



LA CONSTRUCCIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO Y LOS SISTEMAS DE CREENCIAS DE LOS ESTUDIANTES EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS: ANÁLISIS DESCRIPTIVO, COMPARATIVO Y CORRELACIONAL ENTRE ESTUDIANTES ADOLESCENTES DE COLOMBIA Y MÉXICO

CLAUDIA ZUBIETA RAMÍREZ

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY – CAMPUS MONTERREY

claudia.zubieta@tecvirtual.mx

NATALIA VALENCIA ACOSTA

LICEO SALAZAR Y HERRERA – MEDELLÍN, COLOMBIA

navaco@gmail.com

AURORA PALOS MORINEAU

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY – CAMPUS SANTA FE

apalos@itesm.mx

Resumen

El objetivo de la investigación es evaluar el sistema de creencias matemáticas existente entre los estudiantes. Es un estudio cuantitativo desarrollado en el contexto de escuelas privadas de Colombia y México, en las que se aplicó un instrumento que evaluó con respecto a los aspectos del pensamiento científico estudiados por Bunge (2004): abierto, objetivo, trascendente, preciso y analítico. Se llevó a cabo un análisis descriptivo para cada uno de los indicadores del instrumento de investigación. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo en el cual se contrastan las creencias de los estudiantes de secundaria con las de los estudiantes de preparatoria. Se finalizó con un análisis correlacional entre el sistema de creencias de los adolescentes y sus características sociodemográficas. Se encontró que de manera general, los aspectos *abierto* y *trascendente* se ubican en el nivel de creencia más alto; por otra parte, al segmentar de acuerdo al nivel de estudios, los alumnos de secundaria poseen un sistema de creencias más arraigado. Se concluyó en el análisis que las variables *nacionalidad* y *edad* tienen una relación inversa con las





creencias y que el *nivel de estudios* se relaciona de manera positiva con ellas. A partir de los resultados, se presentan las implicaciones para los docentes en cuanto a la importancia de su rol en la construcción del pensamiento científico, así como también las implicaciones para el diseño curricular de los cursos de matemáticas a nivel secundaria y preparatoria.

Palabras clave: pensamiento científico, enseñanza de las ciencias, creencias del estudiante, enseñanza de las matemáticas, análisis estadístico

INTRODUCCIÓN

En el ambiente escolar, los sistemas de creencias son los que rigen la conducta de los estudiantes frente a las diferentes asignaturas dentro del aula. Hernández (2011) considera que las creencias conforman una estructura que depura la nueva información y que ayudan a instaurar la concepción y expresión que tiene cada persona acerca tanto de su individualidad y como de su pertenencia o no a ciertos grupos sociales, lo cual le permite realizar anticipaciones y juicios de la realidad.

En particular, los profesores de matemáticas al desarrollar en sus estudiantes las habilidades del pensamiento científico se enfrentan a las creencias existentes en ellos, las cuales afectan de alguna forma la interacción maestro-alumno. En ese sentido, Chaves, Castillo y Gamboa (2008) señalan que el sistema de creencias de los estudiantes es el resultado de una serie de estereotipos que se crean y se transfieren en el entorno educativo y familiar. Por otra parte, Martínez (2013) concluye en su investigación que las creencias en matemática son inculcadas socialmente y representan construcciones que el individuo va elaborando para comprender su mundo; lo cual impacta tanto en los contenidos enseñados en el aula como en el afecto hacia la matemática.

En el presente trabajo de investigación se evalúa el sistema de creencias matemáticas existente entre los estudiantes de Colombia y México, así como su influencia en el desarrollo del pensamiento científico. Después de analizar y comparar los resultados obtenidos en los dos países, se extrajeron las principales conclusiones y se mencionan sus implicaciones educativas.





CONTENIDO

Uno de los grandes retos para los educadores actualmente es la integración de los sistemas de creencias tanto en los procesos pedagógicos como en los contenidos curriculares, con las ideas científicas y los aspectos éticos propios de la comunidad (Yap, 2014).

De acuerdo a Addy, Simmons, Gardner y Albert (2015) actualmente existe un nuevo grupo de docentes en ciencias exactas, conformado por especialistas en diferentes áreas (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) que tienen algún tipo de formación pedagógica. Como consecuencia directa de esto, la educación empieza a centrarse en el alumno y enfatiza en el proceso de construcción del conocimiento, modificando sus creencias y prácticas anteriores.

El desarrollo del pensamiento científico, permite que el alumno sea objetivo (tome los hechos tal y como se presentan en la realidad), sea racional (parta de principios y leyes científicas) y sea sistemático (ordene y jerarquice el conocimiento). Ahora bien, el desarrollo de estas habilidades se ve limitado por las creencias que tienen los alumnos sobre la ciencia, lo científico y su interés hacia las matemáticas.

De acuerdo con Bazán y Sotero (p. 3,1998), las creencias son uno de los componentes que integran las actitudes, las cuales “involucran sentimientos (componente afectivo), creencias (componente cognitivo) y tendencias de los alumnos para actuar de manera particular, acercándose o alejándose del objeto matemático (componente comportamental)”. Por lo tanto, las creencias que forman los estudiantes alrededor de un tema forman también parte del sistema de creencias propio de ellos.

Por otra parte, los estudios de Gómez-Chacón, Op’t Eynde y De Corte (2006), De Faria (2008) y Parra (2005) señalan que el sistema de creencias de los estudiantes con respecto a las matemáticas tiene un papel fundamental en el aprendizaje de la misma; estas creencias pueden ser algunas positivas y otras negativas, fuertemente arraigadas y generadoras de prejuicios con respecto a las matemáticas.

Por lo anterior, se planteó como objetivo general de la presente investigación realizar un estudio que permita mejorar el conocimiento sobre la relación entre los sistemas de creencias matemáticas de los estudiantes y la construcción del pensamiento científico en el aula.





La pregunta de investigación abordada en el presente estudio es: *¿Cuáles son las creencias, acerca de las matemáticas, de los estudiantes colombianos y mexicanos de secundaria y preparatoria? Como consecuencia surgen otras preguntas como: ¿Existen diferencias entre los sistemas de creencias de los estudiantes de secundaria y preparatoria? y ¿Se puede establecer una relación estadísticamente significativa entre las características sociodemográficas de los estudiantes y su nivel de creencias?*

METODOLOGÍA

Con el objetivo de identificar cuáles son las creencias entre los alumnos acerca de las matemáticas que afectan el desarrollo del pensamiento científico, el enfoque metodológico está orientado a proporcionar información sobre las creencias manifestadas por el alumnado dentro del contexto escolar y está enmarcado dentro del método mixto.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se desarrolló un instrumento cuya finalidad fue identificar cuáles creencias entre el estudiantado de secundaria y preparatoria impiden que ellos desarrollen habilidades científicas. Este cuestionario está compuesto por diez indicadores que contemplan cinco de los catorce aspectos del pensamiento científico de acuerdo a Bunge (2014): abierto, objetivo, trascendente, preciso y analítico. El cuestionario se aplicó de manera presencial y dirigida dentro del aula de clase. La metodología se basó en la aplicación de la escala de Likert para el diagnóstico de las creencias, complementada a través del análisis descriptivo por indicador, el comparativo de medias por grado de estudios y nacionalidad y el estudio de la relación entre el sistema de creencias y las características sociodemográficas del grupo bajo análisis, empleando cuatro escalas de creencia/no creencia: No creo en esto (1), Creo poco en esto (2), Creo mucho en esto (3) y Creo totalmente en esto (4).

La investigación se ubica dentro del contexto de tres escuelas privadas de educación media y media superior que gozan de prestigio y reconocimiento local e internacional. La institución educativa colombiana, que ofrece ambos niveles académicos, es de carácter religioso y educa en idioma español. Por otra parte, las instituciones mexicanas son laicas y a nivel secundaria los contenidos curriculares se imparten en idioma inglés. En particular, el estudio se realiza con estudiantes adolescentes de los niveles medio y medio superior, que cursan la asignatura de matemáticas de manera presencial; son 80 estudiantes mexicanos y 80





colombianos, entre 13 y 17 años, residentes de las ciudades de Medellín, Antioquia, Col.; Cd. México, D.F., México y Monterrey, Nuevo León, México.

Al analizar los resultados, se definió como primera fase el análisis descriptivo a partir de las respuestas del estudiantado para cada una de las preguntas que evalúan los aspectos del pensamiento científico. Posteriormente se realizó un análisis comparativo entre el sistema de creencias de los estudiantes de secundaria y los de preparatoria, medido a través de los cinco aspectos definidos. Para finalizar, se llevó a cabo el análisis correlacional entre las variables sociodemográficas del grupo bajo estudio y el sistema de creencias que poseen.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados derivados del análisis estadístico, mismos que tienen como finalidad el dar respuesta a la pregunta de investigación así como a las preguntas secundarias.

Análisis Descriptivo

Los resultados derivados del análisis descriptivo se presentan en la tabla 1. De ella se concluye que los estudiantes creen totalmente en el hecho de que cometer errores es una parte importante del aprendizaje de las matemáticas, siendo este indicador el de la media más alta, 3.34. Por otra parte, se identificó que los estudiantes creen poco en que las matemáticas ayudan a pensar antes de actuar, para este indicador la media estimada fue 2.04.

Con respecto a la moda, se observa que la respuesta más frecuente entre los 160 estudiantes que conformaron el grupo de estudio fue *creo poco en esto* que corresponde al número 2 en la escala de Likert empleada. Solamente la pregunta 1 (aspecto *abierto*) y la pregunta 8 (aspecto *trascendente*) tuvieron como respuesta más frecuente *creo totalmente en esto*.

Tabla 1. Media y moda por pregunta (N=160)

Aspecto	Indicador	Media	Moda
P1 Abierto	Cometer errores es una parte importante del aprendizaje de las matemáticas.	3.34	4





P2	Preciso	Los problemas de matemáticas me ayudan a resolver situaciones de la vida diaria.	2.57	2
P3	Objetivo	Las matemáticas me ayudan a pensar antes de actuar.	2.04	2
P4	Trascendente	De las matemáticas he aprendido a tomar apuntes en orden.	2.61	3
P5	Objetivo	Los ejercicios de matemáticas se resuelven con lápiz y papel, no en la mente.	2.31	2
P6	Analítico	De las matemáticas he aprendido a ser abierto ante nuevas ideas.	2.44	2
P7	Analítico	Las matemáticas me ayudan a organizar mi pensamiento.	2.97	3
P8	Trascendente	Las matemáticas me ayudan a ser objetivo al tomar decisiones.	3.28	4
P9	Preciso	Las matemáticas serán necesarias para mi desempeño profesional.	2.69	3
P10	Abierto	Las matemáticas me ayudan a resolver las cosas paso por paso.	2.39	2

ANÁLISIS COMPARATIVO

Para llevar a cabo el análisis comparativo de medias, se decidió separar a los participantes de acuerdo al nivel de estudios: estudiantes de secundaria y estudiantes de preparatoria. La gráfica 1 muestra las medias calculadas para cada uno de los dos subgrupos. La primer conclusión que se deriva al observarla, es que los estudiantes de secundaria poseen un sistema de creencias más arraigado, ya que los promedios calculados fueron más altos.





Comparativo de medias por indicador de acuerdo al nivel de estudios

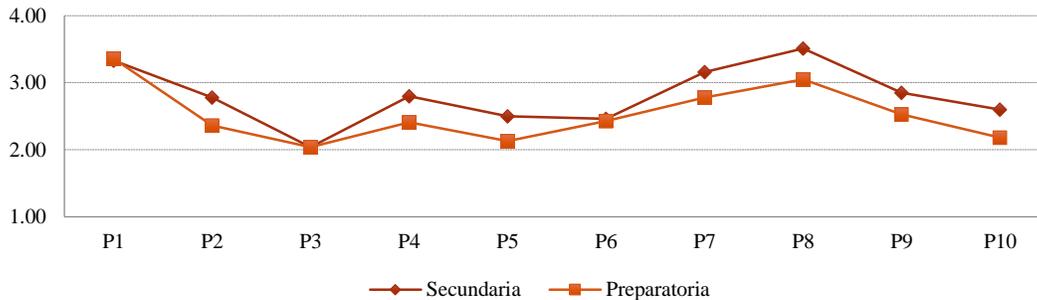


Gráfico 1. Comparativo de medias entre estudiantes de secundaria y preparatoria

Con la finalidad de robustecer el estudio, se realizaron pruebas de igualdad de medias para cada uno de los indicadores. De las pruebas realizadas, se concluye que estadísticamente no existe igualdad de medias en las preguntas 2, 4, 5, 7, 8, 9 y 10. Por lo que se sustenta la conclusión de que los estudiantes de secundaria poseen un sistema de creencias acerca de las matemáticas más arraigado, mismo que facilita la formación del pensamiento científico.

Análisis Correlacional

Para identificar aquellas características sociodemográficas que mantenían una relación lineal con las creencias acerca de las matemáticas, se llevó a cabo un análisis correlacional. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2, en ella se señala que la *nacionalidad*, el *nivel de estudios* y la *edad* del estudiante son las tres variables que están correlacionadas de manera significativa con los indicadores evaluados, quedando excluida la variable *género* como una variable determinante dentro de las creencias de los estudiantes de secundaria y preparatoria.

Del análisis correlacional se concluye que existe una relación inversa, estadísticamente significativa, entre la variable nacionalidad (1=colombiano, 0=mexicano) y el aspecto *preciso*; también con respecto al aspecto *objetivo* evaluado en la pregunta 3. La variable nivel (1=secundaria, 0=preparatoria) arrojó correlaciones positivas y significativas con los cinco aspectos evaluados: *preciso*, *objetivo*, *analítico*, *trascendente* y *abierto*. En lo referente a la variable *edad*, se concluye que existe una correlación inversa y significativa entre los cinco aspectos del pensamiento científico y la mencionada variable.





Tabla 2. Correlaciones de Pearson entre indicadores y características sociodemográficas (N=160)

	Nacionalidad	Nivel	Edad
Los problemas de matemáticas me ayudan a resolver situaciones de la vida diaria. <i>Aspecto: Preciso</i>	-.207**	.235**	-.217**
	0.009	0.003	0.006
Las matemáticas me ayudan a pensar antes de actuar. <i>Aspecto: Objetivo</i>	-.313**		
	0		
Los ejercicios de matemáticas se resuelven con lápiz y papel, no en la mente. <i>Aspecto: Objetivo</i>		.213**	-.227**
		0.007	0.004
Las matemáticas me ayudan a organizar mi pensamiento. <i>Aspecto: Analítico</i>		.237**	-.185*
		0.003	0.019
Las matemáticas me ayudan a ser objetivo al tomar decisiones. <i>Aspecto: Trascendente</i>		.252**	-.228**
		0.001	0.004
Las matemáticas serán necesarias para mi desempeño profesional. <i>Aspecto: Preciso</i>	-.276**	.189*	
	0	0.017	
Las matemáticas me ayudan a resolver las cosas paso por paso. <i>Aspecto: Abierto</i>		.213**	-.185*
		0.007	0.019

* Correlación significativa al 0.05 (dos colas)





** Correlación significativa al 0.01 (dos colas)

CONCLUSIONES

Dentro de los resultados, se identificó que los alumnos de las instituciones educativas donde se realizó la investigación poseen los aspectos característicos del pensamiento científico y que las creencias que estos tienen acerca de las matemáticas influyen en su formación dentro del aula.

Al analizar estadísticamente las creencias, acerca de las matemáticas, de los estudiantes colombianos y mexicanos, se identificó lo siguiente: Del análisis descriptivo, se concluye que la media global es de 2.66, la cual corresponde a un nivel de creencias de grado *creo mucho en esto*. Dos de los indicadores, correspondientes a los aspectos *abierto* y *trascendente* fueron los que reportaron el nivel *creo totalmente en esto* como respuesta más frecuente; y se concluyó que los estudiantes, colombianos y mexicanos, creen totalmente en el hecho de que cometer errores es una parte importante del aprendizaje de las matemáticas

Por otra parte, del análisis comparativo se encontró evidencia estadística suficiente para afirmar que los estudiantes de secundaria tienen un sistema de creencias más arraigado; mientras que del análisis correlacional se deriva que la relación entre la variable *nacionalidad* y los aspectos *preciso* y *objetivo* es negativa. También se confirmó que la relación entre el *nivel de estudios* y el sistema de creencias es positiva; y que ésta es inversa con respecto a la *edad* del estudiantado.

El hallazgo más sobresaliente estuvo relacionado con el hecho de que a medida que van avanzando en su formación académica, los estudiantes van perdiendo, en su sistema de creencias acerca de las matemáticas, las características necesarias para formar en ellos el pensamiento científico.

El análisis de los datos, permitió obtener valiosa información acerca de cómo las creencias que tienen los estudiantes sobre las matemáticas influyen en su motivación y aprendizaje de esta ciencia en el salón de clases. El papel que tiene el docente en el proceso de aprendizaje de las matemáticas con sus alumnos es fundamental, ya que el profesorado participa de una forma decisiva en la construcción de las creencias de los estudiantes en esta ciencia. Por lo tanto, se requiere que los profesores conozcan las creencias que tienen los estudiantes, pues mientras más sepan de ellas, más entenderán el porque del éxito o fracaso de los jóvenes en el estudio





de las matemáticas. Lo anterior, permitirá desarrollar estrategias o metodologías para lograr en los jóvenes estudiantes el desarrollo del pensamiento científico, con el fin de que sean capaces de aplicarlo en diferentes situaciones y ámbitos de la vida cotidiana, propiciando la construcción de aprendizajes significativos.





BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Addy, T., Simmons, P., Gardner, G. E., y Albert, J. (2015). A New "Class" of Undergraduate Professors: Examining Teaching Beliefs and Practices of Science Faculty With Education Specialties. *Journal Of College Science Teaching*, 44(3), 91-99. Recuperado de http://www.nsta.org/publications/browse_journals.aspx?action=issue&id=98325
- Bazán, J. y Sotero, H. (1998). Una aplicación al estudio de actitudes hacia la matemática en la UNALM. In *Anales Científicos UNALM* , 36 (1), 60-72. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/123456789/548>
- Bunge, M. (2014). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires, Argentina: Sudamericana.
- Chaves, E., Castillo, M. y Gamboa, R. (2008). Creencias de los estudiantes en los procesos de aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 3,(4). 29-44. Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:GFv1Y2IEJsgJ:revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/download/6906/6592+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=co>
- De Faria, E. (2008). Creencias y matemáticas. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 3 (4), 9-27. Recuperado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/download/6900/6586>
- Gómez-Chacón, I. M., De Corte, E., y Op't Eynde, P. (2006). Creencias de los estudiantes de matemáticas. La influencia del contexto de clase. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (3), 309-324. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/76029/96646>
- Hernández, G. (2011). Estado del arte de creencias y actitudes hacia las matemáticas. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 3(24), 125-143. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/ced/24/ghs.htm>
- Martínez, O. (2013). Las creencias en la educación matemática. *Educere*, 17(57), 235-252. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/356/35630152008.pdf>
- Parra, H. (2005). Creencias matemáticas y la relación entre actores del contexto. *Revista Oficial del Comité Latinoamericano del Matemática Educativa A.C. [RELIME]* 8(1), 69-90. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33508104>





Yap, S. y. (2014). Beliefs, values, ethics and moral reasoning in socio-scientific education. Issues In Educational Research, 24 (3), 299-319. Recuperado de <http://www.iier.org.au/iier24/yap.html>

