

MODELACIÓN MATEMÁTICA EN LA RESOLUCION DE PROBLEMAS DE CIENCIAS EN EDUCACION SECUNDARIA

Elizenda Castañeda, María Dhelma Rendón, Ruth Rodríguez

UAEM, ITESM Campus Monterrey

A01004532@itesm.mx, maria.dhelma.rendon@itesm.mx, ruthrdz@itesm.mx

Resumen

La resolución de problemas de física de educación secundaria motiva la realización del presente trabajo de investigación, el cual busca observar la práctica de competencias matemáticas antes y durante el empleo de la modelación matemática como estrategia didáctica apoyándose del manejo del recurso educativo abierto Ibercaja como herramienta tecnológica que proporciona medios innovadores que influyen en el interés de los alumnos. Los resultados encontrados en la investigación revelaron que los alumnos lograron resolver la problemática planteada en la actividad que involucraba el empleo de la estrategia didáctica de modelación matemática, en la cual de manera gráfica los alumnos representaron un problema matemático mediante un modelo creado por ellos, para posteriormente validar su resultado con un recurso educativo abierto.

Palabras clave: *modelación matemática, resolución de problemas, recurso educativo abierto, competencias matemáticas*

Introducción

El aprendizaje de las ciencias ha sido motivo de diversos estudios, las dificultades para resolver problemas es un punto coincidente en los alumnos de distintitos niveles educativos. En particular en la materia de Ciencias II (Física) en educación secundaria se busca encontrar estrategias didácticas que permitan mejores resultados en los estudiantes, la modelación matemática como estrategia didáctica en conjunto con el uso del recurso educativo abierto Ibercaja, ofrece medios innovadores que influyen en el interés de los alumnos en el aprendizaje de las Ciencias.

Nos interesa estudiar cuáles son las competencias que se desarrollan al utilizar modelación como estrategia didáctica en la resolución de problemas de ciencias II en educación secundaria, con el apoyo de un recurso educativo abierto. El objetivo general del estudio es analizar si la modelación matemática promueve la aplicación de competencias matemáticas en la resolución de problemáticas escolares en la materia de Ciencias II de educación secundaria.

La resolución de problemas por medio de la modelación hace énfasis en la construcción y aplicación de conceptos que permitirán en este nivel educativo emplear a través de la elaboración de un modelo que parte del mismo enunciado de la problemática, colocar en su representación gráfica todos los datos que se proporcionan en él, utilizando una instrucción que permitió llegar a un resultado que se verificaba mediante el recurso educativo abierto llamado Ibercaja, si el resultado era incorrecto se tenía que regresar al modelo, revisar los puntos de manera más detallada y si era necesario rediseñarlo para volver a verificar el resultado (Castañeda, 2010).

Los constructos teóricos sobre los que gira la presente investigación son la aplicación de las competencias matemáticas a través de la resolución de problemas de la segunda ley de Newton empleando como estrategia didáctica la modelación matemática bajo una autonomía que lleve a desarrollar competencias matemáticas en este nivel educativo de educación secundaria.

“La modelación es un acto de articulación de dos entes, para actuar sobre uno de ellos, llamado lo modelado, a partir del otro, llamado modelo. La modelación no es representación, es construir nuevas entidades a partir de la articulación, y con eso crea nuevas realidades.” (Pérez y Buendía, 2009, p.1724), entes representados por la física y matemáticas en esta investigación, interceptando la resolución de problemas relacionados con la segunda ley de Newton en lo referente a fuerzas con ayuda de la modelación matemática, validando resultados obtenidos por los estudiantes por medio de un recurso educativo abierto llamado Ibercaja.

Un recurso educativo abierto (REA) es un recurso disponible en internet ya sea en línea o a través de la instalación en la computadora, utilizado por profesores y alumnos al momento que desee como menciona Valverde (2005) “... se aplican al campo pedagógico con el objeto de racionalizar los procesos educativos, mejorar los resultados del sistema escolar y asegurar el acceso al mismo de grupos convencionalmente excluidos” (p. 5), están al alcance de sectores educativos públicos.

Mortera (2009) “hace referencia a los recursos y materiales educativos gratuitos y disponibles libremente en el internet y la World Wide Web... tiene licencias libres para producción, distribución y uso de tales recursos para beneficio de la comunidad educativa mundial” (p.5), refiriendo a materiales como simulaciones, resolución de ejercicios, en la cual el alumno puede aplicar los conocimientos previamente adquiridos o comprobarlos.

Ibercaja es un recurso educativo abierto que cuenta con simulaciones en las áreas de química, conocimiento del medio, ciencias para el mundo contemporáneo, que está al alcance de profesores y alumnos en el momento que deseen hacer uso, disponible en <http://www.ibercajalav.net/>, los alumnos analizarán los resultados del modelo que construyeron, a través de las simulaciones que ofrece el laboratorio de la segunda ley de Newton, verificando sus resultados obtenidos, si estos no son correctos tendrán que volver a analizar sus modelos, hasta llegar a los resultados correctos.

Son diversas las definiciones acerca de competencia, pero la mayoría coinciden en ser un conjunto de conocimiento, destrezas, habilidades, aptitudes, actitudes y valores que integra los estudiantes para aplicarlos en diversos contextos, exigente de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida, además de hacer del estudiante el actor principal de la construcción de su conocimiento, a partir de la puesta en práctica de conceptos escolares en el caso de este trabajo de investigación, que permitan utilizar competencias matemáticas.

Para medir el desempeño de las competencias matemáticas es necesario establecer niveles de desempeño que permitan ver el avance, antes y después de hacer uso de la modelación matemática, estos niveles proponen criterios en donde:

Con el Nivel 3 se alcanza el mayor desempeño, es decir identifica y comprende los conceptos a utilizar en la solución del problema, reconoce las relaciones entre conceptos teóricos y el enunciado de la problemática, obtiene los resultados correctos además de comprender y argumentar en base a conceptos de fuerza, masa y aceleración.

En el Nivel 2 se muestra un mediano desempeño es decir aplica las fórmulas de manera correcta, aunque presenta dificultad para reconocer las relaciones entre conceptos teóricos y el enunciado de la problemática.

En el Nivel 1 tienen un desempeño que requiere mejoras, en el cual no identifica los conceptos ni fórmulas para aplicarse por lo que el resultado es erróneo.

La modelación matemática tiene entre sus representantes a Doerr (1996) y Hestenes (2006), el primero menciona que se basa tres componentes: el fenómeno físico, la exploración a través de

la simulación del fenómeno de estudio; la representación múltiple del fenómeno, examina las acciones y se interpretan resultados y por último se analiza haciendo conjeturas seleccionando las variables adecuadas que interviene en el fenómeno. Este proceso no es lineal, el alumno a través de la práctica y reflexión, entenderá y armará su propio procedimiento argumentando con base a teoría previamente dada por el docente.

Hestenes (2006) menciona la teoría de modelado como la construcción y uso de modelos conceptuales compartidos, proponiendo caracterizar a la cognición como la construcción y manipulación de modelos mentales privados.

La resolución de problemas por medio de la modelación hace hincapié en la construcción, aplicación de conceptos y modelos matemáticos y/o físicos según sea el problema planteado bajo esta modalidad, procurando emplear el aspecto central del aprendizaje y comprendiendo la naturaleza del mismo, permitiendo a los alumnos “aprendan hacer preguntas adecuadas, las hipótesis y las predicciones necesarias en una problemática, además de diseñar experimentos, analizar los datos y comunicar resultados” (Trigueros, 2006, p.1208), bajo una autonomía que llevan a desarrollar competencias matemáticas y de modelación según el nivel educativo por el que atraviese el alumno.

Metodología

El presente trabajo se realiza con una muestra de 30 estudiantes de segundo grado de educación secundaria, el paradigma metodológico que siguió la presente investigación obedece al enfoque cualitativo, debido a la naturaleza propia de la aplicación de competencias al utilizar modelación, en la resolución de problemas de ciencias II de educación secundaria manejando un recurso educativo abierto para validar los resultados obtenidos a través del modelo diseñado por el alumno.

La recolección de datos utiliza un cuestionario de preguntas, instrumento considerado por Hernández, Fernández y Baptista (2006) como el instrumento que permite obtener información, indagando las categorías a estudiar (antes y durante la modelación matemática), en los cuestionarios aplicados a los alumnos, averiguando las barreras que se imponen antes de aplicar la modelación, de esta misma forma se aplica un segundo cuestionario después de utilizar la modelación y haber validado el modelo diseñado a través del recurso abierto (Ibercaja) para solucionar la problemática propuesta.

Otro de los instrumentos empleados es la aplicación de un ejercicio que permite observar como el alumno resuelve la problemática, antes de utilizar la estrategia de esta misma manera se desarrolla la actividad que es la parte medular de la investigación, que da los elementos necesarios y elementales para conocer si las competencias matemáticas son aplicadas en la resolución de ejercicios en ambos casos antes y durante la modelación para posteriormente los alumnos puedan validar sus respuestas a partir de el recurso Ibercaja.

El orden de las actividades realizadas para esta recolección se llevo a cabo de la siguiente forma (Castañeda, 2010):

- a) Se estudió la segunda ley de Newton (Conceptos físicos y matemáticos)

- b) Los alumnos contestaron un cuestionario que indaga las dificultades y percepciones de los estudiantes hasta antes de utilizar la investigación de manera a priori.
- c) Los alumnos de manera individual contestaron ejercicios relacionados al tema de la segunda ley de Newton.
- d) De manera individual los alumnos resolvieron el ejercicio
- e) Con base al esquema realizado para la puesta en práctica de la estrategia didáctica usando la modelación matemática, tomando en cuenta a Doerr (1996) y Hestenes(2006) con un problema que se asemeja a la realidad física del entorno de los alumnos, creando un modelo mental en los alumnos mediante la instrucción puesta en práctica por Rodríguez (2010) en su investigación, resaltando los datos proporcionados por el propio enunciado, se aplico los conceptos teóricos (fuerza, masa y aceleración) encontrados por los estudiantes, se analizo dicho modelo y verificando por medio del recurso educativo abierto si los resultados obtenidos eran correctos, en caso negativo se volvía analizar el modelo realizado corrigiendo y/o complementando el modelo elaborado nuevamente, para volver a ser verificado, hasta llegar al resultado correcto.
- f) La validación del modelo construido fue mediante el uso de un REA llamado laboratorio virtual Ibercaja (<http://www.ibercajalav.net/>) los alumnos analizaron los resultados del modelo que construyeron, a través de las simulaciones que ofrece el laboratorio de la segunda ley de Newton, verificaron sus resultados obtenidos, si estos no eran correctos tuvieron que volver a analizar sus modelos, hasta llegar a los resultados correcto acertado.
- g) Los alumnos contestaron el mismo cuestionario de la etapa b de manera individual después de haber aplicado la modelación y haber validado el modelo construido por medio del laboratorio virtual (Ibercaja).

La aplicación de los instrumento se llevó a cabo en seis sesiones de cincuenta minutos, utilizando los espacios adecuados que permitieron que los participantes reflejaran los datos para que posteriormente se analizaran.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados antes y después la modelación matemática, apoyándose en la aplicación abierta Ibercaja para validar el modelo matemático, se analizaron atendiendo a los dos momentos antes de la modelación y durante ella, con el propósito de establecer los niveles de desempeño en las competencias matemáticas que alcanzaban en cada caso, nivel 3(mayor desempeño), nivel 2 (mediano despeño), nivel 1 (desempeño que requiere mejoras)

Los resultados muestran en los cuestionarios aplicados antes y después de la modelación matemática que los alumnos mejoran en sus respuestas acerca de resolver problemas de ciencias II, mismas que se ven reflejados en los resultados obtenidos en la resolución de los ejercicios como se observa en la figura 1.

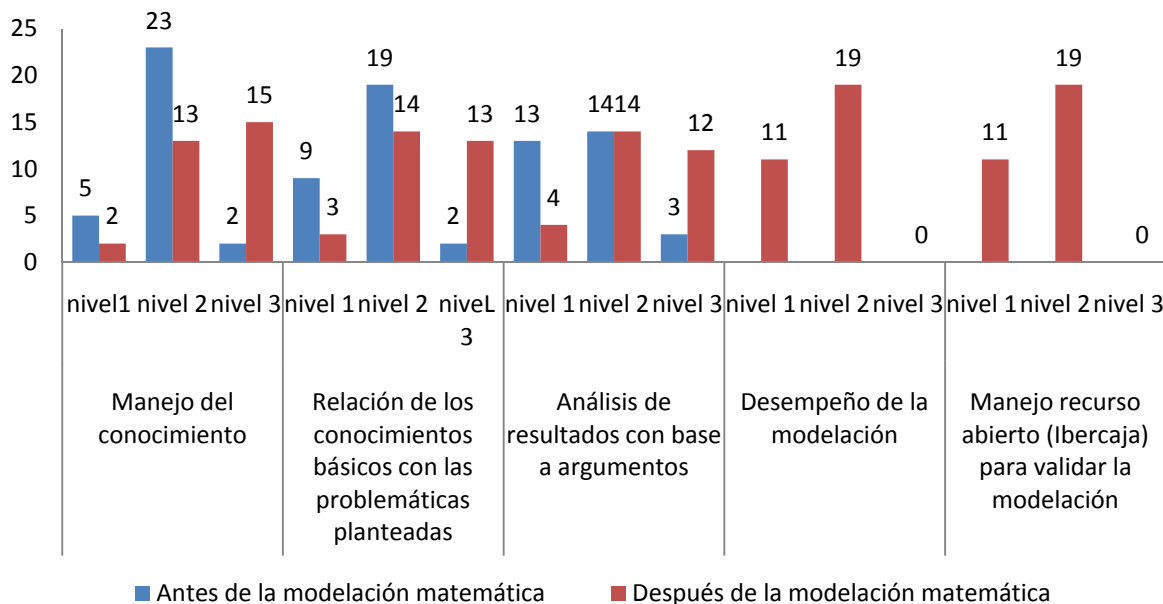


Figura 1. Competencias matemáticas desarrolladas

La gráfica 1 muestra los resultados antes y después de la modelación matemática, observando los avances que se logran en cada uno de los indicadores del estudio que integran las categorías, sin embargo de manera general y realizando una evaluación conjunta de todos estos indicadores que corresponden a cada categoría se llega a que el desempeño de los alumnos mejoró debido a que antes de la modelación había 9 alumnos que requerían mejoras en su desempeño y después de utilizar la modelación matemática disminuyó a 7 alumnos y después de aplicar la modelación matemática como estrategia didáctica requieren mejoras para que puedan tener un desempeño que permita tener aprendizajes significativos (nivel 1).

Es en el nivel 2 en el cual los alumnos aplican las fórmulas de manera correcta, mostrando dificultad para enlazar los conocimientos con las problemáticas que se desea resolver, pero obteniendo los resultados correctos, entendiendo como aplicar la modelación matemática, manipulando el recurso tecnológico sin interpretar su aplicación obteniéndolos antes de la modelación 17 alumnos y 15 después de hacer uso de la estrategia, observando que disminuyó en 2 alumnos.

Antes de utilizar la estrategia solo se tenían 4 alumnos que identificaban y comprendían los conceptos teóricos que se deben utilizar para encontrar la solución del problema, reconociendo la relación entre estos y la problemática planteada, argumentando sus respuestas con base al análisis realizado cuando busca la solución, además de entender la estrategia de modelación y ponerla en práctica de manera correcta, validando su respuesta a través del laboratorio Virtual Ibercaja, después de hacer uso de la modelación matemática el número de alumnos se incremento a 8, por lo que se observa una mejora en la aplicación de competencias matemáticas en los alumnos.

Conclusión

Se llegar a la conclusión de manera general que el desempeño de los alumnos mejoro debido a que antes de la modelación había 9 alumnos que requerían mejoras en su desempeño y después de utilizar la modelación matemática disminuyó a 7 alumnos (nivel 1)

Es en el nivel 2 en el cual los alumnos aplican las fórmulas de manera correcta, mostrando dificultad para enlazar los conocimientos con las problemáticas que se desea resolver, pero obteniendo los resultados correctos, entendiendo como aplicar la modelación matemática, manipulando el recurso tecnológico sin interpretar su aplicación obteniéndolos antes de la modelación 17 alumnos y 15 después de hacer uso de la estrategia, observando que disminuyó en 2 alumnos.

Antes de utilizar la estrategia solo se tenían 4 alumnos que identificaban y comprendían los conceptos teóricos que se deben utilizar para encontrar la solución del problema, reconociendo la relación entre estos y la problemática planteada, argumentando sus respuestas con base al análisis realizado cuando busca la solución, además de entender la estrategia de modelación y ponerla en práctica de manera correcta, validando su respuesta a través del laboratorio Virtual Ibercaja, comprendiendo la sugerencia realizada por el mismo para la solución del problema que fue resuelto.

De manera que se puede concluir en este rubro que la modelación matemática como estrategia didáctica apoyada con un recurso educativo abierto permite que 8 de los alumnos “aprendan a plantear y resolver problemas en distintos contextos, así como a justificar la validez de los procedimientos y resultados, se utiliza adecuadamente el lenguaje matemático para comunicarlos” (SEP, 2006, p. 34).

De manera que el objetivo general de analizar si la modelación matemática promueve la aplicación de competencias en la resolución de problemáticas escolares en ciencias II de educación secundaria, fue alcanzado, pues la modelación matemática como estrategia didáctica promueve la aplicación de competencias matemáticas en la resolución de problemáticas escolares en ciencias II de educación secundaria, haciendo uso del recursos educativos abiertos (laboratorio virtual Ibercaja).

Con base a los hallazgos encontrados en la investigación se plantea las recomendaciones para estudios posteriores que permitirán complementar la investigación presentada.

- 1.- La estrategia de modelación matemática permite ser aplicada a varias áreas de la ciencia y se recomienda que sea dada a conocer en los centros de trabajo, con el fin de que se pueda implementar en las diferentes asignaturas que se imparten.
- 2.- Al inicio de aplicar la estrategia, la instrucción por parte del docente deberá ser muy precisa y detallada para que los alumnos puedan ir creando modelos cada vez más complejos y completos, que les permitan dar a una solución de las problemáticas planteadas y gradualmente propiciar su autonomía con el fin de alcanzar niveles avanzados del desarrollo de la modelación.

3.- Se recomienda ampliamente el implementar la estrategia de modelación matemática para el planteamiento y resoluciones de ecuaciones matemáticas utilizadas en las materias de matemáticas y física de educación secundaria.

4.- Es recomendable que el profesor utilice los recursos educativos abiertos y tome los ejercicios que ya cuentan con algún tipo de applet para poder ser implementados con la modelación matemática y tengan al menos una actividad bimestral para que los alumnos puedan verificar la solución de problemas al utilizarlos.

La enseñanza de las matemáticas es una gran área de oportunidad para los docentes que se enfrentan a esta gran tarea, los índices más altos de bajo rendimiento escolar se encuentran en la enseñanza de las ciencias exactas, el buscar estrategias didácticas que permitan a los docentes desarrollar y aplicar en los alumnos las competencias matemáticas según el nivel educativo, es una gran tarea para ellos, pero una vez que estas se encuentran llegan a ser una aliciente que impulsa la tarea diaria.

La modelación matemática como estrategia didáctica ofrece herramientas pedagógicas, permiten en el caso específico de esta investigación, que el alumno pueda explicar con base a conceptos de fuerza, masa y aceleración el resultado obtenido y constatar el gran avance en su aprendizaje, además el alumno ve plasmado su resultado permitiéndole generar confianza al solucionar problemáticas escolares no solo de física y matemáticas, sino de la vida cotidiana.

La estrategia de modelación matemática puesta en práctica en esta investigación, no fue sobre un escenario uniforme, ya que el grupo en el cual fue implantado tiene aprovechamientos diversos; antes de hacer uso de la estrategia existían porcentajes en los cuales los alumnos solo resolvían los ejercicios aplicando fórmulas de manera mecánica, sin saber una explicación del significado del mismo y otros solo trataban de hacerlo sin llegar a resultados correctos, pero ninguno llegaba a entender el significado de los resultados.

Después de hacer uso de la modelación se observa 8 de los alumnos explican y entienden el significado de sus resultados, el resto puede resolver el problema impuesto; disminuyendo el número de alumnos que no llegan a resultados correctos, reafirmando que la modelación como estrategia didáctica permite poner en práctica y desarrollar en los alumnos las competencias matemáticas que favorece que los alumnos tengan las características que persigue el perfil de egreso de la educación secundaria.

Los recursos tecnológicos son un herramienta que apoya a docentes y alumnos; en el caso específico de esta investigación por las condiciones de infraestructura los alumnos no pueden ver la teoría que se imparte en el aula por medio de la experimentación, es aquí en donde la tecnología genera un gran impacto en los alumnos al ver con el apoyo de la computadora los resultados obtenidos y el comportamiento de los mismos mediante los recursos educativos abiertos, en esta caso el laboratorio virtual Ibercaja.

La combinación de la estrategia didáctica adecuada para la enseñanza y la tecnología, en este caso la modelación matemática y el laboratorio virtual Ibercaja respectivamente, hacen de esta investigación una experiencia de estudio que demuestra los avances que pueden tener los alumnos en la aplicación de competencias matemáticas para solucionar problemáticas, además de dar a conocer a los docentes que la modelación matemática es una estrategia que apoya el reto

diario de la educación, el desarrollo y aplicación de los aprendizajes significativos en el contexto escolar de los alumnos y en futuro su posible contexto laboral.

Referencias

- Castañeda, E. (2010). *La modelación como estrategia didáctica para la resolución de problemas en educación secundaria haciendo uso de un recurso educativo abierto*. Tesis de maestría no publicada, Universidad Virtual Escuela de Graduados en Educación Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, México.
- Doerr, H. M. (1996). *Integrating the study of Trigonometry, vectors, and forces through Modeling*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 10512878).
- Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Hestenes, D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. *Modelling in Physics and Physics Education*. : Arizona State University.
- Ibercaja*. Recuperado el 2 de Febrero de 2010, de <http://www.ibercajalav.net>.
- Mortera, F. (2009). *Estrategias de implementación y adopción de recursos educativos abiertos utilizados por profesores del Tecnológico de Monterrey a través del portal Knowledge Hub*. Resultados de la encuesta a profesores. Monterrey, Nuevo León, México: Reporte de investigación.
- Pérez, T. y Buendía, A. (2009). Una vinculación de la matemática escolar y la investigación a través de diseños didácticos con el uso de la tecnología. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (22), (pp.841-848). México, D.F.: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C. y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C.
- Rodríguez, R. (2010, en prensa). Aprendizaje y Enseñanza de la Modelación: el caso de las Ecuaciones Diferenciales. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*. México.
- SEP (2006). Educación Básica. Secundaria. *Plan y programa de estudios 2006*. México: Comisión nacional de los libros de texto gratuito.
- Trigueros, G. M. (2006). Ideas acerca del movimiento del péndulo. *Revista Mexicana de Investigación educativa* 11 (32). (pp. 1207-1240). México.
- Valverde, J. (2005). Software libre, alternativa tecnológica para la educación. *Actualidades investigativas en educación*,(5), pp.1-9.