3) fue de 0.72 (IC 95%: 0.59-0.84).

En la asignatura de RBE el cambio en el primer nt fue de 0.35 (IC 95%: 0.26-0.44), en el segundo nt fue de 0.37 (IC 95%: 0.26-0.48) y en el tercer nt fue de 0.16 (IC 95%: 0.04-0.28) (fig. 1, tabla 2). Cabe anotar que estas 2 asignaturas comparten componentes evaluativos y en un análisis preliminar de los datos se evidenció un factor de inflación de la varianza mayor de 10, que identifica colinealidad entre sus resultados (datos no mostrados).

En morfofisiología se evidenció un proceso estable en los 3 núcleos, sin cambios en la curva de aprendizaje; desde la óptica pedagógica y el nivel de dominio de competencias, es posible que se encuentren en un nivel autónomo.

### Factores relacionados con el desempeño académico

#### Modelo de factores individuales

Entre los factores evaluados se identificó que individualmente, la edad y el sexo femenino, influenciaron positivamente el desempeño académico en las asignaturas de farmacología, morfofisiología y RBE.

Además de los mencionados, de forma específica en farmacología, los factores que más influyeron para un desempeño académico positivo fueron haber estado expuesto a docentes en proceso de formación de maestría o doctorado y tener antecedentes de una formación técnica o profesional, sin especificar el campo de estudio; en morfofisiología fueron el antecedente de haber estudiado asignaturas que hacen parte del componente de ciencias básicas, antes de ingresar a la Universidad y el antecedente de tener una formación profesional en cualquier área

**Tabla 1** Características generales y promedio de calificaciones de los estudiantes que integraron los núcleos temáticos, periodo 2014-1 a 2015-1

Características	nt1 (n = 586)	nt2 (n = 455)	nt3 (n = 455)	p
Edad en años, media (DE)	20 (3)	20 (3)	20 (3)	0.129
Sexo, n (%)				
Mujeres	413 (70.5)	324 (72.1)	324 (71.2)	0.092
Hombres	173 (29.5)	131 (28.8)	131 (28.8)	0.092
Estudió en colegio privado, n (%)	325 (69.1)	289 (81)	286 (80.8)	0.000
Formación profesional antes de estudiar medicina, n (%)	10 (1.7)	10 (2.2)	10 (2.2)	0.438
Formación técnica antes de estudiar medicina, n (%)	1 (0.2)	-	-	0.460
Periodo académico, n (%)				
2014-1	321 (54.8)	321 (70.5)	321 (70.5)	0.000
2014-2	134 (22.9)	134 (29.5)	134 (29.5)	
2015-1	131 (22.4)	-	-	
Calificación final, media (DE)				
Razonamiento básico estructural (RBE)	3.73 (0.74)	3.96 (0.58)	3.84 (0.73)	0.000
Morfofisiología	3.72 (0.51)	3.58 (0.55)	3.73 (0.71)	0.000
Farmacología	3.28 (0.71)	3.39 (0.65)	3.39 (0.86)	0.020

DE: desviación estándar; nt: núcleo temático.

Nota: las diferencias entre variables categóricas se establecieron con una prueba de independencia  $\chi^2$  a 2 colas y entre variables cuantitativas con una prueba ANOVA a una vía.

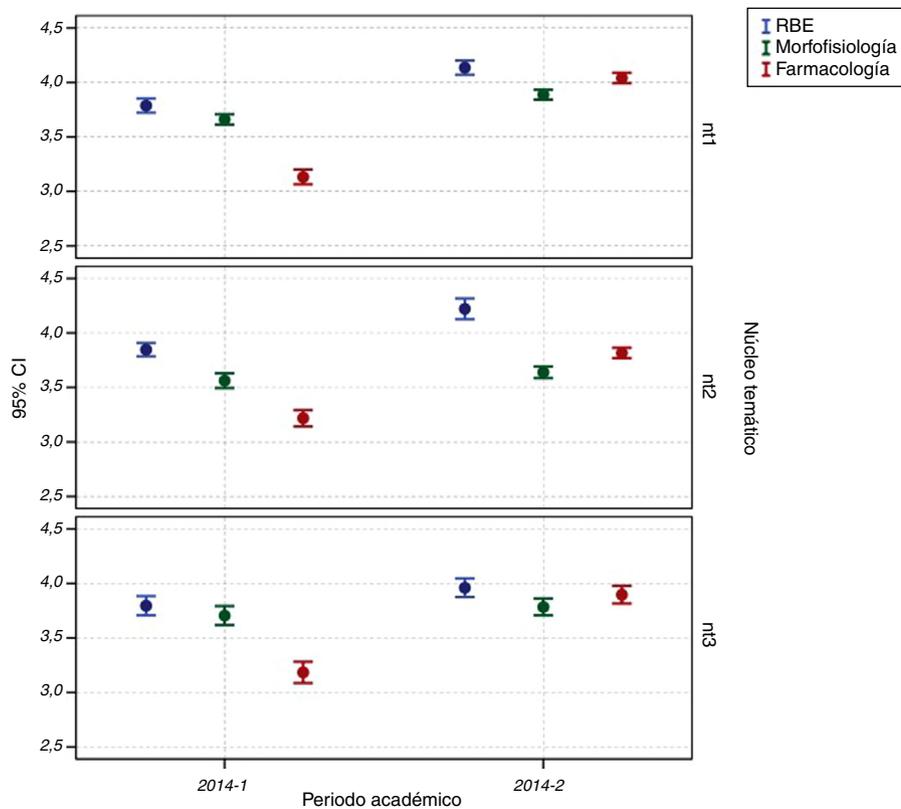


Figura 1 Rendimiento académico por núcleo temático.

específica; en RBE fue el antecedente de formación técnica o profesional en cualquier área específica.

Por otra parte, y de forma particular en nuestro modelo, se identificó como único factor relacionado de forma negativa con el desempeño académico, la implementación de

6 docentes con formación en pedagogía en vez de 3; este factor impactó predominantemente en farmacología y se analizará en la discusión (tabla 3).

En todos los desempeños académicos de las asignaturas evaluadas se rechazó una función de distribución normal. No

Tabla 2 Desempeño académico según el núcleo temático y el periodo académico en las asignaturas de farmacología, razonamiento básico estructural y morfofisiología

Periodo académico	Núcleo temático					
	nt1		nt2		nt3	
	n	media (DE)	n	media (DE)	n	media (DE)
<b>2014-1</b>						
Farmacología	321	3.13 (0.61)	321	3.22 (0.68)	321	3.18 (0.89)
RBE	321	3.79 (0.59)	321	3.85 (0.56)	321	3.8 (0.8)
Morfofisiología	321	3.66 (0.43)	321	3.56 (0.62)	321	3.71 (0.8)
<b>2014-2</b>						
Farmacología	134	4.04 (0.28)	134	3.82 (0.28)	134	3.9 (0.47)
RBE	134	4.14 (0.38)	134	4.22 (0.56)	134	3.96 (0.5)
Morfofisiología	134	3.89 (0.27)	134	3.64 (0.31)	134	3.78 (0.45)
<b>2015-1<sup>a</sup></b>						
Farmacología	131	2.88 (0.65)	-	-	-	-
RBE	131	3.16 (0.97)	-	-	-	-
Morfofisiología	131	3.69 (0.79)	-	-	-	-

nt: núcleo temático; RBE: razonamiento básico estructural.

<sup>a</sup> Periodo 2015-1: resultados preliminares, actualmente en proceso evaluación.

**Tabla 3** Factores relacionados individualmente con el desempeño académico en un modelo de gestión del aprendizaje, Bogotá, 2014

Factores <sup>a</sup>	Farmacología			Morfofisiología		
	Media (IC 95%)	$\beta$ (IC 95%)	p	Media (IC 95%)	$\beta$ (IC 95%)	p
Edad	NA	0.18 (0.18-0.19)	0.000	NA	0.18 (0.17-0.18)	0.000
Mujeres	3.38 (3.34-3.43)	0.11 (0.03-0.19)	0.000	3.71 (3.68-3.75)	0.11 (0.04-0.17)	0.002
Colegio privado <sup>b</sup>	3.30 (3.25-3.35)	0.03 (-0.07-0.12)	0.612	3.67 (3.63-3.71)	0.03 (-0.05-0.11)	0.500
Formación profesional <sup>c</sup>	3.77 (3.50-4.03)	0.42 (0.16-0.69)	0.002	3.79 (3.59-4.01)	0.12 (-0.09-0.33)	0.276
Transferente <sup>d</sup>	3.65 (3.09-4.19)	0.29 (-0.25-0.85)	0.291	4.10 (3.66-4.54)	0.42 (-0.02-0.86)	0.061
Estudió básicas <sup>e</sup>	3.56 (3.09-4.02)	0.21 (-0.25-0.67)	0.375	4.13 (3.76-4.50)	0.45 (0.08-0.82)	0.016
Formación técnica-profesional	3.85 (3.56-4.13)	0.50 (0.22-0.79)	0.001	3.76 (3.53-3.98)	0.08 (-0.15-0.31)	0,515
Exposición 12 meses MGA <sup>f</sup>	3.47 (3.42-3.51)	0.19 (0.11-0.27)	0.000	3.68 (3.64-3.72)	0.00 (-0.07-0.07)	0.992
6 docentes <sup>g</sup>	3.18 (3.13-3.22)	-0.48 (-0.56-0.41)	0.000	3.64 (3.60-3.68)	-0.11 (-0.17-0.05)	0.001
2 docentes Ph.D-MS.c en curso <sup>h</sup>	3.57 (3.52-3.61)	0.48 (0.41-0.56)	0.000	3.68 (3.65-3.71)	NA	NA
Docente PhD o MS.c <sup>i</sup>	3.60 (3.55-3.65)	0.46 (0.39-0.53)	0.000	3.75 (3.70-3.80)	0.11 (0.05-0.17)	0.001

Factores <sup>a</sup>	RBE		
	Media (IC 95%)	$\beta$ (IC 95%)	p
Edad	NA	0.19 (0.18-0.19)	0.000
Mujeres	3.87 (3.82-3.91)	0.12 (0.04-0.19)	0.000
Colegio privado <sup>b</sup>	3.85 (3.80-3.89)	0.15 (0.05-0.24)	0.003
Formación profesional <sup>c</sup>	4.10 (3.85-4.35)	0.27 (0.02-0.53)	0.000
Transferente <sup>d</sup>	4.03 (3.51-4.54)	0.19 (-0.32-0.71)	0.461
Estudió básicas <sup>e</sup>	3.99 (3.56-4.42)	0.16 (-0.28-0.59)	0.476
Formación técnica-profesional	4,13 (3.86-4.39)	0,30 (0,03-0,57)	0.028
Exposición 12 meses MGA <sup>f</sup>	3.99 (3.94-4.03)	0.25 (0.18-0.35)	0.000
6 docentes <sup>g</sup>	3.81 (3.77-3.85)	-0.06 (-0.14-0.01)	0.097
2 docentes Ph.D-MS.c en curso <sup>h</sup>	3.85 (3.82-3.89)	0.19 (0.06-0.037)	0.001
Docente PhD o MS.c <sup>i</sup>	3.83 (3.79-3.87)	NA	NA

MGA: modelo de gestión del aprendizaje; RBE: razonamiento básico estructural.

<sup>a</sup> Se estimaron las medias de calificación para cada factor (característica); con excepción de la edad, los factores eran dicotómicos; los coeficientes  $\beta$  de cada factor determinan la diferencia entre los complementarios de cada factor.

<sup>b</sup> Colegio privado: realizó estudios de educación básica y media en este tipo de institución.

<sup>c</sup> Formación profesional: estudiante que contaba con estudios profesionales antes de ingresar a la Facultad de Medicina.

<sup>d</sup> Transferente: estudiante transferido de otra Universidad.

<sup>e</sup> Estudió básicas: antecedente de haber estudiado asignaturas de ciencias básicas en otra Universidad.

<sup>f</sup> Exposición a 12 meses MGA: se comparó con aquellos estudiantes que llevaban 6 meses de exposición.

<sup>g</sup> 6 docentes: se comparó con estudiantes que solo tuvieron 3 docentes.

<sup>h</sup> 2 docentes Ph.D-MS.c en curso: se comparó con estudiantes que no tuvieron docentes con este proceso de formación.

<sup>i</sup> Docentes Ph.D-MS.c: se comparó con estudiantes que no tuvieron docentes con grado de formación.

se identificó relación entre las calificaciones de las asignaturas farmacología, morfofisiología y RBE con las asignaturas bioquímica o biología celular; por otra parte, se encontró una correlación moderada entre las calificaciones de farmacología con RBE (Rho: 0.58;  $p = 0.000$ ) y morfofisiología (Rho: 0.56;  $p = 0.000$ ), y entre RBE con morfofisiología (Rho: 0.55;  $p = 0.000$ ) (fig. 2).

## Discusión

En esta investigación se evidenció un impacto positivo, a mediano plazo, en el rendimiento académico de estudiantes que cursaban asignaturas pertenecientes al módulo de

ciencias básicas de una Facultad de Medicina, después de la implementación de un MGA.

Se debe resaltar que este es el primer escenario de pedagogía aplicada a la salud, en Colombia, donde se han conjugado y evaluado, mediante un diseño cuantitativo, la efectividad de un *pooled* de instrumentos y herramientas validadas internacionalmente, que hacen parte de los MGA.

Nuestra institución se encontraba en un periodo de transición que debía dar paso a una reforma curricular y fue la oportunidad que permitió diseñar, desarrollar y ejecutar un MGA con características tales como: aprendizaje basado en casos clínicos, informe de triple salto, evaluación de desempeño, portafolios, rúbricas y pruebas objetivas escritas y orales en esta institución educativa<sup>5</sup>. La combinación

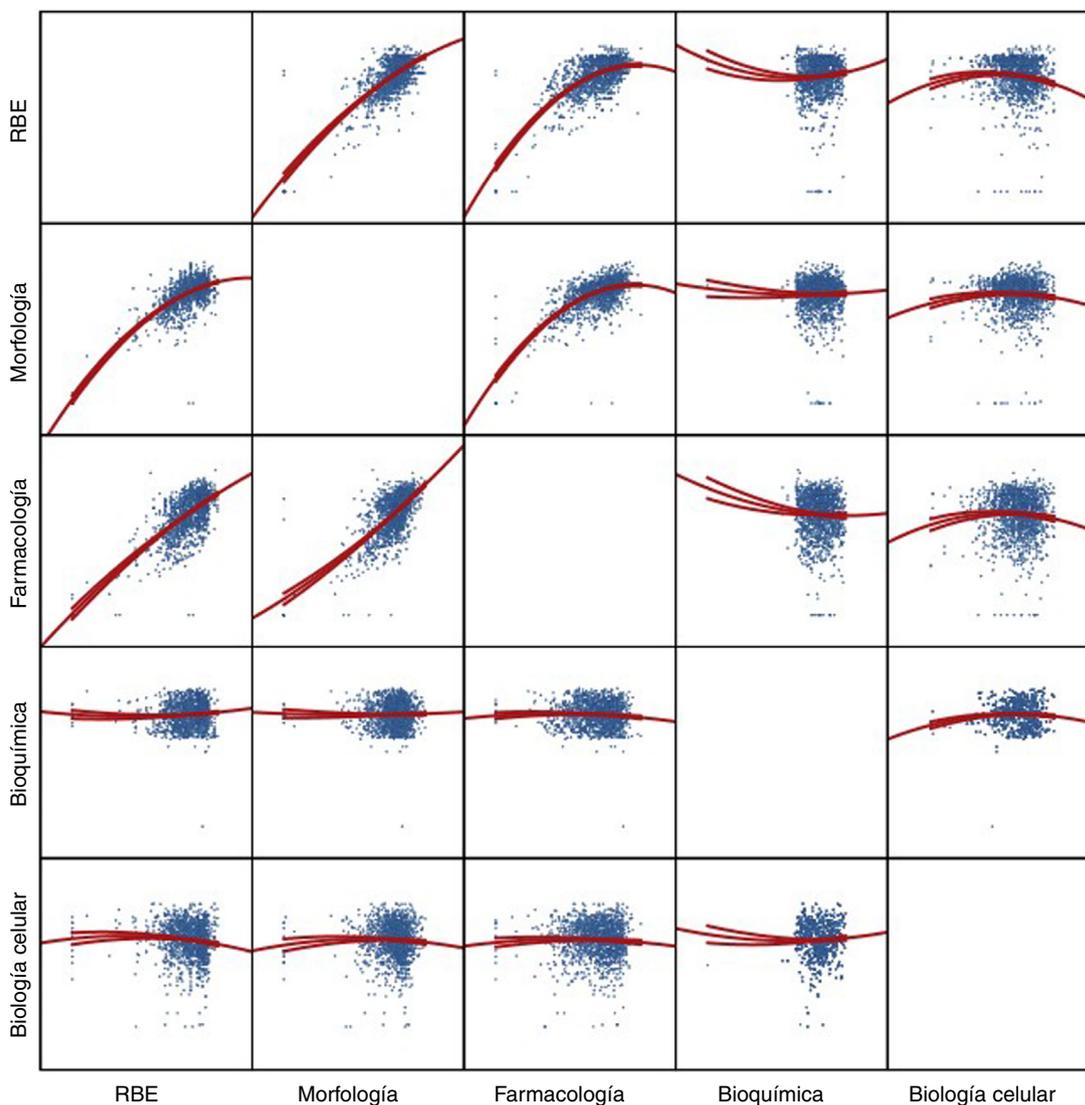


Figura 2 Modelo de Factores Individuales.

de dichas estrategias pedagógicas, junto con la necesidad reformar el currículo, creó un escenario óptimo que resultó en una brecha positiva en la calificación entre 2 periodos académicos.

Nuestros resultados evidenciaron una curva de aprendizaje positiva en las asignaturas de farmacología y RBE, y un desempeño estático en morfofisiología. La Universidad de Pensilvania creó un módulo virtual centrado en el estudiante con casos clínicos para mejorar la habilidad de toma de decisiones, con similares resultados<sup>9</sup>.

Estudios propuestos por la Universidad Ben-Gurion de Negev en Israel<sup>10</sup> y la Universidad del Rosario en Argentina<sup>11</sup> encontraron que el contexto real de una historia clínica genera motivación hacia la profundización de contenidos de forma autónoma por los estudiantes<sup>12-14</sup>, así como cambio de la estructura cognitiva y la metodología de aprendizaje, y desarrollaron habilidades de tipo metacognitivo como asociar, procesar, organizar, comprender, argumentar y evaluar<sup>12,13,15,16</sup>, similares a nuestros resultados. Cabe clarificar que estas investigaciones se realizaron con estudiantes del área clínica que ya habían tenido formación

en otro modelo pedagógico en ciencias básicas, y para la estructuración de habilidades del pensamiento superior es fundamental empezar en los primeros años de formación<sup>16</sup>.

Dentro de los factores que impactaron positivamente el desempeño de los estudiantes destacan la formación técnica-profesional o profesional antes de iniciar la carrera de medicina. Un estudio realizado en la Universidad de Ben-Gurion de Negev en Israel<sup>10</sup> demostró que cuando se seleccionan estudiantes con altos estándares calificativos y competencias previas tienen mayor probabilidad de tener un mejor desempeño en estos modelos. Nuestra investigación tuvo menos del 5% de estudiantes con estas características, pero aun así su desempeño estuvo por encima de sus pares.

Entre los factores que impactaron positivamente el desempeño académico destaca la formación docente pedagógica en curso o culminada. Las Universidades Rosario de Argentina<sup>11</sup>, Universidad de Utrech en Holanda<sup>9</sup> y la Universidad de Catalunya<sup>17</sup> establecieron que las características que debe tener un docente para enfrentar un modelo centrado en el estudiante son atributos de gestión, reflexión y creatividad que solo se adquieren mediante la formación

pedagógica<sup>18</sup>. Nosotros encontramos que el desempeño de los estudiantes mejora cuando están expuestos a docentes con formación en educación.

Entre las limitaciones teóricas de nuestro modelo destaca que no evaluamos dimensiones no cognitivas de los estudiantes, como la nutrición, dinámica social y familiar. En cuanto a los docentes, no se evaluaron las competencias y el rol dentro de un modelo centrado en el estudiante; estas limitaciones también fueron identificadas en los modelos previamente señalados.

La Universidad Centro occidental Lisando Alvarado de Venezuela, en la Facultad de Agricultura, concluyó que el modelo centrado en el estudiante mejora el rendimiento académico, similar a lo que planteó la Universidad de Risaralda en Colombia, con el programa de Administración, la Universidad Pontificia Bolivariana en Colombia y el Instituto Tecnológico de Monterrey. Desde su nacimiento, el MGA, o alguno de sus componentes, nunca establecieron la necesidad de una evaluación de tipo cuantitativo, además, en la bibliografía revisada son pocos los datos cuantitativos que miden la efectividad de estos modelos educativos, y en su mayoría las conclusiones son de tipo cualitativo.

Por último, cabe anotar que el rendimiento negativo de los estudiantes cuando tuvieron 6 docentes se explica porque estos no tenían formación pedagógica para afrontar un modelo centrado en el estudiante, incluido la evaluación. En ese sentido, la estructura híbrida entra la práctica y la evaluación fue disonante.

Desde el punto de vista metodológico, se deben resaltar los sesgos propios de este diseño, entre ellos el entrenamiento a los docentes en un nuevo sistema de evaluación, que se pudo expresar en un sesgo de clasificación; por otro lado, no se identificaron a estudiantes con obstáculos en el proceso de aprendizaje, que perdieron el cupo o que desertaron de la carrera antes de finalizar el periodo académico de tercer semestre, y que bien pudieron ser desenlaces de alto impacto en procesos de transición a nuevas estrategias pedagógicas.

## Conclusiones

Nuestra principal conclusión resalta el impacto favorable de la aplicación del MGA, que se logró evidenciar a través de la implementación de una metodología cuantitativa, demostrando aumentos significativos en las habilidades de RBE y farmacología. También se logró medir el impacto de factores dependientes de la formación del docente y de los antecedentes de formación del estudiante en el desempeño académico.

Se debería implementar un plan de desarrollo profesoral en pedagogía, específicamente en metodologías centradas en el estudiante y evaluación formativa, así como profundizar en la caracterización de la población estudiantil desde el ingreso con el fin de determinar la necesidad de herramientas de nivelación de competencias mínimas para enfrentar un modelo de aprendizaje autorregulado y para la vida.

Se espera que el desempeño de los estudiantes en el ámbito clínico mejore e impacte en términos de actitudes metacognitivas como integración del conocimiento previo, toma de decisiones y solución de problemas en contexto real, pero es necesario diseñar una estrategia de evaluación

que se ajuste a la formación recibida al ser expuestos al MGA.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

## Financiación

Ninguna.

## Autoría/colaboradores

LMC y AAT contribuyeron en iguales proporciones en la concepción, diseño, material de estudio, recolección, sistematización de información, análisis e interpretación de los datos, redacción, y conducción del proceso editorial; además, realizaron las enmiendas requeridas a lo largo del proceso editorial. Ambos autores realizaron la revisión crítica del artículo y aprobaron su versión final.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

A la Dra. Ana María Piñeros, Rectora de la Institución y al Dr. Jaime García, Decano de la Facultad de Medicina.

## Referencias

1. Moreno O, Parra M. Efectividad de la aplicación de nuevas estrategias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la bioquímica en estudiantes repitientes del primer año de nutrición y dietética. *Rev Educ Cienc Salud*. 2013;10:29–41.
2. Gragg CI, McNair MP. *Because Wisdom Can't Be Told. The Case Method at the Harvard Business School*, 9. New York: McGraw-Hill; 1954. p. 451–505.
3. Perrenoud PH. Diez nuevas competencias para enseñar. *Educación Siglo XXI*. 2005;23:223–9.
4. Morin E. *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Medellín: Unesco. Editorial Santillana; 1999. p. 1–71.
5. Durante MBI, Lozano JR, Martínez A, Morales S, Sánchez M. *Evaluación en competencias en Ciencias de la Salud*. México: Editorial Médica Panamericana; 2012. p. 2–142.
6. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, STROBE. Initiative. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *BMJ*. 2007;335:806–8.

7. Ghasemi A, Zahediasl S. Normality tests for statistical analysis: A guide for non-statisticians. *Int J Endocrinol Metab.* 2012;10:486-9.
8. Marill KA. Advanced statistics: Linear regression, part II: Multiple linear regression. *Acad Emerg Med.* 2004;11:94-102.
9. Karpa KD, Vrana KE. Creating a virtual pharmacology curriculum in a problem-based learning environment: One medical school experience. *Acad Med.* 2013;88:198-205.
10. Eshach H, Bitterman H. From cased reasoning to problem based learning. *Acad Med.* 2003;78:491-6.
11. Carrera LI, Tellez TE, d'Ottavio AE. Implementing a problem-based learning curriculum in an Argentinian Medical School: Implication for developing countries. *Acad Med.* 2003;78:798-801.
12. Tobón S. Formación basada en competencias: pensamiento complejo. Colombia: Alexander Acosta, ECOE Ediciones; 2005.(5): 178-206.
13. Tobón S. Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. Colombia: Alexander Acosta, ECOE Ediciones; 2010 (7):245-263.
14. Borleffs JC, Custers EJ, van Gijn J, ten Cate OT. Clinical reasoning theater: A new approach to clinical reasoning education. *Acad Med.* 2003;78:322-5.
15. Gómez MA, Rodríguez G, Ibarra M. COMPES. Autoinforme sobre las competencias básicas relacionadas con la evaluación de los estudiantes universitarios. *ESE.* 2013;24:197-224.
16. Marcano, JE. Reseña de: Lara ML, editor. Al margen de los márgenes - transdisciplinariedad y complejidad: experiencias y retos desde la Universidad. Athenea Digital. *Revista de Pensamiento e Investigación Social.* 2007;12:369-372 [consultado: 28 Sep 2014]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53701228>
17. Gairín Sallán J, editor. Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya. Guía para la evaluación de competencias en el área de ciencias sociales. Barcelona: Àgata Segura Castellà. 2009.
18. Campanario JM. El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.* 2000;18:369-80.