



II CEMACYC

II Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe

29 octubre al 1 noviembre. 2017

Cali, Colombia

ii.cemacyc.org



CIAEM
CME
desde - since 1961



Resultados de evaluaciones de reactivos de matemáticas en el nivel medio superior

José Vidal **Jiménez** Ramírez
Universidad Autónoma de Sinaloa
México
vidaljr@uas.edu.mx

Faustino **Vizcarra** Parra
Universidad Autónoma de Sinaloa
México
faustinovizcarra@uas.edu.mx

Laura Alejandra **Bonilla** Ramos
Universidad Autónoma de Sinaloa
México
laurabonilla@uas.edu.mx

Resumen

En este estudio participaron 170 profesores de matemáticas y 4668 estudiantes de tercer grado de bachillerato, con el objetivo de detectar las debilidades y fortalezas de los estudiantes de tercer grado y de los profesores de matemáticas ante una prueba objetiva y estandarizada de conocimiento básico de matemáticas. Para su análisis, se considera un enfoque de tipo cuantitativo descriptivo, para estudiar las respuestas a los reactivos que docentes y estudiantes resuelven bajo las mismas condiciones: en línea y máximo 2 horas y media. Los docentes al igual que los estudiantes muestran debilidades en las fracciones, en la modelación matemática, en representar un objeto matemático en sus diferentes representaciones, en el cálculo de áreas y perímetros, y nociones espaciales. De manera general, los resultados señalan que las debilidades de los estudiantes son las debilidades de los docentes, y que las dificultades que tienen los estudiantes persisten de una evaluación a otra.

Palabras clave: educación, matemática, evaluación, formación, tecnología y lenguaje matemático.

Introducción

El Bachillerato de la Universidad Autónoma de Sinaloa (BUAS) se caracteriza por ser un bachillerato general, y su mapa curricular está constituido por un tronco común (primer y

segundo grado, y cuatro asignaturas de tercer grado), y tres fases especializadas, que se ofertan en tercer grado: Ciencias Químico-Biológicas, Ciencias Físico-Matemáticas y Ciencias Sociales-Humanidades. Es en esta última, es donde se concentra la mayor población estudiantil, que oscila aproximadamente entre 45 a 50% de la matrícula de tercer grado en la mayoría de las unidades académicas. Debido a dicha tendencia, se da el caso, que en algunas no se ofertan las fases de Ciencias Químico-Biológicas y de Ciencias Físico-matemáticas. Uno de los factores que lleva a los estudiantes a evitarlas, es su alto porcentaje de asignaturas relacionados con matemáticas y física.

Es sabido que los estudiantes prefieren la fase donde menos asignaturas de matemáticas estén presentes (Thomas, Brunsting & Warrick, 2010), así pues, su apatía por las matemáticas, se refleja en los niveles de logro insuficiente y elemental en la prueba para la Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE), que aplica el sistema educativo nacional desde el 2008, a todos los planteles públicos y privados del nivel bachillerato de México.

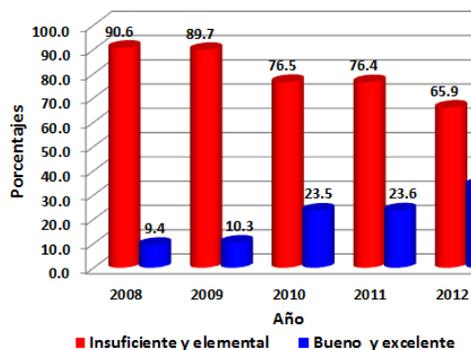


Figura 1. Porcentajes de alumnos del BUAS por nivel de desempeño en la prueba ENLACE matemáticas del 2008 al 2012.

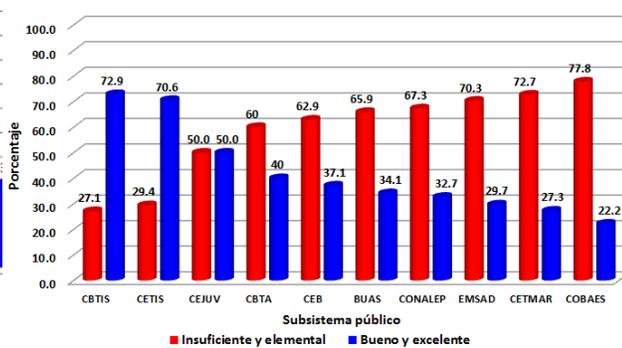


Figura 2. Porcentajes de alumnos de los subsistemas públicos de Sinaloa por nivel de desempeño en la prueba ENLACE matemáticas 2012.

Después de un autoanálisis de los resultados obtenidos del 2008 al 2012, que se muestran en la figura 1, se observa un incremento en el porcentaje de los niveles de logro bueno y excelente en un periodo de cinco años. Sin embargo, éstos resultados no son del todo favorables, como se puede apreciar en la figura 2, de los 8 subsistemas analizados, 5 de ellos lograron un mejor desempeño en la prueba ENLACE matemáticas. Como consecuencia, en aras de mejorar los resultados del BUAS, se decide detectar las debilidades y fortalezas de los estudiantes de tercer grado y de los profesores de matemáticas, ante la prueba PLANEA, y a partir de estas, diseñar un plan de trabajo a la medida de las necesidades del BUAS, que a mediano plazo contribuya a la mejora de los resultados.

Objetivo

Detectar las debilidades y fortalezas de los estudiantes de tercer grado y de los profesores de matemáticas ante una prueba objetiva y estandarizada de conocimiento básico de matemáticas de bachillerato.

Metodología

Debido a que el BUAS no cuenta con un referente sobre sus estudiantes y profesores de matemáticas, se considera un enfoque de tipo cuantitativo descriptivo, para estudiar las respuestas a los reactivos que docentes y estudiantes resuelven en línea, bajo las mismas

condiciones en un tiempo máximo de dos horas y media sin usar calculadora o algún otro dispositivo de electrónico que le evite hacer cálculos mentales o a lápiz y papel.

Participantes

Para los fines de este estudio, solo se considera el caso de matemáticas, en el que participan 170 profesores de matemáticas y 4668 estudiantes (17-18 años) de tercer grado (ciclo escolar 2012-2013), de las tres fases especializadas que se ofertan en las 38 Unidades Académicas y 41 extensiones del BUAS: Ciencias Químico-Biológicas, Ciencias Físico-matemáticas y Ciencias Sociales-Humanidades.

Instrumento

ENLACE es una prueba objetiva y estandarizada diseñada por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL), que proporciona un diagnóstico del estudiante a nivel individual y está alineada al Marco Curricular Común de los diferentes sistemas de bachillerato, en particular a las competencias disciplinares básicas de los campos de Comunicación (Comprensión Lectora) y Matemáticas, planteadas en el acuerdo secretarial 444 (SEP, 2009).

El instrumento está conformado por preguntas de opción múltiple: 50 reactivos están dedicadas al campo disciplinar de Comunicación (Comprensión lectora) y 60 al de Matemáticas (ver tabla 1), de los cuales solo se consideran los de matemáticas para los fines de este estudio. Los resultados son dados en cuatro categorías: insuficiente, elemental, bueno y excelente. Y se aplica a jóvenes que cursan el último grado, para conocer en qué medida son capaces de poner en práctica en situaciones del “mundo real” las competencias disciplinares básicas de los campos de Comunicación (Comprensión Lectora) y Matemáticas adquiridas a lo largo de la trayectoria escolar (SEP, 2013). En el caso de matemáticas se reestructuró los reactivos por asignatura (Matemáticas I, Matemáticas II, Matemáticas III y Matemáticas IV), y se dejó a parte los de espacio y forma debido a que no están incluidos en las asignaturas del BUAS.

La prueba ha sido diseñada de tal forma que no permite derivar conclusiones sobre el sistema de Educación Media Superior, los subsistemas, las escuelas, los docentes ni sobre el desempeño de las entidades federativas. Pero si es posible analizar el desempeño en cada uno de los reactivos, para contrastarse de una generación a otra de un mismo centro escolar, y esto permite detectar los reactivos de mayor dificultad para los estudiantes y los reactivos recurrentes de una generación a otra.

Tabla 1

Distribución de reactivos de Matemáticas en la prueba ENLACE 2012, por grupos de procesos a evaluar y por contenido matemático.

Contenidos	Procesos a evaluar			Total
	Reproducción	Conexión	Reflexión	
Cantidad	6	7	7	20
Cambios y relaciones	5	8	7	20
Espacio y forma	6	8	6	20
Total	17	23	20	60

Fuente: Secretaría de Educación Pública. 2012.

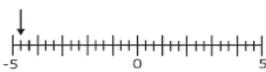
En este sentido, el diseño y el objetivo de la prueba se limitan a la emisión de un diagnóstico para el sustentante de sus fortalezas y debilidades en el desarrollo de competencias

básicas relacionadas con las matemáticas. Las decisiones que se tomen a partir de los resultados deben considerar cuidadosamente el contexto de la evaluación y las condiciones de cada escuela. A continuación, se muestra un reactivo de cada contenido.

Reactivo de cantidad

37. Un entomólogo mide el movimiento de los segmentos en una lombriz al moverse. Observa que por cada $\frac{4}{3}$ de centímetro que avanza por segundo, el segmento regresa $\frac{1}{6}$ para dar el siguiente movimiento.

Graficando este desplazamiento en una recta numérica, ¿cuántos centímetros se movió después de 4 segundos?

- A) 
- B) 
- C) 
- D) 

Reactivo de cambios y relaciones

46. una fábrica de lápices se describe el costo de producción de los lápices mediante la siguiente tabla:

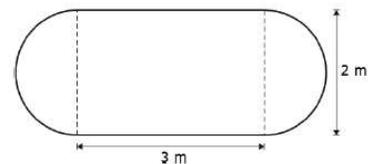
Número de lápices	Costo de producción
4	6
12	8
20	10

Identifique la expresión algebraica que representa el costo de producción en pesos (y) dado un número (x) de lápices.

- A) $x/2 - y + 4 = 0$
 B) $3x/4 - y - 1 = 0$
 C) $x - 4y - 28 = 0$
 D) $x - 4y + 20 = 0$

Reactivo de espacio y forma

69. La señora Eva tiene una mesa con la forma y dimensiones mostradas en la figura:



Para que se conserve mejor va a colocarle un recubrimiento de vidrio en la superficie, ¿qué cantidad de vidrio, en metros cuadrados, usará para cubrir la mesa? Considere pi como 3.14.

- A) 7.57
 B) 9.14
 C) 12.28
 D) 18.56

La prueba ENLACE 2012 se puede consultar en la dirección:

<http://143.137.111.105/ENLACE/Resultados2012/MediaSuperior2012Examen/r12ExamenMediaSuperiorPreguntas.asp#ParteSuperior>

Análisis

Se contrastan las respuestas correctas obtenidas por los profesores y los estudiantes, y se ordenan del más al menos complejo con respecto a los resultados de los docentes obtenidos por asignatura. Y también se contrastan con los resultados obtenidos por los estudiantes de la generación 2011-2012, con la intención de ver si hay diferencia en los resultados de una generación a otra. Para identificar los reactivos de mayor dificultad se parte del siguiente criterio: en el caso de los docentes, los que tengan un porcentaje de respuesta correcta menor o igual al 90%, y para los estudiantes, los que tengan un porcentaje menor o igual al 60%. Así, bajo estos criterios se determinan las debilidades y fortalezas de ambos. A partir de ellas, se desprenden las propuestas para la actualización de los docentes, y en el caso de los estudiantes para la nivelación y prevención en las futuras generaciones. Al final, se realizará una descripción general del estudio, dando cuenta de los detalles más importantes que se presentaron en los resultados contrastados.

Implicaciones educativas

Los resultados de la presente investigación, sin duda alguna tendrán un impacto importante en la docencia de las matemáticas en el nivel medio superior, así como en el diseño curricular, y

adicionalmente, los resultados formarían parte del cuerpo teórico de conocimientos para la investigación en educación matemática, ya que son de gran utilidad para otros investigadores. Por otra parte, los resultados obtenidos pueden ser comparados con resultados obtenidos con sujetos de estudios similares en otros países destacando semejanzas y diferencias, buscando encontrar algunas explicaciones que permitan superar dificultades y emprender acciones bien fundamentadas para convertir las debilidades en fortalezas.

Limitaciones

En el BUAS se no se cuenta con estudios de esta magnitud, que detecten debilidades y fortalezas tanto de docentes como estudiantes, hay estudios aislados los cuales no son compartidos debido a la falta de interés del docente de bachillerato por la investigación. Y por otra parte, el docente por lo general se niega a ser evaluado, lo cual dificulta dicho trabajo, pues hay que convencerlo que los resultados que se obtengan se manejen de forma anónima, y se les compartirán para que tomen las medidas pertinentes que ayuden a convertir sus debilidades en fortalezas.

Resultados

Cabe mencionar, que también se incluyen los resultados de 9496 estudiantes de tercer grado del ciclo escolar 2011-2012, que fueron evaluados por la Secretaría de Educación Pública (SEP) de forma presencial. Dichos resultados se contrastan con los docentes y los estudiantes de tercer grado del ciclo escolar 2012-2013. Entre los reactivos de mayor complejidad para los estudiantes, en el orden en que aparecen en la figura 2, son: 40, 37, 79, 74, 83, 75, 95, 47, 84 y 69. Y para los docentes, son: 38, 40, 79, 95, 93, 45 y 84. Y de estos, los comunes para profesores y estudiantes son: 40, 79, 95 y 84. Por mencionar algunas de las dificultades, de acuerdo a lo que observamos en la figura 2, el manejo de las fracciones (reactivo 37) es un problema que ha persistido por muchos años, y a la fecha no se ha podido erradicar.

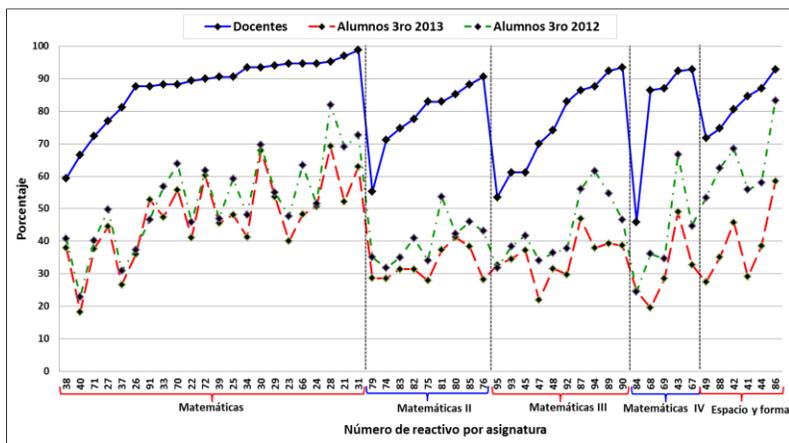


Figura 3. Porcentajes de respuestas correctas de docentes de matemáticas, alumnos 3ro del periodo 2012-2013 y alumnos 3ro del periodo 2011-2012, ordenados de lo más a lo menos complejo de acuerdo a los resultados de los docentes por asignatura.

El reactivo de mayor dificultad en cada asignatura para los docentes, se muestran a continuación:

Matemáticas I
Indicador de logro:

Matemáticas II
Indicador de logro: Resolver un

Matemáticas III
Indicador de logro: Calcular el área

Resolver un problema de la vida cotidiana que requiera calcular el máximo común divisor o el mínimo común múltiplo.

38. Se colocan en un contenedor 12 kg de carne de res, 18 kg de carne de cerdo y 30 kg de carne de pollo, empaca bolsas con igual peso y con la máxima cantidad de carne posible. ¿Cuál es el peso, en kilogramos, de cada bolsa?

- A) 2
- B) 3
- C) 6
- D) 20

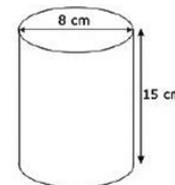
problema de la vida cotidiana que implique identificar un punto de intersección a partir de un sistema de ecuaciones lineales con dos incógnitas.

79. En una ciudad, dos sitios de taxis tienen las siguientes tarifas: para el sitio A, el cobro inicial es de \$2.50 más \$5.80 por cada kilómetro; para el sitio B, es \$4.30 por kilómetro más un cobro inicial de \$6. Si para llegar a cierta colonia, partiendo del centro debe pasar por la catedral, el mercado, la secundaria y el monumento a Hidalgo, y la distancia entre cada par de puntos es aproximadamente de 1 km, ¿entre qué par de puntos los costos de ambos sitios coinciden?

- A) Centro – catedral
- B) Catedral - mercado
- C) Mercado - secundaria
- D) Secundaria - monumento

de dos o tres caras de una figura tridimensional a partir de su representación gráfica y los valores de algunos de sus lados.

95. En una escuela se harán vasos de cartón para el Día de las Madres. Cada vaso tiene las siguientes especificaciones:



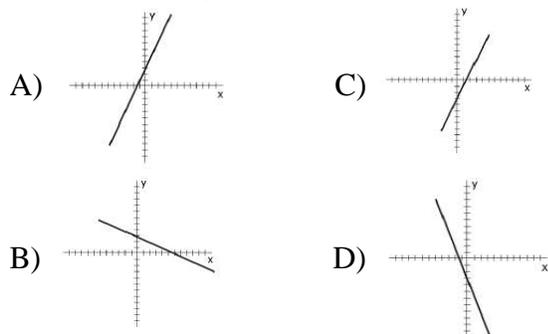
¿Cuántos centímetros cuadrados de cartón se necesitan para elaborar un vaso? Considere $\pi = 3.14$.

- A) 320.96
- B) 427.04
- C) 477.28
- D) 577.76

Matemáticas IV

Indicador de logro: Identificar la gráfica de la recta perpendicular o paralela que pasa por una ordenada al origen de una ecuación lineal.

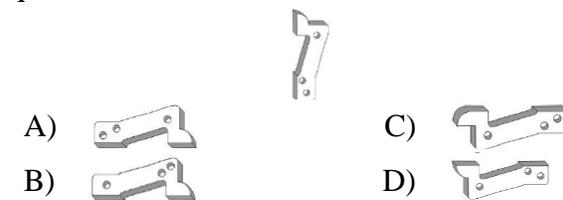
84. ¿Cuál gráfica representa la perpendicular de la recta de la ecuación $2x - y + 3 = 0$ y ordenada al origen 3?



Espacio y forma

Indicador de logro: Identificar la figura que complete una figura tridimensional cortada sobre uno de sus ejes de simetría.

49. Para terminar de hacer un soporte para ejes, un herrero debe encontrar la mitad que hace falta de la pieza que se muestra en la figura. Las piezas entre las que debe buscar están dispersas sobre una tabla. ¿Cuál de las piezas completa de forma simétrica el soporte que debe ensamblar?



Lo mismo sucede en la resolución de problemas (reactivos 38, 40, 74, 75 y 79). Como lo menciona Santos Trigo (2007), la mayoría de los estudiantes experimentan serios problemas para reconocer y usar ciertas estrategias en la resolución de problemas. En particular con la modelación, se sabe que los estudiantes presentan dificultades para expresar situaciones que se presentan en lenguaje común o en lenguaje matemático, desde aquí radica parte del problema de la modelación. Además, de acuerdo con Lee (2006), el lenguaje matemático puede ser una barrera para el aprendizaje de los alumnos debido a los requerimientos y convenciones específicas necesarias para expresar sus ideas matemáticas.

En el caso de las diagonales de un polígono (reactivo 47), Pimm (1990) menciona que en los estudiantes es común concebir la diagonal como un lado inclinado de una figura en relación con la orientación natural de la página. En cálculo de áreas (reactivo 95) y perímetros (reactivo 93), se detectó que estos contenidos frecuentemente no se abordan en clase por darle mayor prioridad a trigonometría. Y en el caso de representar un objeto matemático en sus diferentes representaciones (reactivo 69, 83 y 84) no se le da la debida importancia por parte de los profesores de matemáticas, para ellos, es de mayor relevancia el darle prioridad a los procedimientos y algoritmos algebraicos (Macnab y Cummine, 1992). Además, la experiencia en la enseñanza de la materia proporciona elementos para señalar que el enfoque tradicional de fórmulas, procedimientos y cálculos ocupa aún un lugar importante en la práctica de muchos profesores.

Lo mencionado en párrafos anteriores son algunas de las debilidades de los docentes y estudiantes. Dichas fortalezas y debilidades con respecto al instrumento aplicado, cuyos resultados se reflejan en la figura 3, se muestran en el apéndice A. Ahora, en la figura 4, se observa el comportamiento de los resultados de estudiantes del ciclo escolar 2011-2012 y de profesores, de donde se puede decir que debido al patrón que muestran los datos, los estudiantes y los docentes presentan fortalezas y debilidades similares.

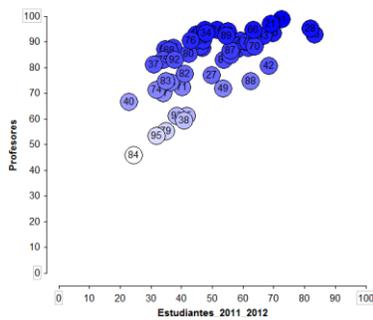


Figura 4. Cruce de porcentajes de respuestas correctas de los estudiantes del ciclo escolar 2011-2012 vs profesores de matemáticas.

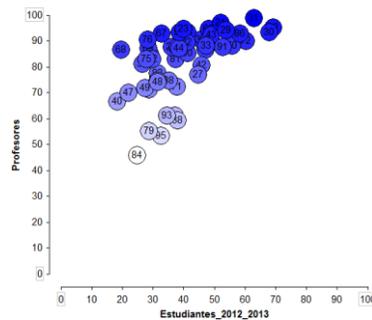


Figura 5. Cruce de porcentajes de respuestas correctas de los estudiantes del ciclo escolar 2012-2013 vs profesores de matemáticas.

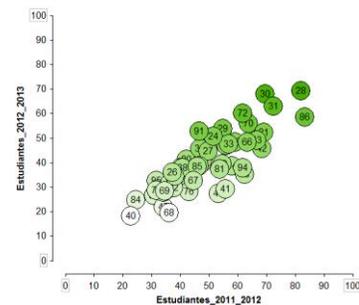


Figura 6. Cruce de porcentajes de respuesta correcta de los estudiantes del ciclo escolar 2011-2012 vs estudiantes del ciclo escolar 2012-2013.

Y en el cruce de estudiantes del ciclo escolar 2012-2013, con docentes de matemáticas, igual que en la figura 4, las fortalezas de los estudiantes son las fortalezas de los docentes (ver figura 5). Sin embargo, los porcentajes de respuesta se acercan más al eje vertical, esto significa que los estudiantes del ciclo escolar 2012-2013, en general presentan mayor dificultad para resolver los reactivos. Esto también se refleja en la figura 3, ya que los porcentajes de respuesta de los estudiantes del ciclo escolar 2011-2012, están por arriba que los del ciclo escolar 2012-2013. Por último, en el cruce de los estudiantes del ciclo 2012-2013, con los del ciclo 2011-2012, se observa consistencia en los resultados de una generación a otra, esto se deduce del comportamiento de los datos de la figura 6. Es decir, que los estudiantes presentan en general las mismas fortalezas y deficiencias. Se aclara que los estudiantes del ciclo escolar 2012-2013, presentan mayor dificultad para resolver los reactivos.

Conclusiones

De lo anterior, los docentes al igual que los estudiantes, muestran debilidades en el tema de las fracciones, que por muchos años ha frustrado la vida académica de generaciones. Además, las debilidades de los estudiantes están relacionadas con la resolución de reactivos en los que se tiene que obtener un modelo matemático para darle solución y con las diferentes representaciones de un objeto matemático. En consecuencia, se tiene que las debilidades de los estudiantes son similares a la de los docentes y que las dificultades que tienen los estudiantes persisten de una evaluación a otra.

Una sugerencia para el profesor, en el sentido que lo menciona Finkel (2008) “de dar la clase con la boca cerrada”, es decir: hay que dejar que los libros hablen, que los estudiantes hablen, indagar juntos; el arte de escribir; crear esquemas para el aprendizaje; separar poder y autoridad en el aula; dar la clase con un colega de observador; y por último, proporcionar la experiencia y provocar la reflexión. De igual manera la propuesta que hace Bain (2006) se considera importante por los docentes, esta se resume en: conocer bien la materia (asignatura) para promover el buen desarrollo de la capacidad de reflexionar (metacognición); brindarles a los estudiantes una educación que les proporcione una influencia positiva, sustancial y duradera en la forma en que razonan, actúan y sienten; desafiar intelectualmente a los alumnos; y plantear a los estudiantes preguntas de su interés. Se sabe que se han desarrollado muchas propuestas, pero las proporcionadas por Finkel y Bain, han cautivaron la atención de docentes.

Sin embargo, la realidad es que la mayoría de los docentes enseñan repitiendo el patrón de quienes fueron nuestros profesores. Aunado a esto, está el que los docentes no cuentan con bibliografía apropiada de didáctica de la matemática, de estrategias de aprendizaje, acceso a revistas de investigación de educación matemática, entre otra bibliografía especializada, así que, por lo general consultamos libros de contenidos.

Referencias y bibliografía

- Bain, K. (2006). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. España: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Finkel, D. (2008). *Dar la clase con la boca cerrada*. España: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Lee, C. (2006). *El lenguaje en el aprendizaje de las matemáticas*. España: Ediciones Morata.
- Macnab, D. S., & Cummine, J. A. (1192). *La enseñanza de las matemáticas de 11 a 16. Un enfoque centrado en la dificultad*. España: Visor.
- Pimm, D. (1990). *El lenguaje matemático en el aula*. España: Ediciones Morata.
- Santos Trigo, L. M. (2007). *La resolución de problemas matemáticos. Fundamentos cognitivos*. México: Trillas.
- SEP (2009). Acuerdo Secretarial No. 444. Obtenido de Secretaría de Educación Pública: <http://www.reformaiems.sems.gob.mx/work/sites/riems/resources/FileDownload/291/Acuerdo444.pdf>
- SEP (2013). Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares. Obtenido de Secretaría de Educación Pública: <http://www.enlace.sep.gob.mx/ms/>
- Thomas, E. J., Brunsting, J. R., & Warrick, P. L. (2010). *Styles and Strategies for Teaching High School Mathematics: 21 Techniques for Differentiating Instruction and Assessment*. Thousand Oaks, California, Estados Unidos: Corwin.

Apéndice A

Fortalezas y debilidades de los docentes por asignatura

<https://www.dropbox.com/s/dd7befv8144mqzd/Ap%C3%A9ndice%20A.docx?dl=0>