



MODELACIÓN MATEMÁTICA: UN MAPEO SISTEMÁTICO DE LITERATURA

Jaqueline Acebo Gutiérrez
Tecnológico de Monterrey

Ruth Rodríguez Gallegos
Tecnológico de Monterrey

Área temática: Educación en campos disciplinares.

Línea temática: El desarrollo curricular, la innovación educativa, el diseño y evaluación de materiales educativos y, los procesos de evaluación en los diferentes campos de saber disciplinar.

Tipo de ponencia: Reportes parciales o finales de investigación.

Resumen:

La necesidad de entender y utilizar las matemáticas en la vida diaria y la ineficacia de la enseñanza tradicional, desde varias décadas atrás, y de manera creciente, ha llevado a algunos educadores a considerar el estudio de la modelación matemática como una estrategia de enseñanza. Algunas de las razones a favor de la implementación de la modelación se centran, básicamente, en que privilegia el desarrollo de habilidades en los estudiantes para resolver problemas de la realidad y cuenta con la capacidad para promover y mantener la motivación de los alumnos en el estudio de las matemáticas, entre otras más. El propósito de este estudio es presentar un mapeo sistemático de la literatura llevado a cabo sobre modelación matemática en el ámbito educativo ofreciendo una visión general sobre los estudios realizados en este campo. Se obtuvo información sobre autores con mayor cantidad de publicaciones en el tema, artículos más citados, revistas con mayor cantidad de publicaciones, tipos de participantes de los estudios analizados. Además, se clasificaron las investigaciones de acuerdo con las perspectivas teóricas de la modelación matemática y con relación a su propósito en la educación matemática. En total fueron 70 artículos analizados, de los cuales se encontró que el 89% pertenecen al tema de las ciencias sociales. El 50% de los estudios parten de una perspectiva teórica educativa y, el uso de la modelización como vehículo se dio en el 96% de las investigaciones.

Palabras clave: Modelación matemática, mapeo sistemático de literatura, perspectivas teóricas

Introducción

Entre los propósitos de la enseñanza matemática destaca la necesidad de educar a las personas de tal manera que en situaciones problemáticas puedan desarrollar soluciones efectivas, que en la vida diaria puedan aplicar las matemáticas y que puedan identificar la relación tan significativa que existe entre la realidad y las matemáticas (Ciltas e Isik, 2013).

Según Dundar, Gookkurtb y Soylu (2012), es muy común y normal que los estudiantes se cuestionen para qué se usan las matemáticas ya que por lo general se tiene la idea de que esta disciplina es solo se lleva a cabo en las escuelas y, por lo tanto, no se relaciona con las actividades cotidianas.

Hernández-Martínez y Vos (2017) establecen que varias investigaciones concluyen que los estudiantes consideran que las matemáticas son aburridas y no se utilizan en su vida futura o fuera de la escuela, les dan más importancia a otros temas, sólo las consideran de utilidad en el aula y los exámenes. Esta percepción de la disciplina ha preocupado a un gran número de investigadores por lo que proponen la implementación de problemas del mundo real en las clases de matemáticas para vincular el mundo de las matemáticas a la realidad (Huang, 2012).

En niveles de profesional se observa la dificultad de los alumnos al graduarse, en especial los de ingeniería, para aplicar las matemáticas en su entorno laboral (Nourallah y Farzad, 2012). En las aulas las matemáticas se convierten en el objeto de estudio mientras que en el ámbito laboral es una herramienta que utiliza el profesionista para desarrollar su actividad (Wake, 2014).

Esta necesidad de entender y utilizar las matemáticas en lo cotidiano y la ineficacia de la enseñanza tradicional ha llevado a algunos educadores a considerar el estudio de la modelación matemática como una estrategia de enseñanza (Dundar, Gokkurt y Soyluc, 2012). Generalmente el incluir la modelación matemática en el aula se justifica en torno a su eficacia para desarrollar habilidades para resolver problemas de la realidad, por su capacidad para promover y mantener la motivación de los alumnos en el estudio de las matemáticas, o bien, para procurar el camino hacia una carrera relacionada a las ciencias y la tecnología (Czocher, 2017).

Aunado a lo anterior, en la actualidad existe el consenso sobre la necesidad de trabajar con los estudiantes en la disciplina de las matemáticas dirigida hacia el estudio de problemas aplicados y a la modelización; esto es, centrar a la enseñanza de las matemáticas en situaciones de la vida real ya que se ha comprobado que la modelación matemática puede desarrollarse en todos los niveles educativos en la mayoría de los contenidos curriculares (Anhalt y Cortez, 2016). Debido a esto, el interés por la integración de la modelación matemática en la enseñanza de las matemáticas ha crecido en las últimas décadas (Adyogan, Erbas, Cakiroglu y Alacaci, 2017).

Tomando en cuenta la relevancia necesidad de investigación de la modelación matemática en la enseñanza de las matemáticas, la intención de este estudio consistió en llevar a cabo un mapeo sistemático de la

literatura (MSL) sobre la modelización en el ámbito educativo a partir de un análisis descriptivo. El objetivo se centra en proporcionar una visión general de los estudios en este campo. Las preguntas de investigación se establecieron en base a recomendaciones que Velásquez (2014) propone y son:

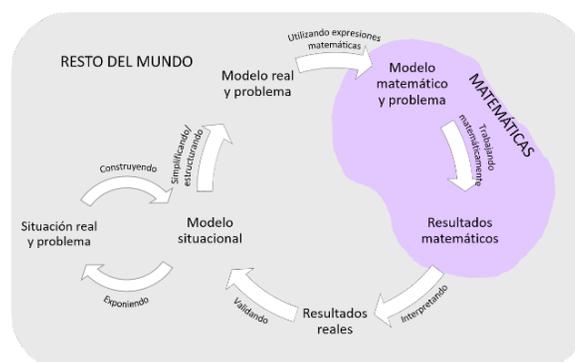
1. ¿Cuántos estudios hay en las bases de datos Scopus y *Web of Science* ente los años 2012 a 2017?
2. ¿Quiénes son los autores con mayor cantidad de publicaciones en el área?
3. ¿Cuáles son los artículos más citados en el área?
4. ¿Cuál es la distribución geográfica de los autores?
5. ¿Cuáles son las revistas con mayor cantidad de publicaciones en el área?
6. ¿Cuáles son los principales temas de investigación?
7. ¿Cuáles perspectivas de modelación fueron comúnmente elegidas en los estudios?
8. ¿Cómo se conforman las investigaciones con respecto a sus participantes?

Desarrollo

La modelación matemática es el proceso de representar problemas o situaciones del mundo real en términos y relaciones matemáticas para comprender y encontrar soluciones a estos problemas (Daher y Shahbari, 2015, p. 25). Para explicar el proceso de modelación, expertos en el tema lo hacen a través de un ciclo de modelación (Czocher, 2017). Entre ellos se puede mencionar investigadores que se centran en los procesos cognitivos del estudiante, como el caso de Blum y Leiss (Borromeo, 2006).

En la figura 1 se muestra este ciclo donde el alumno, como primer paso, deberá entender el problema a través de una representación mental, lo que se llama “modelo situacional” y simplificar y estructurar el problema para construir un problema real y así poder solucionarlo. El problema se traducirá a un modelo matemático, se requerirá trabajar con cálculos y ecuaciones. En esta etapa es necesario ciertas competencias matemáticas y conocimientos sobre diferentes tipos de representaciones.

Figura 1: Ciclo de modelación matemática de Blum y Leiss (Borromeo, 2006 p. 87)

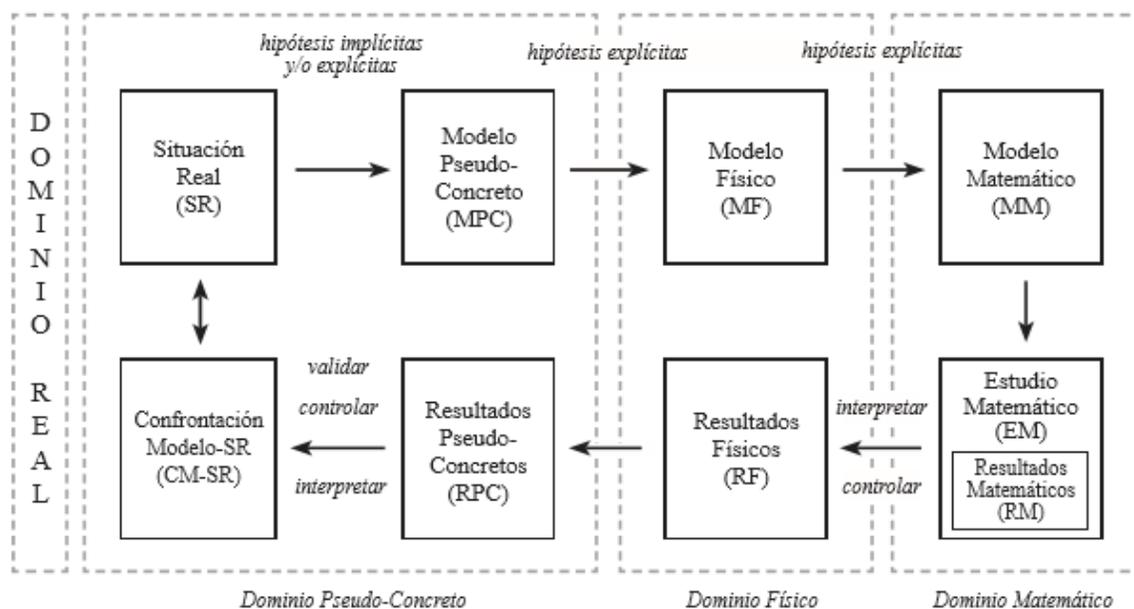


Una vez que se soluciona el modelo matemático, el resultado se interpretará y validará con el mundo real. Si no es posible su validación, se deberá regresar a las fases anteriores para hacer adecuaciones (Borromeo 2006, 2013). Niss, Blum y Galbraith (2007, p. 12) lo describen así:

Por lo tanto, la competencia de modelado matemático significa la capacidad de identificar preguntas, variables, relaciones o suposiciones relevantes en una situación del mundo real dada, de traducirlas a lenguaje matemático e interpretar y validar la solución del problema matemático resultante en relación con la situación dada; así como la capacidad de analizar o comparar modelos dados mediante la investigación de los supuestos que se realizan, verificar las propiedades y el alcance de un modelo dado.

Para Rodríguez y Quiroz (2016), la modelación matemática es considerada como un proceso cíclico en el cual reconocen cuatro dominios: el dominio real, el pseudo-concreto, el físico y el matemático. Para relacionar el dominio real con el matemático, se proponen actividades que establecen un problema del mundo real que, al comprenderlo los alumnos lo transforman en un modelo físico y de ahí a un modelo matemático para solucionar el problema el cual se validará y, si es necesario, se deberán hacer los cambios necesarios. La figura 2 se observa el modelo basado desde una perspectiva educativa.

Figura 2: Ciclo de modelación de Rodríguez (2007, 2010, 2016, p. 6)



El término modelación matemática es utilizado de manera internacional y opiniones de expertos coinciden en que la modelación matemática debe implementarse en el salón de clase (Kaiser y Sriraman, 2006), sin embargo, investigadores y grupos de éstos tiene diferentes consideraciones sobre la modelación. Estas discrepancias surgen de diferentes definiciones, marcos, focos de investigación e implicaciones (Abassian,

Safi, Bush y Bostic, 2019). Kaiser y Sriraman (2006) desarrollaron una clasificación para las diferentes perspectivas de la modelación matemática de acuerdo con definiciones y objetivos. Esta clasificación se muestra en la tabla.

Otra clasificación de la modelación matemática es con relación a su propósito en la enseñanza de las matemáticas (Erbas, 2014). Los modelos matemáticos se construyen para usarlos como “medio o vehículo” con el propósito de introducir otro material curricular y aquellas prioridades que estén asociadas al mismo, o para usarlos como “contenido” con la intención de que los alumnos resuelvan problemas reales que son de gran importancia en su entorno, y de esta manera, aprendan y apliquen habilidades de modelación (Galbraith, 2012).

Tabla 1: Clasificación actual de las perspectivas de la modelación matemática Kaiser y Sriraman.

NOMBRE DE LA PERSPECTIVA	OBJETIVOS CENTRALES	RELACIÓN CON PERSPECTIVAS ANTERIORES	ANTECEDENTES
MODELACIÓN REALÍSTICA O APLICADA	OBJETIVOS PRAGMÁTICO-UTILITARIOS. POR EJEMPLO: RESOLVER PROBLEMAS REALES DEL MUNDO, PROMOCIÓN DE LAS COMPETENCIAS DE MODELACIÓN	LA PERSPECTIVA PRAGMÁTICA DE POLLAK	PRAGMATISMO ANGLOSAJÓN Y MATEMÁTICAS APLICADAS
MODELACIÓN CONTEXTUAL	OBJETIVOS PSICOLÓGICOS Y RELACIONADOS CON EL SUJETO. POR EJEMPLO: RESOLVER PROBLEMAS CON CONTEXTO	ENFOQUES DE PROCESOS DE LA INFORMACIÓN ENCAMINADOS A ENFOQUES DE SISTEMAS	DEBATE AMERICANO SOBRE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS, ASÍ COMO LA PRÁCTICA COTIDIANA Y EXPERIMENTOS PSICOLÓGICOS DE LABORATORIO
MODELACIÓN EDUCATIVA a) MODELACIÓN DIDÁCTICA b) MODELACIÓN CONCEPTUAL	OBJETIVOS PEDAGÓGICOS RELACIONADOS CON EL SUJETO a) ESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCESOS DE LOS APRENDICES Y SU PROMOCIÓN b) INTRODUCCIÓN Y DESARROLLO DEL CONCEPTO	PERSPECTIVAS INTEGRADORAS (BLUM, NISS) Y LA PROMOCIÓN DE DESARROLLOS DEL ENFOQUE CIENTÍFICO-HUMANISTA	TEORÍAS DIDÁCTICAS Y DE ENSEÑANZA
MODELACIÓN SOCIOCRÍTICA	OBJETIVOS PEDAGÓGICOS COMO LA COMPRENSIÓN DEL MUNDO QUE NOS RODEA	PERSPECTIVA EMANCIPATORIA	ENFOQUES SOCIOCRÍTICOS EN SOCIOLOGÍA POLÍTICA
MODELACIÓN EPISTEMOLÓGICA O TEÓRICA	OBJETIVOS ORIENTADOS A LA TEORÍA COMO LA PROMOCIÓN DEL DESARROLLO DE LA TEORÍA	PERSPECTIVA CIENTÍFICO-HUMANISTA DE PRINCIPIO DE FREUDENTHAL	EPISTEMOLOGÍA ROMANA

(2006, p.304)

Metodología

Los pasos para el protocolo de búsqueda se describen a continuación:

- Para la recopilación de los estudios se buscaron artículos que se publicaron en un rango de antigüedad del año 2012 a 2017.
- La búsqueda de los estudios se llevó a cabo en dos bases de búsqueda de literatura. La primera fue *Scopus* considerada como la mayor base de datos de citas y resúmenes de literatura La segunda fue *Web of Science*

- La elección de los artículos se determinó de acuerdo con los siguiente: si en el título aparecen palabras claves como modelación matemática, modelado matemático, o bien, aunque separadas las palabras, ambas aparecieran en el título, tales como modelación o modelado y matemáticas.

Los criterios de delimitación para la búsqueda en una primera etapa en la base de datos *Scopus* fueron:

- palabras claves “mathematical modelling” and “education”,
- años de publicación entre los años 2012 y 2017
- sólo se incluían artículos.

De esta búsqueda se encontraron 489 artículos. La segunda etapa de búsqueda se agregaron las siguientes delimitaciones:

- solo artículos en el área temática de “Social science and Mathematics”,
- solo un tipo de documento, artículos
- se consideraron los idiomas de inglés y español.

La cantidad de artículos se redujeron a 232, éstos coincidían en su mayoría con las palabras términos de búsqueda, sin embargo, una gran cantidad de estudios encontrados, no eran relevantes para esta revisión. Se refinó la búsqueda revisando el título de cada una de las publicaciones y se eligieron solo en las que aparecían las palabras de modelación matemática, modelado matemático, o bien, aunque separadas las palabras, ambas aparecieran en el título, Finalmente, se obtuvieron 37 artículos de la búsqueda.

Para la búsqueda en la primera etapa en la base de datos *Web of Science* los criterios de delimitación fueron:

- palabras claves “mathematical modelling” and “education”
- años de publicación entre 2012 y 2017
- Idiomas inglés y español

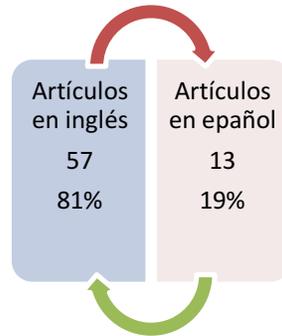
De esta búsqueda se encontraron 1,171 artículos. En la segunda etapa de búsqueda fue delimitada por publicaciones que son artículos, se redujeron a 637. La siguiente depuración se llevó a cabo de la misma manera que con Scopus, se revisaron los títulos para ver si aparecían palabras claves ya fuera juntas o separadas. De esta delimitación se llegó a 53 artículos. El total de artículos recolectados por las dos bases de datos fueron 90, sin embargo, 20 trabajos se duplicaron en las bases de datos quedando finalmente 70 artículos para su revisión. Las 70 referencias se pueden encontrar en la siguiente liga:

https://docs.google.com/document/d/ITVCSQe_DK0IKDqXidrzpRonFNnaUNcSOWvpPsQ3auPM/edit?usp=sharing

Resultados

Con respecto al idioma se encontraron:

Figura 3: Idiomas de los artículos revisados



Elaboración propia

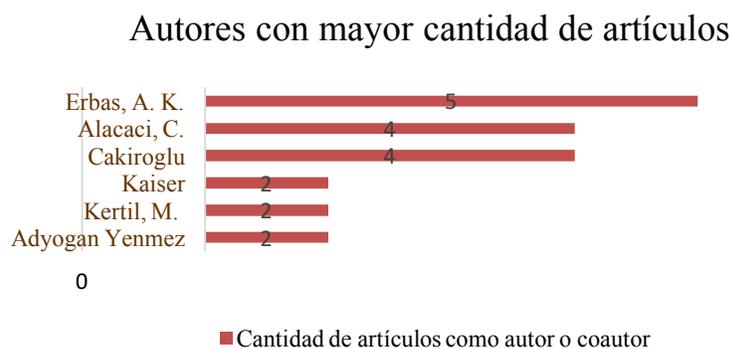
Se observa que la mayor cantidad de artículos publicados que resultaron del mapeo es en el año 2016 con 19 estudios. La tabla 2 muestra la distribución.

Tabla 2: Distribución de artículos por años

AÑO	SCOPUS	WoS	AMBAS	TOTAL	%
2012	2	1	1	4	5.6
2013	2	11	1	14	19.7
2014	1	5	1	7	9.9
2015	4	3	3	10	15.5
2016	4	7	8	19	26.8
2017	4	7	5	16	22.5
TOTAL	17	34	19	70	100.0

Autores con mayor cantidad de artículos publicados

Tabla 3: Autores con mayor cantidad de artículos publicados



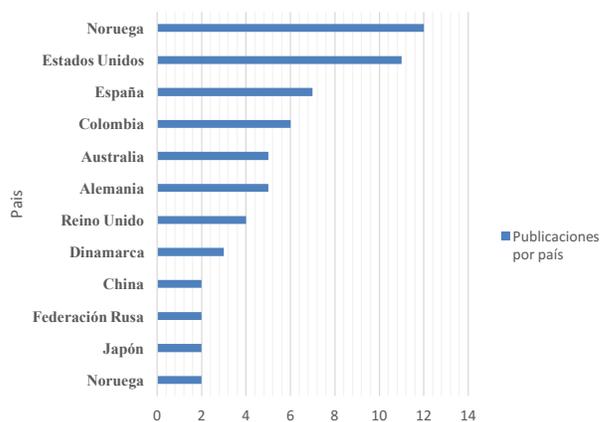
Revistas con más publicaciones

Tabla 4: Revistas de las publicaciones del mapeo de literatura

FUENTES	#
TEACHING MATHEMATICAL MODELLING CONECTION TO RESEARCH AND PRACTICE	9
EURASIA JOURNAL OF MATHEMATICS SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION	4
ZDM MATHEMATICS EDUCATION	4
RELIME-REVISTA LATINOAMERICANA DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICA EDUCATIVA	3
KURAM VE UYGULAMADA EGITIM BILIMLERI	3
INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATION IN MATHEMATICS SCIENCE AND TECHNOLOGY	2
MATHEMATICS EDUCATION RESEARCH JOURNAL	2
PRIMUS	2
REVISTA CIENTÍFICA	2
AGRO FOOD INDUSTRY HI-TECH	2

Países con más publicaciones

Tabla 5: Cantidad de publicaciones por país



Artículos más citados

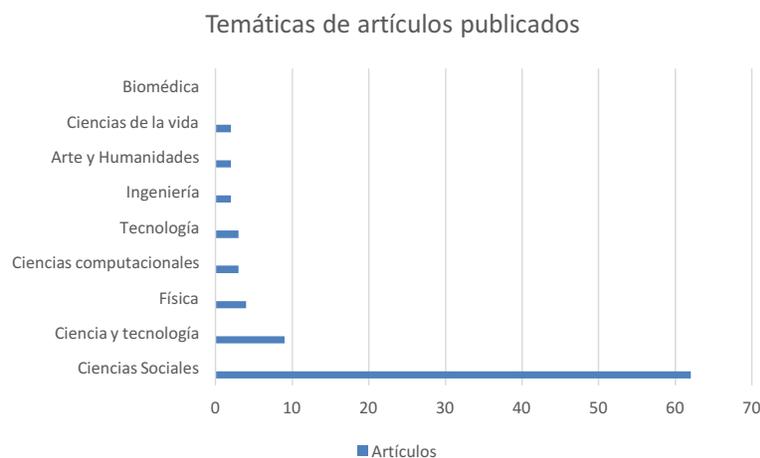
Tabla 6: Artículos más citados en el tema

AUTOR	TÍTULO	AÑO	PUBLICACIÓN	CITAS
FREJD, P., BERGSTEN, C.	MATHEMATICAL MODELLING AS A PROFESSIONAL TASK	2016	EDUCATIONAL STUDIES IN MATHEMATICS	10
ROGACHEV A.	ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF FOOD SECURITY LEVEL IN VIEW OF IMPORT SUBSTITUTION	2015	ASIAN SOCIAL SCIENCE	10
SCHUCHARDT, A. M., SCHUNN, C. D.	MODELING SCIENTIFIC PROCESSES WITH MATHEMATICS EQUATIONS ENHANCES STUDENT QUALITATIVE CONCEPTUAL UNDERSTANDING AND QUANTITATIVE PROBLEM SOLVING	2016	SCIENCE EDUCATION	8

STILLMAN G., BROWN J.P.	EVIDENCE OF IMPLEMENTED ANTICIPATION IN MATHEMATISING BY BEGINNING MODELLERS	2014	MATHEMATICS EDUCATION RESEARCH JOURNAL	7
VORHOLTER, K., KAISER, G., BORROMEO, R.	MODELLING IN MATHEMATICS CLASSROOM INSTRUCTION: AN INNOVATIVE APPROACH	2014	TRANSFORMING MATHEMATICS INSTRUCTION: MULTIPLE APPROACHES& PRACTICES	6
BARQUERO, B., BOSCH, M., GASCON, J.	THE INCIDENCE OF 'APPLICATIONISM' IN THE INTEGRATION OF MATHEMATICAL MODELLING AT UNIVERSITY TEACHING OF NATURAL SCIENCES	2014	ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	5
GARCÍA N., RUIZ-FEMENIA R., CABALLERO J.	TEACHING MATHEMATICAL MODELING SOFTWARE FOR MULTIOBJECTIVE OPTIMIZATION IN CHEMICAL ENGINEERING COURSES	2012	EDUCATION FOR CHEMICAL ENGINEERS	5
DIDIS, M. G., ERBAS, A. K., CETINKAYA, B., ALACACI, C.	EXPLORING PROSPECTIVE SECONDARY MATHEMATICS TEACHERS' INTERPRETATION OF STUDENT THINKING THROUGH ANALYZING STUDENTS' WORK IN MODELLING	2016	MATHEMATICS EDUCATION RESEARCH JOURNAL	5
WEDELIN, D., ADAWI, T., JAHAN, T., ANDERSSON, S.	INVESTIGATING AND DEVELOPING ENGINEERING STUDENTS' MATHEMATICAL MODELLING AND PROBLEM-SOLVING SKILLS	2015	EUROPEAN JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION	4
ALBARRACÍN L., GORGORIÓ N.	PROBLEMATIZING THE ESTIMATION OF LARGE NUMBERS: MODELING AND THE INFLUENCE OF CONTEXT	2013	REVISTA LATINOAMERICANA DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICA EDUCATIVA	4
CILTAS, A., ISIK, A.	THE EFFECT OF INSTRUCTION THROUGH MATHEMATICAL MODELLING ON MODELLING SKILLS OF PROSPECTIVE ELEMENTARY MATHEMATICS TEACHERS	2013	KURAM VE UYGULAMADA EGITIM BILIMLERI	4
ENGLISH, L. D.	COMPLEX MODELLING IN THE PRIMARY AND MIDDLE SCHOOL YEARS: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH	2013	TEACHING MATHEMATICAL MODELLING: CONNECTING TO RESEARCH AND PRACTICE	4

Principales temas de publicación

Tabla 7: Cantidad de publicaciones por temática



Clasificación de acuerdo con el uso de la modelación matemática

Figura 4: Clasificación de acuerdo con el uso de la modelación matemática



Elaboración propia

Clasificación a partir de las perspectivas de la modelación matemática.

El análisis de las investigaciones se llevó a cabo con relación a las perspectivas teóricas de modelación matemática propuestas por Kaiser y Sriraman (2006). En las tablas 8 a la 13 se muestran los artículos hallados en las bases de Scopus y Web of Science clasificados por perspectivas. La información se ofrece a través de una perspectiva por tabla, en ellas se presentan los artículos que caen en esa clasificación, la cantidad y de manera general, los tipos de participantes en los estudios. Además, se informa sobre los objetivos y características de las investigaciones.

Tabla 8: Clasificación de artículos desde la perspectiva teórica Realística o aplicada

PERSPECTIVA	ESTUDIOS	CANT	PARTICIPANTES
	ENGLISH (2013), WIDJAJA (2013), FORJAN, MARHL Y GRUBELNIK (2014), SERGIENKO (2014), LI, YI Y ZOU (2015), ROGACHEV (2015) LATIF, YUSOF Y TOHA (2016), FREJD Y BERGSTEN (2016), GALLEGUILLOS Y BORBA (2017) HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y VOS (2017), PELLICER Y RODRÍGUEZ (2017) Y STEPHENSON ET AL (2017)		
REALÍSTICA O APLICADA	DESARROLLO Y APLICACIÓN DE ACTIVIDADES Y EXPERIMENTOS DE MODELACIÓN EN TEMAS COMO LA ROBÓTICA, PROGRAMAS SOCIALES SOBRE EDUCACIÓN, SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, ECONOMÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA. SE ESTUDIA LAS INTERACCIONES DE MAESTROS QUE TRABAJARON COLECTIVAMENTE PARA PLANTEAR Y RESOLVER UN PROBLEMA DE MODELADO A TRAVÉS DE UN GRUPO CERRADO EN FACEBOOK; LAS EXPERIENCIAS DE ALUMNOS SOBRE LA RELEVANCIA DE ACTIVIDADES DE MODELACIÓN Y LA CARACTERIZACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS POR DISEÑADORES PROFESIONALES DE MODELOS MATEMÁTICOS.	12	FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICAS ALUMNOS DE SECUNDARIA Y PROFESIONAL PROFESIONISTAS CONSTRUCTORES DE MODELOS

Tabla 9: Clasificación de artículos desde la perspectiva teórica Contextual

PERSPECTIVA	ESTUDIOS	CANT	PARTICIPANTES
CONTEXTUAL	<p>ALBARRACÍN Y GORGORIÓ (2013), FLEVERES Y SCHIFF (2013), KAWASAKI Y NISAWA (2013) LANGERIS, HU Y FEIJS (2013), VORHOLTER Y BORROMEO R. (2014), JUNG ET AL (2015), BÚA (2016), KERTIL Y GÜREL (2016) RIVERA LONDONO Y JARAMILLO (2016) SCHUCHARDT Y SCHUNN (2016), SEVINC Y LESH (2017), WANG Y HU (2017)</p> <p>ESTUDIO SOBRE EL PROCESO DE LA ENSEÑANZA MATEMÁTICA Y LA APLICACIÓN PRÁCTICA, EL USO DE LA MODELACIÓN EN UN CONTEXTO CERCANO A LA REALIDAD, LOS VÍNCULOS CONTEXTUALES ENTRE LA CIENCIA Y LAS MATEMÁTICAS Y SU RELACIÓN CON LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y LA COMPRENSIÓN CONCEPTUAL DE LOS ESTUDIANTES, SE DESCRIBEN PROYECTOS INNOVADORES PARA LA INTEGRACIÓN DEL MODELADO EN LAS AULAS; EL ANDAMIAJE COMO ENFOQUE PARA RESPALDAR LOS PROCESOS DE MODELACIÓN INDEPENDIENTES DE LOS ESTUDIANTES.</p>	12	ALUMNOS DE PRIMARIA, SECUNDARIA, BACHILLERATO E INGENIERÍA FUTUROS PROFESORES

Tabla 10: Clasificación de artículos desde la perspectiva teórica Educativa

PERSPECTIVA	ESTUDIOS	CANT	PARTICIPANTES
EDUCATIVA	<p>GARCÍA, RUIZ-FERMEÑA Y CABALLERO (2012), TOEVVS (2012), BEIMBEGUT (2013), BUCCHOLTZ Y MESROGI (2013), CILTAS E ISIK (2013), KAISER ET AL (2013), NG (2013), STILLMAN ET AL (2013), VISEU Y MENEZES (2013), PORRAS Y FONSECA CASTRO (2013), KANSAS (2015), MICHELSEN (2015), BRAVO-BOHORQUEZ ET AL (2016), DUNEKACKE (2016), KARALI Y DURMUS (2016), LARRIPA (2016), LI, ZHANG Y JIAO (2016), MACÍAS Y BERNAL (2016), WAKE (2016), ADYOGAN ET AL (2017A), ADYOGAN ET AL (2017B), FRASSIA Y SERPE (2017), GEIGER (2017), JACOBS Y DURANDT (2017), LI (2017), PAOLLUCCI Y WESSELS (2017), RODRÍGUEZ (2017), TEZER Y CUMHUR (2017), ZEYTUN, CENTIKAYA Y ERBAS (2017)</p> <p>CON RELACIÓN A LOS ALUMNOS, SE ESTUDIA EL USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA, IDENTIFICACIÓN DE TAREAS EFECTIVAS, EN LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE PROGRAMAS CURRICULARES ETC.</p> <p>CON RELACIÓN A PROFESORES, LOS ESTUDIOS SE CENTRAN EN CÓMO SE FORMA Y MODIFICA EL CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DE LOS MAESTROS PARA UTILIZAR EL MODELADO EN LA CLASE, ENTRE OTROS.</p>	31	NIÑOS CON PROBLEMAS DE DISCALCULIA ALUMNOS DE SECUNDARIA Y BACHILLERATO ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE LICENCIATURA E INGENIERÍA FUTUROS PROFESORES EN SERVICIO

Tabla 11: Clasificación de artículos desde la perspectiva teórica Sociocrítica

PERSPECTIVA	ESTUDIOS	CANT	PARTICIPANTES
SOCIOCRÍTICA	<p>DORUK (2012), KJELDEN Y BLOMHOJ (2013), PANOU Y PROIOS (2013)</p> <p>LOS INTERESES DE ESTUDIO FUERON DETERMINAR LOS PROCESOS QUE CONTRIBUIRÁN A LA ENSEÑANZA DE LOS VALORES EDUCATIVOS GENERALES, LOS VALORES MATEMÁTICOS DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA QUE EMERGEN DURANTE LAS EXPERIENCIAS QUE LOS ESTUDIANTES OBTIENEN AL TRABAJAR CON ACTIVIDADES DE MODELADO MATEMÁTICO.</p>	3	ALUMNOS DE PRIMARIA Y SECUNDARIA

Tabla 12: Clasificación de artículos desde la perspectiva teórica Epistemológica

PERSPECTIVA	ESTUDIOS	CANT	PARTICIPANTES
EPISTEMO-LÓGICA O TEÓRICA	BRQUERO, BOSCH Y GASCÓN (2014), ANHALT Y CORTÉZ (2016), DIDIS ET AL (2016), OLMO, SARMIENTO Y MONTEALEGRE (2016), PLAZA (2016) SOCAS, RUANO Y HERNÁNDEZ (2016) SE LA IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DE LOS MAESTROS SOBRE EL PENSAMIENTO DE LOS ESTUDIANTES Y EL PAPEL DE EXAMINAR EL TRABAJO DE LOS ESTUDIANTES EN DIVERSOS CONTEXTOS PARA DESARROLLAR UNA BASE DE CONOCIMIENTOS SOBRE LAS FORMAS DE PENSAR DE LOS ESTUDIANTES EN ACTIVIDADES DE MODELACIÓN. TAMBIÉN LA CARACTERIZACIÓN DEL MODELADO MATEMÁTICO SOBRE TEMAS MATEMÁTICOS ENFOCADOS EN LAS ACTIVIDADES MATEMÁTICAS, LOS NIVELES DE COMPLEJIDAD Y LOS PROCESOS METACOGNITIVOS, ENTRE OTROS.	6	ALUMNOS SECUNDARIA E INGENIERÍA FUTUROS PROFESORES

Tabla 13: Clasificación de artículos desde la perspectiva teórica Cognitiva

PERSPECTIVA	ESTUDIOS	CANT	PARTICIPANTES
COGNITIVA	SAEKI Y MATZUKI (2013), STILLMAN Y BROWN (2014), WEDELIN ET AL (2015), LEBEDEV, KRUPA Y REZAKOV (2016) SE ESTUDIA SOBRE CÓMO ABORDAN LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA LOS PROBLEMAS DEL MODELADO MATEMÁTICO Y CÓMO PUEDEN APRENDER A LIDIAR CON TALES PROBLEMAS. SE INVESTIGA EL CICLO DE MODELADO DE LOS MODELADORES Y SUS DIVERSIDADES EN SU PROGRESO DE MODELADO	4	ALUMNOS DE PRIMARIA Y DE INGENIERÍA

Conclusiones

Se puede observar que el tema de la modelación matemática es de gran interés a nivel mundial. Los datos encontrados en la revisión de literatura nos muestran la progresiva cantidad de artículos, los autores y países más representativos en los últimos seis años que, por lo menos, en las dos bases de datos utilizadas aparecen.

En este análisis se pudo reconocer que, a pesar del gran interés por la modelación matemática debido a su efectividad como estrategia para la enseñanza de las matemáticas, existen dificultades para su integración en el aula. Por un lado, se puede hablar de la dificultad que los profesores tienen para implementarla en el salón de clase por la falta de conocimiento sobre la modelación. Por otro lado, existen dificultades para trabajar en contextos reales y el diseño de actividades, además de la dificultad para trabajar de manera interdisciplinaria en la escuela.

Consideramos que estudios sobre estas dificultades serán de relevancia para innovar en este tema de las matemáticas educativas. Debido a las bondades con las que cuenta la modelación matemática, se recomienda enfocarse de manera decidida en la investigación-acción en este ámbito.

Referencias

- Abassian, A., Safi, F., Bush, S. y Bostic, J. (2019): Five different perspectives on mathematical modeling in mathematics education. *Investigations in Mathematics Learning*, 1-13. DOI: 10.1080/19477503.2019.1595360
- Anhalt, C. y Cortez, R. (2016). Developing understanding of mathematical modeling in secondary teacher preparation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19, 523-545 DOI 10.1007/s10857-015-9309-8.
- Aydogan, A., Erbas, A. K., Cakiroglu, E., y Alacaci, C. (2017). Developing teachers' models for assessing students' competence in mathematical modelling through lesson study. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(6), 895-912
- Borromeo, R. (2013). Mathematical "Modelling" in "European" Education. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 4, 18-24.
- [reTheoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM Mathematics Education* 38\(2\), 86 – 95.](#)
- [Ciltas, A. and Isik, A. \(2013\). The Effect of Instruction through Mathematical Modelling on Modelling Skills of Prospective Elementary Mathematics Teachers. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13\(2\), 1187-1192.](#)
- Cozcher, J. (2017). How can emphasizing mathematical modeling principles benefits students in a traditionally taught differential equations course? *Journal of Mathematical Behavior*, 45, 78-94.
- Daher, W. y Shahbari, A. (2015). Pre-service teachers' modelling processes through engagement with model eliciting activities with a technological tool. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(supp 1), 25-46.
- Dundar, S., Gokkurt, B., y Soylu, Y. (2012). Mathematical modelling at a glance: a theoretical study. *Social and Behavioral Sciences*, 46, 3465-3470.
- Erbas, A. et al (2014). Mathematical modeling in mathematics education: basic concepts and approaches. *Educational Sciences: Theory & Practice* 14(4), 1621-1627.
- Galbraith, P. (2012). Models of Modelling: Genres, Purposes or Perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(5), 3-16.
- Hernández-Martínez, P. y Vos, P. (2017). "Why do I have to learn this?" A case study on students' experiences of the relevance of mathematical modelling activities. *ZDM* 50, 245-257. DOI: 10.1007/s11858-017-0904-2.
- Huang, C.-H. (2012). Investigating engineering students' mathematical modelling competency. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 10(2), 99-104.
- Kaiser, G. and Srirman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematical education. *ZDM Mathematics Education*, 38(3), 302-310.
- Niss, M., Werner, B., & Galbraith, P. (2007). Introduction. En *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (págs. 3-32). New York, USA: Springer.
- Nourallah, N. s. y Farzad, B. (2012). Mathematical modelling in university, advantages and challenges. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(7), 34-49.
- Rodríguez, R., y Quiroz, S. (2016). EL papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 19(1), 99-124. doi:10.12802/relime.13.1914
- Velásquez, J. D. (2014) Una Guía Corta para Escribir Revisiones Sistemáticas de Literatura Parte 3. *DyNA* 82 (189), 9-12.
- Wake, G. (2014). Making sense of and with mathematics: the interface. *Educational Studies in Mathematics*, 86, 271-290.