

Uso de recursos educativos abiertos para fomentar el razonamiento matemático en alumnos del nivel medio superior

Ana Laura Álvarez Méndez
Plantel No. 1 del Colegio de Bachilleres de Querétaro
mate.magia@hotmail.com

Nelly Ivonne Brunel Cabello
Preparatoria Valle Alto
nbrunel@hotmail.com

Alma Gabriela Díaz Morales
Colegio de Bachilleres de Chiapas
almita750810@hotmail.com

Fernando Hernández Reyes
Universidad de Guadalajara
fernando_hdez@hotmail.com

Resumen

En la presente investigación se analizó la implementación de Recursos Educativos Abiertos (REA) para fomentar la competencia del razonamiento matemático en el nivel medio superior, en el área de Matemáticas. Se realizó un estudio de casos múltiple con diversas unidades de análisis y se examinaron los resultados para cada una de las cuatro instituciones públicas de nivel medio superior participantes. Hubo un total de 120 alumnos participantes y un docente de cada institución aplicó los REA a sus respectivos alumnos procurando responder: ¿qué características debe tener el diseño instruccional de una clase de Matemáticas para implementar REA?, ¿cuáles son las limitaciones humanas y

de infraestructura que existen al aplicarlos? y ¿qué beneficios ofrece a profesores y alumnos este tipo de innovaciones en el aula? Para recolectar los datos se aplicaron registros de observación, entrevistas y encuestas. Con ellos y con las evidencias del trabajo realizado por los alumnos, se efectuó una triangulación de datos y un contraste con la teoría revisada. La principal conclusión fue que los REA son útiles para fomentar esta competencia, pero deben integrarse en un buen diseño instruccional para tener éxito

Palabras Clave Razonamiento matemático, competencias, Recurso Educativo Abierto.

“Calificamos de complejas aquellas cosas que no entendemos; eso significa que todavía no hemos encontrado la manera correcta de pensar en ellas”.

- Tsutomu Shimomura -

Introducción

De acuerdo con la Organización de Estados Iberoamericanos, la educación es el motor principal del desarrollo social y económico de los países, por lo que sus habitantes desarrollan competencias que los preparen para una sociedad del conocimiento (OEI, 2008). Es así que los actores educativos enfrentan importantes retos que han encontrado eco en organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que hace énfasis en diversas habilidades que las personas deben tener para participar en una economía basada en el conocimiento (OCDE, 2001, citado por Escamilla, 2007). Específicamente, uno de estos retos es la adopción de nuevas estrategias que ayuden a los estudiantes a mejorar su aprendizaje mediante el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), aunque algunas instituciones educativas carecen de medios idóneos para llevarlo a cabo. En este sentido, si este reto es superado, se habrá dado un gran paso a favor de la educación ya que la incorporación de REA es una

innovación importante para reducir la brecha digital y brindar diversas herramientas para afrontar un futuro que exige habilidades informáticas (Jasso, 2009).

Respecto a lo anterior, Mortera y Escamilla (2009) plantean la necesidad de crear plataformas tecnológicas que ofrezcan redes gratuitas y abiertas garantizando así el acceso universal a docentes y estudiantes. En este caso, se utilizó la plataforma Temoa del Tecnológico de Monterrey para encontrar los REA más adecuados al objetivo de investigación: analizar su efectividad en el fomento del razonamiento matemático. Esto conllevó realizar un estudio comparativo y descriptivo que reflejara la respuesta a las preguntas: ¿cuáles son las características que deben considerarse para un diseño instruccional que emplea REA en un curso de Matemáticas del nivel medio superior?, ¿de qué manera afectan las limitaciones que existen al implementarlos a nivel institucional y cómo se pueden enfrentar? y ¿qué beneficios y qué desventajas se ven reflejados en los aprendizajes de los alumnos cuando son empleados en clases de Matemáticas?

Los instrumentos que se utilizaron fueron entrevistas, registros de observación y encuestas. Esto permitió tener diversas fuentes de información para realizar una triangulación de datos, cuyos resultados fueran contrastados con la teoría que se revisó. A partir de esto, se obtuvieron conclusiones acerca de la implementación de los REA.

Por tanto, este presente artículo describe el contexto teórico y físico del estudio, metodología empleada, resultados obtenidos y análisis de estos para presentar las conclusiones al final. Cabe mencionar que las evidencias recolectadas por los profesores participantes permitieron reconocer los niveles de logro de sus alumnos y reflexionar en la manera en que influyeron estas experiencias en su realidad institucional y su práctica docente.

Marco conceptual

La educación basada en competencias se ha puesto en auge y las instituciones educativas comienzan a formar parte desde hace varios años de un proceso de cambio paradigmático al interior de las mismas: la educación por competencias. Por esta razón, es necesario conocer aquellos conceptos que están presentes en dicho paradigma tal como el concepto de competencia.

Para Zabala y Arnau (2007), una competencia se conceptualiza como la intervención efectiva en los diversos ámbitos de la vida, mediante acciones en las que se movilizan simultáneamente los conceptos, los procedimientos y las actitudes. Sumado a ello, esta investigación apunta al fomento de competencias matemáticas, definidas por Sanjuán (s. f.) como las capacidades para aplicar el conocimiento y razonamiento en la resolución de problemas en situaciones contextuales. Asimismo, el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) asume que dicha competencia forma parte de la alfabetización matemática pues apoya a la matematización o conjunto de procesos generales a poner en práctica para resolver problemas matemáticos, y como respuesta a distintos tipos y demandas cognitivas impuestas por estos problemas en los ámbitos personal, educativo, profesional, público y científico (Rico 2007).

La competencia matemática a analizar fue el razonamiento matemático, es decir, la facultad de la persona para encadenar lógicamente una serie de conceptos matemáticos en la búsqueda de la resolución de un problema (OCDE, 2009). No obstante, en una educación basada en competencias, fomentar esta competencia implica fomentar otro tipo de competencias transversales porque las ideas, procedimientos, explicaciones, escritura o formulación verbal que una persona construye para responder a una tarea matemática siempre está acorde con su cultura y contexto particular (Cantoral, Farfán, Cordero, Alanís, Rodríguez y Garza, 2000). Esto requiere transformar la práctica docente empleando apoyos didácticos que permitan acceder de manera más ágil al conocimiento y

atender a las diferentes formas en que un estudiante aprende (Organista y Backhoff, 2002; Celaya, Lozano y Ramírez, 2009).

Una alternativa que ha surgido para apoyar el proceso de matematización son los Recursos Educativos Abiertos (REA). Este tipo de recursos son definidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como aquellos recursos tecnológicos de acceso libre al momento de ser consultados o bien al ser utilizados en el ámbito educativo (UNESCO, 2002). Algunos de ellos pueden ser cursos, documentos, videos, software y cualquier otra herramienta o material que brinde soporte al proceso de enseñanza –aprendizaje. Estos recursos, según Sicilia (2007) son contenidos educativos web que incluyen texto, imágenes y documentos directrices sobre cómo enseñar una determinada materia o sobre cómo evaluar.

Al respecto, Burgos (2010) explica que un REA debe ser accesible para la comunidad, pertinente para el contexto particular, certificado dentro de un proceso metodológicamente bien sustentado y disponible en un amplio lapso de tiempo, deduciéndose que tienen que ser parte de un proceso, adecuados al tipo de alumnos, a sus condiciones y a los conocimientos básicos que ellos tienen. En el sector curricular de Matemáticas, estos recursos deben ofrecer beneficios para la matematización como, por ejemplo, favorecer la transición entre las representaciones semióticas matemáticas [gráfica, numérica y simbólica] y ser utilizadas como herramientas cognitivas para la conceptualización y comprensión de objetos matemáticos, más allá de ser un medio rápido para resolver algoritmos (Ramírez y Burgos, 2010). Sumado a lo anterior, deben resultar motivadores al activar canales de percepción y procesamiento de información a través de multimedios, diversificando los recursos didácticos para atender a diferentes estilos de aprendizaje; además de apoyar el interés en la clase, ser una fuente de información abierta que ofrezca medios de expresión, creación, proceso e intercambio de ideas y brindar una autoevaluación en nuevos escenarios educativos (Marqués, 2000).

Por las razones anteriores, los REA se han investigado en los últimos años con la finalidad de conocer su impacto en el aprendizaje. En esta perspectiva, Ibarra (2006) investigó el valor que los alumnos le dieron a las matemáticas para poder razonar, comunicarse, ganar autoconfianza y poder actuar coherentemente en situaciones problemáticas cotidianas; sin embargo, en su investigación concluyó que los estudiantes son personas con aspiraciones y múltiples capacidades cognitivas pero que tienden a aburrirse y a ser apáticos en las clases debido a que las estrategias utilizadas redundan en un mecanicismo descontextualizado y poco motivador. De igual manera, López (2007) investigó acerca de la implementación de TIC en una institución de nivel superior y concluyó que los docentes no adoptan los REA, a pesar de que cuentan con infraestructura requerida, la razón es que el cambio paradigmático es difícil para ellos, sin mencionar la brecha generacional. No obstante, se dan cuenta de la consecuencia de este uso limitado de TIC, los estudiantes no obtienen conocimientos que puedan transferir fuera de la escuela por falta de formación y actualización en ellas.

Con todo lo anteriormente descrito, el reto de innovar en la enseñanza de las Matemáticas para dar respuesta a las exigencias internacionales como el estudio PISA o a las exigencias nacionales como la Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) es una oportunidad muy amplia para el uso de TIC y REA.

Marco contextual

El primer caso se desarrolló en el Plantel No. 1 del Colegio de Bachilleres de Querétaro, institución pública urbana de la Ciudad de Querétaro que ofrece bachillerato general, cuenta con recursos tecnológicos pero debido a políticas administrativas no se tuvo acceso a los laboratorios de informática. Los estudiantes tenían entre 16 y 19 años de edad, nivel socioeconómico bajo, acceso a internet fuera de la escuela donde se llevó a cabo el estudio. La docente contaba con conocimientos y experiencia previa en el empleo de REA, asesoría virtual y otorgó apoyo a través de la red social Facebook, correo

electrónico y chat. Además, los estudiantes contaban con formación para manejo de software básico desde primer semestre.

El segundo caso ocurrió en la preparatoria Valle Alto del ITESM con 63 alumnos de entre 16 y 17 años de edad y de nivel socio económico medio-alto, divididos en dos grupos con 31 y 32 alumnos, respectivamente. La institución era privada y de tipo bicultural, ubicada en la ciudad de Monterrey, Nuevo León. Contaba con infraestructura y recursos tecnológicos a los que tenían acceso tanto docentes como alumnos; los alumnos tenían su propio equipo y se contaba con redes de internet en toda la escuela y un proyector conectado a la computadora. Respecto a la profesora participante, era Ingeniera Química Administradora.

El tercer caso se realizó con 47 alumnos de cuarto semestre del plantel 100 Sitalá del Colegio de Bachilleres de Chiapas, institución pública ubicada en el municipio de Sitalá, Chiapas catalogado como el segundo municipio a nivel nacional con menor índice de desarrollo humano. Su población estudiantil era 90% bilingüe tzeltal-español, su infraestructura de TIC era un laboratorio de cómputo con señal de internet satelital y 40 computadoras disponibles. La investigación se llevó a cabo entre el docente de matemáticas, la docente de informática, la laboratorista y la docente investigadora. Cabe mencionar que esta investigación de didáctica, aplicación y evaluación de uso de REA fue innovadora pues nunca se había realizado.

El cuarto caso fue en la Escuela Preparatoria No. 15 de la Universidad de Guadalajara, institución pública ubicada en la periferia de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco. Hubo 32 alumnos participantes de cuarto semestre, inscritos en el Bachillerato General por Competencias, con edades entre 16 y 17 años y pertenecientes a un nivel socioeconómico medio alto. En el año 2011, la escuela contaba con acceso a Internet en todas las aulas, biblioteca, laboratorios de ciencias y tecnología. El profesor participante había egresado de la licenciatura en Matemáticas y tenía siete años de experiencia

docente; además de haber participado en muchos cursos relacionados con el desarrollo de competencias y uso de tecnologías.

Metodología

La metodología empleada fue de tipo cualitativo, bajo la modalidad de estudio de caso con múltiple repetición. El objetivo fue determinar la efectividad de utilizar REA para impulsar el razonamiento matemático a través de las evidencias y las experiencias de trabajo, bajo la pregunta de investigación: ¿qué tan efectivo resulta aplicar REA como apoyo didáctico para fomentar el razonamiento matemático del estudiante? Se consideró necesario identificar los factores que influyen en el estudiante para utilizar su razonamiento matemático, describir los beneficios y dificultades al emplear REA, así como reflexionar acerca del alcance de este tipo de actividades de enseñanza-aprendizaje en la evaluación de esta competencia. Para otorgarle validez al estudio se empleó una triangulación de datos a través de tres instrumentos: registro de observación, entrevistas y encuestas; además, se realizó una triangulación teórica con los resultados para fortalecer los aspectos identificados dentro de las categorías de estudio tanto en los instrumentos como en el marco conceptual.

Las unidades de análisis fueron efectividad, REA, apoyo didáctico y razonamiento matemático. Para la colecta de datos se empleó una encuesta para todos los participantes, registro de observación durante la implementación y una entrevista semiestructurada con algunos de ellos. El procedimiento empleado para la recolección de datos fue:

1. Solicitar un consentimiento por escrito de la dirección de la institución y del participante.
2. Dialogar con el sujeto de investigación para calendarizar la recolección de datos.
3. Efectuar las siguientes acciones en las semanas posteriores:
 - Semana 1. Implementación de la estrategia de aplicación de los recursos.

- Semana 2. Aplicación de una encuesta dirigida a los alumnos participantes, registro de observación y calendarización de entrevistas con algunos alumnos.
- Semana 3. Entrevistas con alumnos.
- Semana 4. Escribir reporte de resultados.

Sumado a lo anterior, las técnicas de análisis de datos y de triangulación de información fueron desarrolladas en las diferentes etapas que se describen a continuación:

1. Recepción de datos y reporte de los mismos.
2. Se empleó el método heurístico para generar las categorías a partir de los patrones observados; se generó una tabla de categorías de análisis y codificación de datos.
3. Se contrastó el sistema de categorías con la teoría revisada para redactar hipótesis.
4. Se compararon los datos observados, las entrevistas y las evidencias de trabajo.
5. Se confirmaron, rechazaron o generaron nuevas hipótesis, y redactaron las conclusiones.

Resultados

Para la recolección de datos se emplearon tres instrumentos que permitieron la identificación de las categorías de estudio y la redacción concisa de los hallazgos: registros de observación fortalecidos con las encuestas y las entrevistas, lo cual permitió llevar a cabo una triangulación de datos. Por otra parte, la triangulación teórica se llevó a cabo durante el análisis de datos puesto que se procuró dar coherencia a los resultados desde la conceptualización de la competencia del razonamiento matemático. En este caso, se describieron los hallazgos y se contrastaron con la teoría revisada permitiendo obtener algunas conclusiones importantes.

En el primer caso en el Colegio de Bachilleres de Querétaro, la implementación de los REA fue uno dentro del aula, tres fuera de la escuela y uno grupal a través de proyección. Una gran mayoría respondió que los rubros de instrucciones, actividades, pertinencia de REA, apoyo al logro de los objetivos, comprensión temática, interactividad, construcción de nuevos conocimientos matemáticos, refuerzo de habilidades matemáticas e informáticas son de regulares a muy buenas. Poco más de la mitad tuvo problemas con el idioma, la mitad consideró corto el tiempo de uso y una gran mayoría requirió ayuda para el manejo del REA o alguna cuestión informática. En las actividades colaborativas presenciales, los estudiantes mostraron su razonamiento matemático, debatieron en forma fundamentada lo relativo al análisis de funciones lineales en su representación numérica a simbólica, numérica a gráfica y el comportamiento gráfico relacionado directamente con los cambios en su forma simbólica. Lograron predecir el comportamiento gráfico de una función polinomial en cuanto a la variación de sus parámetros a través del razonamiento inductivo que desarrollaron con la manipulación de los applets. Se obtuvo un promedio de 85/100 en el proceso, mayor que en otros grupos y mostraron mayores conocimientos que en otras generaciones de estudiantes.

En el caso 2, de la Preparatoria Valle Alto del ITESM, el uso de estos recursos sirvió para facilitar el aprendizaje y la comprensión del tema de funciones. Se sabe que muchos problemas matemáticos se resuelven de manera tradicional, pero los REA dieron la oportunidad de desarrollar el razonamiento matemático, visualizando los problemas gráficamente y logrando hacer cambios en las variables, de tal manera que el alumno pudo comparar, observar y analizar las diferentes posibilidades en tan sólo instantes, ofreciendo un panorama de observación y de entendimiento más global. Los resultados en cuanto a efectividad se dieron de manera significativa, siendo fácil para ellos el utilizar los REA y dándoles la oportunidad de registrar observaciones que, de otra manera, hubieran resultado tediosas ya que tendrían que realizarlas en papel y repetitivamente. Pudieron incorporar elementos multimedia (voz, sonido e interacción) dándoles la

oportunidad de mejorar los procesos cognitivos. En el aspecto de apoyo didáctico, se dieron cuenta que fue más fácil entender los objetivos ya que los REA cuentan con una secuencia instruccional para construir aprendizaje significativo y con la ayuda del maestro fue más enriquecedor, además de que el tiempo no fue una limitante para mejorar el aprendizaje pues podían hacerlo muchas veces. La evaluación formativa fue transformada planteando la posibilidad de aplicarlos con más frecuencia, al no haberse notado un cambio significativo en sus calificaciones.

En el tercer caso, la investigadora junto con el profesor de matemáticas, aplicaron los REA y observaron curiosidad y entusiasmo en los alumnos, aunque al evaluar la actividad, externaron que fue divertida y entretenida pero que no tan sencilla como lo esperaban porque algunos REA estaban en inglés y requirieron apoyo del docente para emplearlas. Entre los conocimientos adquiridos sobresale el trabajo colaborativo, la introducción a las funciones lineales y cuadráticas y la colección de applets, así como la apreciación del esfuerzo realizado al coevaluar y autoevaluarse, siendo los alumnos más críticos que los docentes al momento de juzgar las actividades realizadas. Respecto al razonamiento matemático, se considera que el nivel de desarrollo fue bueno, debido a los resultados satisfactorios y al nivel de comprensión adecuado reflejado en la identificación de los dominios contradominios, de las funciones y la relación de los datos y su representación grafica. Esto permitió identificar que el apoyo didáctico de los REA fuera excelente, sumado a que formó parte de un proceso de enseñanza aprendizaje puesto que por sí mismos, no bastan para lograr un aprendizaje significativo ni vincularse con la vida diaria, elemento vital de un aprendizaje por competencias.

En el cuarto caso, la estrategia se aplicó para estudiar funciones lineales con el objetivo de que el alumno fuera capaz de identificar una función lineal entre dos variables a través de una tabla, ecuación o gráfica al resolver problemas. Para ello, debían establecer conexiones existentes entre los datos y determinar así, la relación funcional entre ellos de forma algebraica o geométrica. Aquí, los REA con applets favorecieron este razonamiento

porque permitieron al discente escribir la función, probarla, evaluarla y reestructurarla si era incorrecta. Asimismo, su graficación interactiva les permitió descubrir algunas propiedades básicas de la ecuación de la recta. Por lo tanto, el apoyo didáctico que proporcionaron al razonamiento matemático fue la creación de puentes cognitivos, inferencias directas y descripción de objetos matemáticos, que sin el uso de tecnologías requieren de mayor tiempo. En la actividad, se observó que el uso de REA fue novedoso pues colocó al discente en una situación y en un espacio físico diferente. No obstante, su diseño fue un obstáculo porque no era muy claro o estaba en inglés, distrayendo el objetivo de la clase, por lo que, el profesor, tuvo que dirigir la actividad considerando su diseño instruccional. Así, corroborado por las entrevistas y las encuestas, se obtuvo como resultado que los REA pueden favorecer o entorpecer el razonamiento matemático de los estudiantes al no estar debidamente adaptados a ellos, ya que esta deficiencia genera incertidumbre y confusión en la clase, mermando un poco su efectividad al momento de la evaluación sumativa.

Análisis e interpretación

Las respuestas que se arrojaron por la interpretación directa obtenida de acuerdo a las estrategias mencionadas por Stake (1999, p.69), a nuestra pregunta de investigación, permitieron identificar que el uso de los REA:

En el primer caso, en COBAQ, el principal hallazgo fue que un REA es un medio didáctico que al integrarse a una estrategia educativa, es efectivo para fomentar el razonamiento matemático porque mantiene la atención y el interés, permite la abstracción de conceptos en menor tiempo y desarrolla habilidades intelectuales de comparación y búsqueda de patrones. Esto se relacionó con las entrevistas y las actividades pues, a través del aprendizaje por descubrimiento, desarrollaron su razonamiento matemático. Los REA promovieron el razonamiento inductivo pues lograron predecir resultados y analizar información yendo de lo particular a lo general (Rodríguez, Caraballo, Cruz y Hernández, 1997); además, mejoraron el aprendizaje al estimular los sentidos, proporcionando

autonomía al estudiante así como apoyo entre pares y con el docente (Bernabé, 2010). Por tanto, un REA evaluado y seleccionado permite mediar el aprendizaje en menor tiempo, estimulando los sentidos, motivando significativamente y logrando desarrollar el razonamiento matemático al formar parte de un diseño didáctico-pedagógico claro y acorde al nivel educativo donde se implementan los REA.

En el segundo caso la Prepa Tec, se encontró que con el uso e implementación de los REA los alumnos se sintieron cómodos y les fue sencillo utilizarlos siendo un apoyo didáctico que fomentó el interés logrando que el razonamiento matemático fuera más efectivo, dándoles la oportunidad de hacer cambios en los parámetros llegado a analizar y poder llegar a sus propias conclusiones. La efectividad de esto se debió a que en otras ocasiones los alumnos habían tenido contacto con actividades similares, tanto en matemáticas como en otras materias. Esto se ha interpretado así porque siendo éstos de muy diversos tipos tanto videos, actividades interactivas, así como exámenes rápidos con sugerencias en la resolución de problemas y con resultado inmediato hace que el alumno mantenga el interés durante toda la actividad, siendo esto una gran oportunidad que le permitió al alumno trascender más allá de ser un usuario común (Marqués, 2000). Se constató que fueron un apoyo didáctico importante dentro del proceso de enseñanza aprendizaje, ya que les permitió darse cuenta en el instante de los aciertos y errores, siendo importante y necesario que este modelo educativo se aumente ya que, constituye un medio para desarrollarse y los mantiene en constante motivación y reto como lo demuestran las encuestas que se realizaron.

En el tercer caso se encontró que los REA necesitan ser integrados como un recurso didáctico apoyado en instrucciones orales del docente, permiten a los alumnos relacionar conocimientos teóricos con los ejercicios prácticos a partir de dichos recursos y por último desarrollan la habilidad de dominar conceptos matemáticos de tal forma que son capaces de intervenir efectivamente en un debate sobre los temas tratados. Lo anterior se fundamenta en que requirieron apoyo del docente además de las instrucciones que el

recurso ofrecía, los ejercicios con REA permitieron generar procesos mentales de asociación de conceptos como el dominio con gráficas y tablas, además la capacidad de justificar sus respuestas en un debate oral. Es por ello que de acuerdo con Sicilia (2007), cada docente debe decidir en su propia práctica el orden de actividades, la cantidad requerida, el tipo y lenguaje empleado en una clase, teniendo en cuenta potenciar el aprender a aprender. Se puede concluir que los REA son herramientas didácticas que permiten desarrollar el razonamiento matemático con base a situaciones didácticas apoyadas por el docente y no en solitario con el recurso, logran interesar al estudiante logrando una transposición didáctica entre lo teórico y lo práctico a través de resolución de actividades diversas donde relacionan conceptos de diferente representación matemática y adquieren la capacidad de expresar sus ideas en forma oral.

En el cuarto caso, el primer hallazgo fue que la efectividad del uso de REA, como apoyo didáctico para fomentar el razonamiento matemático, dependió del diseño instruccional de la actividad y no de las instrucciones del recurso. Esto se observó durante la actividad pues, sin esta organización ni la asesoría del docente, los alumnos hubieran seguido perdidos en la instrucción del recurso, en traducir del inglés al español y en la pérdida del objetivo de la misma. Esto tiene sentido al considerar que un apoyo didáctico debe permitir un acceso más ágil al conocimiento (Organista y Backhoff, 2002), por lo que debe integrarse con cuidado al diseño instruccional pues, por sí mismos, no orientan claramente al alumno. Por lo tanto, los REA, como apoyo didáctico, fomentan el razonamiento matemático cuando son integrados cuidadosamente a una actividad.

Otro hallazgo fue la promoción de niveles básicos en el razonamiento matemático respecto a la ENLACE (SEP, 2010) y al PISA (OCDE, 2009) reflejados en las conexiones cognitivas que realizaron los alumnos entre los datos de una tabla, su gráfica y su representación algebraica, así como en la aplicación de conceptos básicos para establecerlas. Esto se concluyó al contrastar su trabajo con las entrevistas y la teoría de ambos proyectos de evaluación. En este sentido, la tecnología que usan los REA permite

manipular objetos matemáticos, optimizar procedimientos, emplear un pensamiento crítico y realizar una autoevaluación del proceso. Por lo tanto, los REA son una alternativa para apoyar el desempeño de los alumnos en ambos proyectos de evaluación.

Conclusiones

En general, para los cuatro casos estudiados, las conclusiones fueron:

1. Los REA son efectivos para promover el razonamiento matemático siempre y cuando se integren en una actividad de aprendizaje con un diseño instruccional que contenga: (1) una adecuada secuencia didáctica que mejore el aprendizaje al estimular los sentidos, proporcione autonomía al alumno, fomente el apoyo entre pares y de un rol de mediador al docente, (2) instrucciones precisas que indiquen lo que se realizará, las evidencias de trabajo y la forma de evaluación, (3) y contener actividades variadas que promuevan conocimientos declarativos, procedimentales y actitudinales.
2. La efectividad de los REA depende de su pertinencia. Para determinarla, deben valorarse previamente considerando que sean atractivos visualmente, que su diseño instruccional sea comprensible y adecuado al nivel cognitivo del alumno y que estén en un idioma inteligible para ellos.
3. La ventaja de emplear REA como apoyos didácticos es que permiten atender distintos tipos de percepción de la información al presentar recursos visuales, lecto-escritores y kinestésicos, tornan las actividades en situaciones didácticas interesantes y divertidas que captan la atención de los discentes, favorecen el razonamiento matemático al interactuar directamente con los conceptos y los objetos matemáticos y promueven otro tipo de competencias tales como la búsqueda de información, el trabajo colaborativo y el desarrollo de valores sociales.

4. Una ventaja adicional es que favorecen el nivel elemental de la ENLACE y los niveles 1 y 2 del PISA al orientar la conexión cognitiva entre conceptos y representaciones geométricas, hacia el uso de fórmulas y de razonamientos de inferencia directa.
5. Las desventajas de usar REA subyacen a las limitaciones de su implementación. En este sentido, la principal limitación es la poca formación del docente para emplear la tecnología y para elaborar secuencias didácticas innovadoras basadas en la misma. Sumado a esto, el poco acceso a laboratorios de informática, la limitada tecnología acorde a las necesidades de la actividad y la poca coherencia entre las políticas institucionales y el modelo educativo implementado en ellas, resultan ser limitaciones de infraestructura que impactan en el aprovechamiento de los REA.

Dado que la implementación de los REA aconteció para un tema en específico, resultaría interesante llevar a cabo en futuras investigaciones, una selección de REA para una unidad temática o semestre completo, de tal manera que el docente los valore, utilice e implemente en secuencias didácticas diversas y calendarizadas; así como llevar a cabo registros de observación en un lapso más amplio para contrastar que tipo de secuencias educativas son más efectivas.

Bibliografía

- Bernabé, I. (2010). El profesorado como aprendiz con las TIC. En Barba, C. y Capella, S. (coords.). *Ordenadores en las aulas: La clave es la metodología* (pp. 73-79). Barcelona, España: Graó.
- Burgos, J. (2010). Distribución de conocimiento y acceso libre a la información con recursos educativos abiertos (REA). *OEA: Revista digital "La Educación"*, 1 (143). 1-14. Recuperado en enero, 18, 2011 en <http://www.temoa.info/es/node/42789>
- Cantoral, R., Farfán, R.M., Cordero, F., Alanís, J.A., Rodríguez, R.A. y Garza, A. (2000). *Desarrollo del pensamiento matemático*. México: Trillas.

- Celaya, R., Lozano, F. G. y Ramírez, M. S. (2009). *Apropiación Tecnológica en los profesores que incorporan Recursos Educativos Abiertos (REA) en educación media superior*. Memorias del X Congreso Nacional de Investigación Educativa, Veracruz, México.
- Escamilla, J. (2007). Hacia un aprendizaje flexible y sin fronteras y limitaciones tradicionales. En Lozano, A. y Burgos, J. (Comps.), *Tecnología educativa en un modelo de educación a distancia centrado en la persona*. (pp. 21-52). México: Limusa.
http://www.comie.org.mx/congreso/memoria/v10/pdf/area_tematica_07/ponencias/0295-F.pdf
- Ibarra M. M. (2006) *Estrategias de enseñanza aprendizaje de las matemáticas en una preparatoria federal*. Tesis de maestría no publicada. Disponible en la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey, en el sitio Web: <http://biblioteca.itesm.mx/cgi-bin/doctec/opendoc?cual=5455>
- Jasso, F. J. (2009). *Manual de los tres pasos* [tutorial]. Disponible en la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey, en el sitio Web:
<http://www.ruv.itesm.mx/portal/promocion/gs/biblioteca/manual/homedoc.htm>
- López, M. (2007). Uso de las TIC en educación superior en México. Un estudio de caso. *Apertura*, VII (7). 63-81. Recuperado el 1 de febrero de 2011 en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=68800706>
- Marqués, G.P. (2000). *Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones*. Recuperado en enero, 30, 2011 del sitio Temoa del ITESM en <http://peremarques.pangea.org/siyedu.htm>
- Mortera, F.J., y Escamilla, J. G (2009) *La Iniciativa Knowledge Hub: Un aporte del Tecnológico de Monterrey al Mundo*, Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 12(2), 83-112 Recuperado de <http://www.utpl.edu.ec/ried/>
- Organista, J. y Backhoff, E. (2002). Opinión de estudiantes sobre el uso de apoyos didácticos en línea en un curso universitario. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, IV (1). 81-94. Recuperado el 21 de marzo de 2011 en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/155/15504105.pdf>
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Ciencia, la Educación y la Cultura OEI. (2008). *Metas educativas 2021*. Madrid: España. Consultado el 18 de enero de 2010 en <http://www.temoa.info/es/node/18743>

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2002). *Forum on the impact of open courseware for higher education in developing countries: final report*. París, Francia: UNESCO. Recuperado en enero, 29, 2011 en <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001285/128515e.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2009). *PISA 2009. Assessment Framework. Key competencies in reading, mathematics and science. [Versión electrónica]*. Paris, Francia: OECD.
- Ramírez, M. M. y Burgos, A. J. (2010). *Recursos educativos abiertos en ambientes enriquecidos con tecnología: Innovación en la práctica educativa*. México: ITESM. Recuperado en enero, 28, 2011 en <http://tinyurl.com/bookREA>
- Rico, L. (2007). La competencia matemática en PISA. *PNA*, 1 (2). 47-66. Consultado el 12 de junio de 2010, <http://www.pna.es/Numeros2/pdf/Rico2007La.pdf>
- Rodríguez, J., Caraballo, A., Cruz, T. y Hernández, O. (1997). *Razonamiento matemático: fundamentos y aplicaciones*. México: Thomson.
- Sanjuán, R.M. (S. f.). *El módulo de formación y orientación laboral en los ciclos formativos de grado medio y superior de formación profesional: características y transversalidad en la formación de profesionales*. Disertación Doctoral no publicada. Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España. Recuperado en enero, 29, 2011 en http://books.google.com/books?id=ZyKr4YcGUIIC&pg=PA117&dq=competencias+matem%C3%A1ticas&hl=es&ei=Uv9ETdv1IYugsQOh-aGlCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=9&ved=0CFUQ6AEwCDgy#v=onepage&q&f=false
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares*. Recuperado de <http://enlace.sep.gob.mx/ms/>
- Sicilia, M.A. (2007). Más allá de los contenidos: compartiendo el diseño de los recursos educativos abiertos. *Revista de Universidad y Sociedad del conocimiento* (4),1, p. 27. Recuperado en abril 26, de 2011 en <http://www.uoc.edu/rusc/4/1/dt/esp/sicilia.pdf>
- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. (2nd. Ed). Madrid, España. Morata.
- Zabála, A. y Arnau, L. (2007). 11 ideas clave: Cómo aprender y enseñar competencias. Barcelona, España: GRAÓ. Recuperado en enero, 31, 2001 en <http://books.google.com.mx/books?id=2h08NJ4fDwgC&pg=PA32&dq=definicion+>

[de+competencia&hl=es&ei=3IRHTYugJZKosAOwmryLAg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=9&ved=0CFQQ6AEwCDgU#v=onepage&q&f=false](http://www.elsevier.com/locate/S0191-4615(12)00091-9)

Reconocimientos

Se agradece la valiosa participación y disposición de los participantes en este estudio, así como a las instituciones educativas de cada uno de los investigadores por permitirnos llevarla a cabo. Asimismo, sin restar importancia, se agradece a los estudiantes que accedieron a trabajar con los REA dentro de sus cursos de Matemáticas y a los profesores que nos apoyaron durante el proceso de integración de los mismos. Al profesor José Manuel Pérez Paadin de La Mosca y Daniel Macías Lanterna, a Jesper Voetmann Mikkelsen y a al titular del álbum leidyrey, disponible en <http://www.flickr.com/photos/leidyrey/> por las fotografías usadas como apoyo visual. Finalmente, agradecemos la valiosa retroalimentación del Mtro. Alejandro López Ibarra y a la titular de este curso, Dra. Marisol Ramírez Montoya, por la oportunidad de participar en este proceso creativo.