William Lozano. **CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA MEDIR LAS COMPETENCIAS DE MODELACIÓN MATEMÁTICA**. Hacer y Saber. N° 5 / Año 2016. Pp. 69 - 81

CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA MEDIR LAS COMPETENCIAS DE MODELACIÓN MATEMÁTICA

William Lozano
oecc53@hotmail.com
Edixón Chacón
Universidad de Los Andes Táchira

RESUMEN

La modelación matemática se utiliza para indicar las relaciones entre el mundo real y las matemáticas con base en la organización, interpretación y matematización del problema y la verificación de modelos. El objetivo del estudio fue diseñar y validar un instrumento con la escala tipo Likert para medir competencias. Se realizó una prueba piloto a estudiantes de la carrera de matemática, seleccionados aleatoriamente en la Universidad de Los Andes (Táchira). La validación de contenido de los ítems fue mediante el juicio de expertos. Se aplicó una prueba de W de Kendall para la concordancia o acuerdo significativo entre los rangos asignados por los jueces. Asimismo, se utilizó el análisis de ítems, el cálculo de la fiabilidad del instrumento y el análisis factoriales exploratorio, se eliminó ítems hasta construir una escala final con niveles de discriminación aceptable y estructura interna coherente con la teoría. Se realizaron pruebas de verificación de las condiciones para utilizar el Análisis Factorial Exploratorio y se procedió al determinante de la Matriz de la prueba de Bartlett. El diagnóstico fue positivo al cumplir satisfactoriamente las condiciones para utilizar el Análisis Factorial Exploratorio.

ABSTRACT

Mathematical modeling is used to indicate the relationships between the real world and mathematics based on the organization, interpretation and mathematization of the problem and the verification of models. The objective of the study was to design and validate an instrument with the Likert scale to measure competences. A pilot test was carried out to students of the mathematics career, randomly selected at the University of Los Andes (Táchira). The validation of content of the items was through expert judgment. A Kendall W test was applied for concordance or significant agreement between the ranges assigned by the judges. Likewise, the item analysis, the reliability calculation of the instrument and the exploratory factor analysis were used, items were eliminated until a final scale of 15 items with levels of acceptable discrimination and internal structure coherent with the theory was constructed. Verification tests of the conditions were carried out to use the Exploratory Factor Analysis and proceeded to the determinant of the Matrix of the Bartlett test. The diagnosis was positive when satisfactorily fulfilling the conditions to use the Exploratory Factor Analysis.

Palabras clave: Modelación matemática, competencias, Análisis factorial, factibilidad, validez.

Keywords: Mathematical modeling, competences, Factor analysis, feasibility, validity

Recibido: 13 de enero de 2015
Aceptado para su publicación: 27 de julio de 2015

Uno de los grandes problemas que se presentan en la enseñanza de la matemática es la abstracción en la mayoría de sus contenidos y la confusión que presentan los estudiantes al aplicar conceptos y tópicos matemáticos en situaciones reales. Muchos estudiantes sienten que se les enseñan procedimientos de abstracción matemática totalmente separados de su sentido y contexto del mundo real lo cual conlleva a visualizar el aprendizaje de la matemática como un aprendizaje absurdo; desprovisto de toda utilidad. Esto se debe primordialmente a que los actuales métodos de la enseñanza matemática se basan, en su mayoría, exclusivamente en los procesos cognitivos y la abstracción, la utilización de mecanismos de escritura simbólica para la representación del conocimiento y centrándose de cómo este es trasmitido e integrado a la mente del estudiante, a través de procesos algorítmicos, pero con poca relación con el mundo real y de la vida cotidiana del estudiante, (Bustamante & Villa, 2010), (Greer, 2007), (Garcia, 2007). (Lovell, 2011), (Orton, 2010), (Gil peréz & Guzmán Ozámiz, 2010), (Acevedo, Montañez, & Huertas, 2007) y (Skemp, 2012).

De allí la importancia de la Contextualización del aprendizaje de las matemáticas. Para (Mora, 2009) el aprendizaje y enseñanza de la matemática que tiene lugar fuera de la escuela (cuando estudiantes se exponen a situaciones importantes propios de su mundo e interés – situaciones reales - es decir, aprendizaje contextualizado) posee un peso altamente importante que complementa al aprendizaje adquirido en la escuela, en las aulas de clase, con aplicación de ideas matemáticas y el uso del razonamiento matemático. También (Trigueros Gaisman, 2009) acentúa la importancia de la contextualización de los conceptos y tópicos matemáticos, lo cual hace que el aprendizaje sea más significativo cuando se plantea un problema relacionándolo al mundo real y de la vida cotidiana, esto despierta en alumnos un mayor interés por la solución de problemas relacionados con su entorno que con las actividades centradas únicamente en las matemáticas. El contexto sociocultural es un elemento fundamental para el desarrollo de la educación matemática (Mora, 2009, págs. 64-73). Para (Gil peréz & Guzmán Ozámiz, 2010, pág. 116) lo que le da y sigue dando motivación y vitalidad al aprendizaje de la matemática en los estudiantes es el continuo contacto con las situaciones del mundo real, es decir la ***inculturación*** a través de aprendizaje activo como finalidad principal de la educación matemática.

Si bien las opiniones de autores y experto tienen su relevancia, sin embargo, en nuestro mundo globalizado se han unido e integrado esfuerzos en proyectos y unificación de teorías didácticas a niveles de programas de alcance internacional. Uno de ellos es el programa PISA. Este propone concentrar problemas de la vida real que van más allá de las situaciones y problemas que típicamente se encuentran dentro del salón de clase. En el mundo real, las personas se enfrentan frecuentemente con situaciones en las cuales la aplicación de técnicas de razonamiento cuantitativo o espacial, así como de otras herramientas matemáticas, puede contribuir a clarificar, formular o resolver un problema. Este es el caso, por ejemplo, cuando las personas van de compras, viajan, preparan alimentos, revisan sus finanzas personales o tratan de formarse opiniones sobre cuestiones de interés político, económico, científico, etc. (Competencia en matemáticas (OCDE / PISA), 2012). La importancia de lo antes expuesto se centra, como lo afirma (Mora, 2009), en que el programa PISA ha contribuido a generar cambios tanto en la conformación de una estructura curricular flexible, y que han tomado diversos sistemas educativos del mundo, como también al diseño, aplicación y análisis de múltiples factores que han ayudado a mejorar los niveles educativos de los estudiantes a través del desarrollo de competencias (entre una de ellas la Modelación) y los métodos de enseñanza y aprendizaje de la matemática.

Otros autores, (Blum , Galbraith, Wolfgang, & Niss, 2007), (Rico, 2010), también exponen que un modelo ideal a seguir es el expuesto por el programa PISA. Para evaluar el nivel de competencia matemática de los alumnos, el programa PISA se basa en las ocho (8) competencias matemáticas específicas identificadas por (Blum , Galbraith, Wolfgang, & Niss, 2007), (Competencia en matemáticas (OCDE / PISA), 2012). Entre una de las ocho (8) competencia se incluye la Modelación matemática:

> Modelar incluye estructurar la situación que se va a moldear; traducir la “realidad” a una estructura matemática; trabajar con un modelo matemático; validar el modelo; reflexionar, analizar y plantear críticas a un modelo y sus resultados; comunicarse eficazmente sobre el modelo y sus resultados (incluyendo las limitaciones que pueden tener estos últimos); y monitorear y controlar el proceso de modelado.

El Programa PISA incluye elementos con aplicaciones y contenidos de modelado donde el estudiante desarrolla habilidades de aplicación incluyendo la necesidad de hacer suposiciones, optar por un enfoque matemático, e interpretar los resultados que hace posible la evaluación las competencias en modelación matemática, con las que los estudiantes se acercan a los problemas contextualizados (Galbraith, 2011) y (Artigue, 2011).

¿Cómo se logra la Contextualización? Una forma de lograr la contextualización en el aprendizaje de las matemáticas, y de conocimiento de conceptos matemáticos, es la presentación de situaciones problemáticas reales que sean factibles de representarse mediante modelos matemáticos (Trigueros Gaisman, 2009).

Conceptos Básicos e Importancia de La Modelación Matemática.

Para ir entendiendo mejor la exposición del tema de Modelación debemos tratar de entender los conceptos básicos que lo componen, sus estructuras y la perspectiva que pretende abordar, como también, las competencias y formas de evaluarlas. Los conceptos básicos son: “El Mundo Real”, "Modelación matemática" y "Aplicación de las Matemáticas". "El Mundo Real" es el que sirve para describir el mundo fuera de las Matemáticas, lo que tocamos, vemos, cuantificamos y presentan características propias, todas las cosas implícitas en la naturaleza, la sociedad y la cultura (Blum , Galbraith, Wolfgang, & Niss, 2007). La "Modelación matemática" se utiliza para indicar cualquier relación, sea la que sea, entre el mundo real y las matemáticas, la cual se realiza en etapas: Construcción, simplificación, matematización, trabajo matemático, interpretación, validación y exposición (Bustamante & Villa, 2010). La "Modelación Matemática" es un sistema conceptual que se expresa mediante el uso de medios externos de representación que puede surgir de un problema o situación del mundo real (Lesh, Carmona, & Post, 2002), (Bosch, García , Gascón, & Ruiz H, 2006).

Otro concepto es la "Aplicación de las Matemáticas", La cual se da cuando se utiliza la matemática para resolver un problema del mundo real. Ahora bien, existe una estrecha relación entre "Aplicación de las Matemáticas" y La "Modelación Matemática". Según (Blum , Galbraith, Wolfgang, & Niss, 2007) en las últimas dos décadas se ha utilizado los términos "Modelación matemática" y "Aplicación de las Matemáticas" para describir la relación bidireccional entre el mundo real y las matemáticas. Para entender esta relación veamos el diagrama de dirección entre la "Realidad" las "Matemática".

Realidad → Matemática = Modelación matemática

Matemática → Realidad = Aplicación de las Matemáticas

El termino relación "Modelación matemática" se entiende en un plano enfocándonos en la relación "realidad → matemática", y para entender este concepto se puede preguntar ***¿Dónde puedo buscar ayuda en las matemáticas para solucionar este problema del mundo real?*** En cambio, la "Aplicación de las Matemáticas" tiene una dirección "matemática → realidad". De igual forma, para entender este concepto se puede preguntar ***¿Dónde puedo utilizar, en el mundo real, esta particular parte de las matemáticas que conozco o entiendo?*** Como se puede observar es una dirección de relación opuesta a la "Modelación matemática".

La Modelación matemática posee una importancia única en el desarrollo cognitivo y el aprendizaje de las matemáticas. (Ruiz, 2008) Afirma: El comprender lo que ocurre a nivel cognitivo en la persona que intenta resolver un problema matemático en el mundo real es de suma importancia. La Modelación matemática tiene relación directa con el mundo real lo cual contextualiza el aprendizaje de las matemáticas (Camarena, 2010). Según (Fecchio, 2010) la Modelación Matemática como recurso didáctico mejora el proceso de aprendizaje de enseñanza en la matemática, y de igual forma la modelación matemática ayuda al estudiante a aumentar de manera progresiva su capacidad de razonamiento matemático (Greer, 2007). De acuerdo a (Morten, 2010): "Las actividades de modelización pueden motivar el proceso de aprendizaje y ayudar al aprendiz a establecer raíces cognitivas sobre las cuáles construir importantes conceptos matemáticos".

Las Competencias De Modelación Matemática.

Para (Camacho, De la Fuente Martínez, Gámez, & González, 2009): “La Competencia de modelación se desarrolla de forma coordinada con otras competencias matemáticas y otras competencias básicas.” (Competencia en matemáticas (OCDE / PISA), 2012) Define de la siguiente manera la competencia matemática: *“La competencia matemática es la capacidad de un individuo para identificar y entender el rol que juegan las matemáticas en el mundo, emitir juicios bien fundamentados y utilizar las matemáticas en formas que le permitan satisfacer sus necesidades como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo”.*

Muchos autores consideran que la competencia de modelización matemática es importante dentro de los contenidos principales de la matemática (Camarena, 2010). Según (Morten, 2010): “El desarrollo de competencias para establecer, analizar y criticar modelos matemáticos es frecuentemente considerado relevante para los últimos años de la escuela secundaria o después de ella”. La modelización matemática puede ser concebida como un contenido de enseñanza que sitúa la relación entre el “Mundo Real” y la matemática en un punto crucial de la enseñanza y el aprendizaje en esta área, es considerada de suma importancia para cualquier nivel de enseñanza de las matemáticas.

Sin embargo, algunos investigadores afirman que no en todos los países, en sus currículos y en sus niveles de educación, está presente la competencia de modelización (Blum , Galbraith, Wolfgang, & Niss, 2007), (Brito & Alemá, 2011) y (Aravena & Caamaño, 2007). Además, aunque las actividades de modelización pueden motivar el proceso de aprendizaje de las matemáticas, se debe aclarar que, las competencias de modelación, no son suficientes para para resolver problemas del mundo real; existen otras competencias en el contexto que complementas y son necesarias al momento de realizar modelación matemática, tales como, por ejemplo, las competencias sociales al trabajar en grupo, entre otras (Blum , Galbraith, Wolfgang, & Niss, 2007). La competencia de modelación incluye las capacidades de:

a) *La Matematización del Problema*
b) *La Verificación, y Resolución del Problema*
c) Traducir la realidad a una estructura matemática.
d) *Interpretación del Problema e* Interpretar los modelos matemáticos en términos reales.
e) Trabajar con un modelo matemático.
f) Reflexionar, analizar y ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados.
g) *Comunicación Matemática*: Comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones).
h) Dirigir y controlar el proceso de modelización.

Las competencias de modelación matemática que establece el Informe (PISA) son: estructurar el campo o situación que va a modelarse; traducir la realidad a una estructura matemática; interpretar los modelos matemáticos en términos reales; trabajar con un modelo matemático; reflexionar, analizar y ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados; y comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (Rico, 2010).

Muchos autores exponen que la competencia de modelación es compleja ¿Porque es compleja la competencia de modelación? Según (Blum , Galbraith, Wolfgang, & Niss, 2007) existen tres divisiones de modelación con sus respectivas competencias. En este panorama, ellos consideran cómo las competencias de modelación pueden ser caracterizada o estructuradas, utilizando un marco de niveles o esquema arbóreo. Estas divisiones son: modelación implícita (en el que el estudiante es esencialmente el modelado, sin ser conscientes de ello), modelación explícita (en el cual se dirige la atención a los procesos de modelado), y la modelación crítica (por el cual las funciones de los modelos dentro de las matemáticas y la ciencia, y dentro de la sociedad, son críticamente analizadas). Cada característica de las divisiones es importante para la evaluación de la competencia de modelación. Además, la Competencia de modelación se desarrolla y se adquiere en los estudiantes a largo plazo como cualquiera de las otras competencias matemáticas. Por esta causa algunos autores proponen que las competencias expresan aprendizajes adquiridos a largo tiempo por lo cual evaluar en todo momento no se hace necesario. Lo que hay que hacer es planificar actividades en función de la competencia que se desea desarrollar apoyándose la evaluación en elementos utilizados con más frecuencia: trabajos, intervenciones en clase, trabajo en grupo, entre otros (Camacho, De la Fuente Martínez, Gámez, & González, 2009).

MATERIALES Y METODO

Naturaleza y Diseño del Estudio

Se trata de un estudio no experimental, de campo, en el contexto psicométrico. Es un diseño de investigación transversal, pues se recolectan los datos en un solo momento, Se realizó una prueba piloto, aplicándose un instrumento con preguntas de escala tipo Likert, según la opinión de los estudiantes, como perciben y cuáles son las competencias en modelación matemática. A este instrumento se aplicó un análisis estadístico (Análisis de confiabilidad y Factorial exploratorio) a través del software SPSS 22 para conocer la confiabilidad, validez y factibilidad en el instrumento y sus ítems, los posibles factores que indique cuales son las dimensiones que se miden y su consistencia en el contexto teórico.

Sujetos de Estudio y Muestra

La muestra fueron 61 estudiantes en la carrera de matemática de la universidad de los Andes (ULA - TÁCHIRA). 26 del sexo femenino (41% de la Muestra) y 35 de sexo masculino (59% de la Muestra).

Construcción del Instrumento

Se realizó un abordaje teórico, donde se revisó la literatura sobre modelación Matemática, sus competencias y antecedentes en el diseño y validación de las escalas con ítems tipo Likert. Para la elaboración del instrumento se recurrió los siguientes momentos: Al inicio se diseñó 24 ítems con una escala de puntuaciones de 1 a 5 (ver Tabla 1). Los ítems se formularon en forma de opiniones buscando que el participante este o no de acuerdo. Para conservar claridad y eliminar ambigüedad en la redacción de los ítems se evitó las expresiones negativas (No, nunca, etc…). De igual forma la inclusión de una sola idea en cada ítem. Los ítems se redactaron en dos direcciones, positiva y negativa (ver Tabla 2).

Según (Morales Vallejo, Urosa Sanz, & Blanco Blanco, 2002) este tipo de redacción (positiva y negativa) tiene la ventaja de: Permitir comprobar la coherencia de las respuestas y la eliminación de aquiescencia, es decir, la tendencia a mostrar acuerdo ante cualquier afirmación. Se recodificaron los ítems negativos con el proceso de recodificación de variables del software SPSS. Los pasos que se siguieron en la construcción de una escala de Likert: Se Construyó 24 ítems para medir las dimensiones inmersas en las Competencias de modelación matemática que se estructuraron en la Operacionalización de las variables. Se realizó una prueba piloto a la muestra seleccionada.

Tabla 1. Escala del instrumento

N°	Escala
5	Siempre (S)
4	Casi Siempre (CS)
3	Algunas veces (AV)
2	Rara vez (RV)
1	Nunca (N)

Tabla 2 Dirección del Ítem

ITEM	
POSITIVOS (+)	1,2,3,5,6,7,8,9,10,12,13,15,16,17,19,20,22,23, 24
NEGATIVOS (-)	4,11,14,18,21

Confiabilidad

Se aplicó un análisis de fiabilidad a los 24 ítems, mediante la prueba (α) Alfa de Cronbach, utilizando el software estadístico SPPS versión 22. Al inicio se aplicó la prueba de confiabilidad al instrumento con 24 ítems, dando como resultado un coeficiente de confiabilidad Alfa de 0,911, sugiriendo eliminar los ítems: 4, 11, 14,18 y 21 para aumentar coeficiente de confiabilidad Alfa de cronbach 0,938. El coeficiente de confiabilidad Alfa obtenido fue de 0,938 al eliminar esos ítems (ver Tabla 2). Como criterio general, George y Mallery (2003, p. 231) y (Bolívar, 2012) sugieren que un Coeficiente alfa > 0,9 está clasificado en un rango ***"Muy Alto"***, lo cual determina que el grado de homogeneidad que tienen los ítems en la escala es bueno.

Tabla 3. Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,938	19

Validez

Validez de Contenido: Los ítems de competencias en modelización sobre las que se basó el instrumento fueron validados mediante el juicio de tres (3) jueces expertos. Cada especialista recibió información sobre: conceptualización de contenido, matriz de Operacionalización, una planilla de validación y el instrumento propiamente dicho. El instrumento que fue entregado a cada juez media: Claridad, congruencia y tendenciosidad de los ítems del instrumento sobre las competencias de modelación matemática. La codificación de los ítems se organizó de acuerdo a los siguientes rangos de puntaje: Para claridad, 1=Claro, 2= Parcialmente Claro, 3= Nada Claro. Para Congruencia, 1= Congruente, 2= Parcialmente Congruente, 3= Nada Congruente. Para Tendenciosidad, (con ítems negativo) 3 =

Tendencioso, 2 = Parcialmente Tendencioso, 1 = Nada Tendencioso. Utilizando el Software SPSS (versión 22) se aplicó una prueba de W de Kendall (ver Tabla 3) dando los siguientes resultados: para la *claridad* y *Congruencia* la W de Kendall=0,667 y una Sig. =0,003. y finalmente para tendenciosidad W de Kendall=0,801 y una Sig. =0,00. De acuerdo a las hipótesis establecidas:

H0: Los rangos son independientes, no concuerdan.

H1: Hay concordancia significativa entre los rangos.

Se rechaza Ho cuando el valor observado excede al valor crítico (con un α de 0.05) aceptándose H1. Como la Sig. < 0,05 para Claridad, congruencia y tendenciosidad, se rechaza la H0 y se concluye que hay concordancia o acuerdo significativo entre los rangos asignados por los jueces.

Tabla 4. Prueba W de kendall

Estadísticos de prueba CLARIDAD		Estadísticos de prueba CONGRUENCIA		Estadísticos de prueba TENDENCIOSIDAD	
N	3	N	3	N	3
W de Kendall[a]	,667	W de Kendall[a]	,667	W de Kendall[a]	,801
Chi-cuadrado	46,000	Chi-cuadrado	46,000	Chi-cuadrado	55,301
gl	23	Gl	23	gl	23
Sig. asintótica	,003	Sig. asintótica	,003	Sig. asintótica	,000
a. Coeficiente de concordancia de Kendall		a. Coeficiente de concordancia de Kendall		a. Coeficiente de concordancia de Kendall	

3.- RESULTADOS

Análisis Factorial

El valor de **KMO=,846** >0 ,5; es meritorio. El **determinante** es casi Cero (0**)**, lo cual supone que las variables están correlacionadas. La prueba de **Bartlett** tiene una p=0,000 <0,050 que permite rechazar la hipótesis de matriz identidad lo cual implica que las variables correlacionan entre sí, existiendo posibilidad de encontrar factores comunes a las variables. Luego, el diagnóstico es positivo, es decir que se cumplen satisfactoriamente las condiciones para utilizar el Análisis Factorial Exploratorio.

Tabla 5. Matriz de correlaciones.

Matriz de correlaciones [a]
a. Determinante =1,608 E-6

Tabla 6. Prueba de KMO y de Barlett

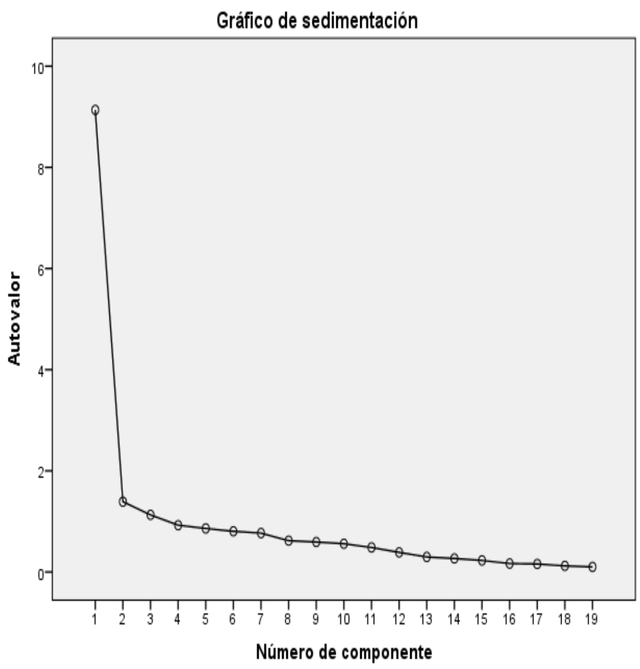
Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,846
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	704,825
	gl	171
	Sig.	,000

Tabla 7. Varianza total explicada

Varianza total explicada						
	Autovalores iniciales			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
Componente	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	9,136	48,085	48,085	4,275	22,500	22,500
2	1,390	7,317	55,402	4,004	21,073	43,573
3	1,129	5,943	61,345	3,377	17,772	61,345
4	,926	4,872	66,218			
5	,862	4,535	70,753			
6	,804	4,232	74,985			
7	,769	4,046	79,031			
8	,619	3,260	82,290			
9	,593	3,120	85,410			
10	,558	2,936	88,346			
11	,485	2,553	90,899			
12	,388	2,040	92,938			
13	,298	1,567	94,505			
14	,267	1,407	95,912			
15	,229	1,203	97,116			
16	,168	,883	97,999			
17	,158	,833	98,832			
18	,120	,634	99,466			
19	,101	,534	100,000			

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Se puede observar que tres (3) factores (con autovalores mayores o iguales a 1) explican por lo menos 61,345% de la variabilidad. Esto también se puede constatar en grafico de sedimentación por la pendiente los tres (3) factores predominantes.



Interpretación Del Análisis Factorial

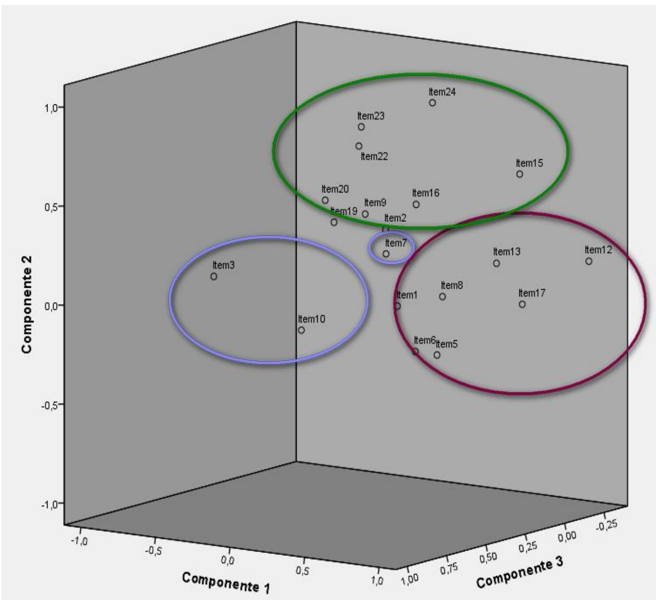
De acuerdo a la Matriz de componente rotado, del Análisis factorial, se puede deducir: Los ítems 5 6 8 12 13 Y 14 correlacionen entre sí con valores > 590; por eso se definen como el factor 1, concordando con la dimensión Comunicación ***matemática***. El ítem 1 tiene una correlación muy baja en referencia al grupo, por lo cual se decidió eliminarlo del instrumento.

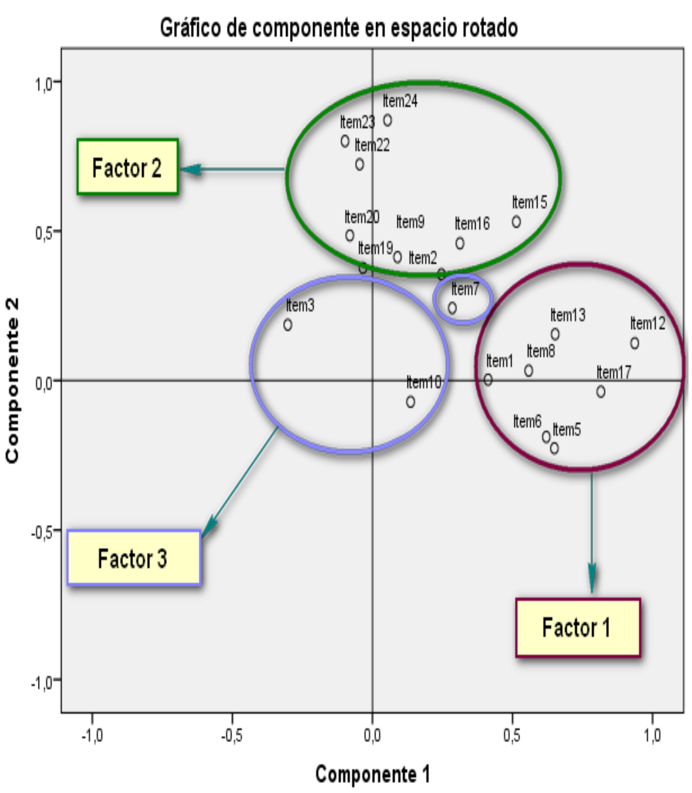
El Factor 2 está compuesto por los Ítems 2, 9, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 24 que correlacionan entre sí con valores > 0,445, lo cual expresa el acercamiento teórico a la dimensión, la cual llamaremos ***Desarrollo de Procesos***, con tres (3) subdimensiones: Los ítem 2, 9, 18 (con una correlacionan entre sí con valores entre 0,445 y 0,492,) concuerdan con ***La Matematización del Problema.*** Los ítem 15, 16 y 20 (con una correlacionan entre sí con valores entre 0,536 y 0,569) coinciden con la Dimensión denominada ***Verificación*** y Los ítem 22, 23 y 24 (con una correlacionan entre sí con valores entre 0,720 y 0,786) se ajustan con ***la Interpretación del Problema***. En el Factor 3 los Ítem 3, 7 y 10 están enmarcados en la dimensión que denominaremos ***Resolución del Problema.*** Se eliminaron los Ítems 1, 5 6 y 8; estos tienen ambigüedad y aproximación en la redacción con el Ítem 1 y 7, lo cual se hacen innecesarios.

Tabla 8. Matriz de componente rotado

Nº	Matriz de componente rotado [a]	Componente		
		1	2	3
1	12. En un problema de una situación real puedo formular un modelo matemático.	,813		
2	17. Cuando resuelvo un problema se verificar las variables identificadas del modelo con datos de la realidad.	,740		
3	6. Cuando resuelvo un problema se identificar las variables en un problema puedo interpretarla.	,653		
4	13. Al resolver un problema se establecer una relación entre los datos matemáticos obtenidos y el problema real.	,645		
5	5. Al leer un problema Reconozco una variable que interviene en el problema planteado.	,639		
6	8. Cuando resuelvo un problema matemático se formular una variable en una expresión matemática.	,593		
7	1. Cuando resuelvo un problema de matemática se identificar los datos de un problema.	,491		
8	24. Cuando obtengo los resultados del modelo matemático se redactarlos e interpretarlos.		,786	
9	23. Cuando resuelvo un problema se interpretar una ecuación o expresión matemática.		,760	
10	22. Al resolver un problema se Interpretar datos a partir del modelo matemático:		,720	
11	16. Al resolver un problema se verificar los datos matemáticos obtenidos.		,569	
12	15. En la solución de un problema tengo dominio de las técnicas matemáticas para verificar datos.		,568	
13	20. Al resolver un problema se establecer relaciones entre los datos obtenidos con el modelo matemático y los datos reales.		,536	
14	9. En un problema de matemática se plantear una ecuación matemática.		,492	
15	2. Cuando resuelvo un problema matemático tengo dominio de la simbología matemática.		,488	
16	19. En la solución de un problema se desarrollar procesos algebraicos para verificar datos tomados de la realidad.		,445	
17	3. Al leer un problema planteado se interpretar el problema para su solución			,789
18	10. Al resolver un problema Se utilizar algoritmos y sus propiedades en los procesos matemáticos.			,710
19	7. Al resolver un problema matemático Reconozco cuales son las variables en un problema formulado.			,453
	Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.			
	a. La rotación ha convergido en 8 iteraciones.			

En el gráfico de componentes de espacios rotados podemos percibir con claridad los ítems que se asocian y correlacionan.





CONCLUSIÓN Y DISCUCIÓN

Dimensiones emergentes

De acuerdo a (Blum , Galbraith, Wolfgang, & Niss, 2007) las dimensiones que están presente en la modelación matemática son:

1. ORGANIZACIÓN DEL PROBLEMA.
2. MATEMATIZAR EL PROBLEMA.
3. VERIFICACIÓN DEL MODELO.
4. COMUNICACIÓN MATEMÁTICA.

Se conceptualizó la competencia de modelación matemática en tres (3) dimensiones Comunicación *Matemática, Desarrollo de Procesos, con tres (3) sub dimensiones (Matematización, Verificación, Interpretación) y Resolución del Problema*.

Se puede observar que los ítems de cada factor se acercan al concepto teórico de las Dimensiones expuesto por (Blum , Galbraith, Wolfgang, & Niss, 2007), (Rico, 2010), (Morten, 2010), las cuales describen las competencias de modelación matemática. Con la Técnica Análisis Factorial comprobó que la mayoría de las dimensiones (*Comunicación Matemática, La Matematización del Problema, la Verificación, la Interpretación del Problema y Resolución del Problema*) tienen soporte empírico en los datos. Con la utilizando el análisis de ítems, el cálculo de la fiabilidad del instrumento y análisis factoriales exploratorio, se eliminó ítems innecesarios en la escala, hasta construir una escala final de 15 ítems, los que presentaron niveles de discriminación aceptable, una estructura interna coherente con la teoría.

Finalmente, el estudio aquí planteado puede ser replicado con muestras más amplias que garanticen niveles de representatividad, confiabilidad y validez mayores en sus resultados.

DIMENSIONES	ÍTEMS
Comunicación Matemática (Factor 1)	12. En un problema de una situación real puedo formular un modelo matemático.

Tabla 9. Dimensiones Emergentes

DIMENSIONES		ÍTEMS
Comunicación Matemática (Factor 1)		12. En un problema de una situación real puedo formular un modelo matemático.
		17. Cuando resuelvo un problema se verificar las variables identificadas del modelo con datos de la realidad.
		13. Al resolver un problema se establecer una relación entre los datos matemáticos obtenidos y el problema real.
DESARROLLO DE PROCESOS (Factor 2)	INTERPRETACION	24. Cuando obtengo los resultados del modelo matemático se redactarlos e interpretarlos.
		23. Cuando resuelvo un problema se interpretar una ecuación o expresión matemática.
		22. Al resolver un problema se Interpretar datos a partir del modelo matemático:
	VERIFICACION	16. Al resolver un problema se verificar los datos matemáticos obtenidos.
		15. En la solución de un problema tengo dominio de las técnicas matemáticas para verificar datos.
		20. Al resolver un problema se establecer relaciones entre los datos obtenidos con el modelo matemático y los datos reales.
	MATEMATIZACION	9. En un problema de matemática se plantear una ecuación matemática.
		2. Cuando resuelvo un problema matemático tengo dominio de la simbología matemática.
		19. En la solución de un problema se desarrollar procesos algebraicos para verificar datos tomados de la realidad.
RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA (Factor 3)		3. Al leer un problema planteado se interpretar el problema para su solución
		10. Al resolver un problema Se utilizar algoritmos y sus propiedades en los procesos matemáticos.
		7. Al resolver un problema matemático Reconozco cuales son las variables en un problema formulado.

REFERENCIAS

Acevedo, M., Montañez, J., & Huertas, C. (2007). *Fundamentación conceptual área de matemáticas*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2014, de http://www.icfes.gov.co/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1197

Aravena , M., & Caamaño, C. (2007). *Modelización matemática con estudiantes de secundaria de la comuna de Talca, Chile.* Recuperado el 01 de Diciembre de 2014, de http://www.scielo.cl/pdf/estped/v33n2/art01.pdf

Artigue, M. (2011). *Tecnología y enseñanza de las matemáticas: desarrollo y aportes de la aproximación instrumental.* Recuperado el 04 de Noviembre de 2014, de http://cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/CIFEM/article/download/669/658

Blum , W., Galbraith, P., Wolfgang, H., & Niss, M. (2007). *Modellingand Aplicatións in Mathematics Educatión.* Berlin: Springer.

Bosch, M., García , F. J., Gascón, J., & Ruiz H, L. (2006). *La modelización matemática y el problema de la articulación de la matemática escolar. Una propuesta desde la teoría Antropológica de lo didáctico.* Recuperado el 07 de Noviembre de 2014, de http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=40518203

Brito, M., & Alemá, I. (2011). *Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros.* Recuperado el 07 de Noviembre de 2014, de http://revistascientificas.cujae.edu.cu/Revistas/Mecanica/Vol-14/2-2011/05_2011_02_129_139.pdf

Bustamante, C., & Villa, J. (2010). *Sentido de realidad en la modelación matemática.* Recuperado el 15 de Noviembre de 2014, de http://funes.uniandes.edu.co/905/1/alme23.pdf

Camacho, M., De la Fuente Martínez, C., Gámez, J., & González, M. J. (2009). *Construcción de modelos matemáticos y resolución de problemas.* Madrid, España: Aulas de Verano.

Camarena, P. (2006). *La matemática en el contexto de las ciencias en los retos educativos del siglo XXI.* Recuperado el 07 de Noviembre de 2014, de http://redalyc.uaemex.mx/pdf/614/61410403.pdf

Camarena, P. (2010). Recuperado el 07 de Noviembre de 2014, de http://www.ciie.cfie.ipn.mx/2domemorias/documents/m/m13a/m13a_28.pdf

Competencia en matemáticas (OCDE / PISA). (2012). Recuperado el 04 de Noviembre de 2014, de http://www.eduteka.org/Pisa2003Math.php

Fecchio, R. (2010). *A modelagem matemática como recurso didático em projetos interdisciplinares.* Recuperado el 02 de Diciembre de 2014, de http://www.fisem.org/web2/union/fise m_antiguo/descargas/22/Union_022_013.pdf

Galbraith, P. (2011). *Applications and modelling in mathematics education.* Recuperado el 19 de Noviembre de 2014, de http://www.icme10.dk/proceedings/pages/regular_pdf/RL_Peter_Galbraith.pdf

Garcia, Y. (2007). *Una ingeniería didáctica aplicada sobre fracciones.* Recuperado el 10 de Noviembre de 2014, de http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/737/73713207.pdf

Gil peréz, D., & Guzmán Ozámiz, M. (2010). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: Tendencia e Innovaciones.* (Segunda ed.). Madrid, España: Editorial Popular, S.A.

Greer, B. (2007). *Complexity of Mathematics in the Real World.* Recuperado el 20 de Noviembre de 2014, de http://www.oei.es/ipn/mothelingmathematics6.pdf

Lesh, R., Carmona, G., & Post, T. (2002). *Models and Modeling.* Recuperado el 10 de Noviembre de 2014, de http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED471752.pdf

Lovell, K. (2011). *Desarrollo de los Conocimientos Básicos Matemáticos y Científicos en los Niños* (Septima ed.). Madrid, España: Ediciones Morata, S.L.

Mora, D. (2009). *Didáctica de la Matemáticas: Desde una perspectiva Crítica, Investigativa, Colaborativa y Transformadora* (Primera ed.). La Paz, Bolivia: III - CAB.

Morales Vallejo, P., Urosa Sanz, R., & Blanco Blanco, A. (2002). *Construccion de Escalas Likert: Una Guia Práctica, Cuaderno de Estadística.* Madrid, España: La Muralla, S.A.

Morten, B. (2010). La modelación Matemática, una teoria para la practica. Recuperado el 07 de Dieciembre de 2014, de http://www.famaf.unc.edu.ar/rev_edu/documents/vol_23/23_2_Modelizacion1.pdf

Orton, A. (2010). *Didática de las Matemáticas* (Tercera ed.). Madrid, España: Ediciones Morata, S.L.

Rico, L. (2010). *La Competencia Matemática en PISA.* Recuperado el 07 de Noviembre de 2014, de Http://funes.uniandes.edu.co/529/1/ricol07-2777.pdf

Rodríguez Gallegos, R. (2012). *Competencias de modelación y uso de tecnología*. Recuperado el 04 de Noviembre de 2014, de http://www.ciie.cfie.ipn.mx/3domemorias/documents/m/m15a/modelacióntecnologia.pdf

Ruiz, A. (2008). *Reseña de "XII Conferencia Interamericana de Educación Matemática".* Recuperado el 04 de Noviembre de 2014, de http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=40512062007

Skemp, R. (2012). *Psicología del Aprendizaje de las matemáticas* (Tercera ed.). Madrid, España: Ediciones Morata, S.L.

Trigueros Gaisman, M. (2009). *El Uso de la Modelación en la Enseñanza de la Matemática*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2014, de http://www.oei.es/ipn/46.pdf: http://www.oei.es/ipn/46.pdf