



**IX CIEMAC**  
Congreso Internacional  
sobre la Enseñanza de la  
Matemática Asistida por Computadora  
[www.cidse.tec.ac.cr/ciemac](http://www.cidse.tec.ac.cr/ciemac)

**TEC** | Tecnológico  
de Costa Rica

## Especialización en Tecnología Digital para la Enseñanza de Matemáticas en México

Dra. MariCarmen  
González-Videgaray

Mtro. Víctor J. Palencia  
Gómez

Mtra. Nora del C. Goris  
Mayans

Universidad Nacional  
Autónoma de México  
México  
[mcgv@unam.mx](mailto:mcgv@unam.mx)

Universidad Nacional  
Autónoma de México  
México  
[palencia@unam.mx](mailto:palencia@unam.mx)

Universidad Nacional  
Autónoma de México  
México  
[goris.nora@gmail.com](mailto:goris.nora@gmail.com)

**Resumen:** La enseñanza de las Matemáticas en todos los niveles educativos en México y en el mundo, presenta un reto difícil de superar. Muchos estudiantes temen esta asignatura y su estudio se convierte en verdadero sufrimiento. Si bien el problema de cómo enseñar mejor Matemáticas es multicausal, una de las vías para promover un cambio en la didáctica de esta asignatura es incorporar, de manera crítica y reflexiva, las tecnologías digitales. En este trabajo se describe el proyecto para estudios de posgrado en Tecnología Digital para la Enseñanza de Matemáticas, que ofrecerá la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual permitirá especializar docentes de educación secundaria, media superior y superior en un año. Estos estudios, contribuirán a mejorar la práctica docente de los profesores de Matemáticas en México y, con su posterior puesta en línea, la de los docentes de cualquier país latinoamericano.

**Palabras clave:** Posgrado, didáctica, software, CAS, ambientes virtuales de aprendizaje.

**Abstract:** Teaching of Mathematics at all educational levels in Mexico and in the world represents a difficult challenge to overcome. Many students fear this subject and it becomes a real suffering for them to study Mathematics. The problem of how to better teach Mathematics has many causes, but one way to promote a change in the teaching of this subject is to incorporate, critically and reflectively, digital technologies. This work describes the project of graduate studies in Digital Technology for Teaching Mathematics, to be offered at the National Autonomous University of Mexico, which will train teachers for secondary education, high school, undergraduate or graduate levels, in one year. These studies will help to improve Mathematics teachers' practice in Mexico, and later, when they will be offered on line, that of teachers in any Latin American country.

**Keywords:** Graduate studies, didactics, software, CAS, virtual learning environments.

## 1. Introducción

La enseñanza de Matemáticas en todos los niveles educativos en México, y en muchos otros países, presenta un reto importante y difícil de superar. Las carencias en el aprendizaje de Matemáticas dificultan los trayectos escolares de otras asignaturas, tales como Física y Química. Muchos estudiantes verdaderamente padecen su estudio y transitan con dificultades por los diversos niveles escolares, construyendo estrategias para librar esta materia de la mejor manera posible. Algunos inclusive ven afectados su autoestima y el concepto que tienen de sí mismos por la falta de logros académicos en Matemáticas (Marsh y Martin, 2011). Aún más, en la literatura se ha acuñado el término de “ansiedad hacia las Matemáticas”, o *math anxiety* (Alkhateeb, 2002; Van Gundy et al., 2006), para designar el malestar psicológico específico causado por este problema.

Los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de Matemáticas tienen consecuencias graves, que se ven reflejadas en la baja demanda de ingreso a carreras de las áreas relacionadas con las Matemáticas, tales como Ingeniería, Física, Química y las mismas Matemáticas. En México, muchos evitan estudiar licenciaturas que contengan asignaturas de esta área, con lo cual reducen sus opciones vocacionales y disminuyen de manera significativa el total de estudiantes en carreras de Ciencias Naturales y Exactas (ANUIES, 2012), que es el menor grupo del país. Además, las deficiencias en Matemáticas hacen que los alumnos incursionen poco o nada en la investigación científica, para la cual se requieren conocimientos de diversas ramas de esta ciencia. Esto también tiene consecuencias negativas, al desalentar la innovación y el desarrollo dentro del país.

El problema del aprendizaje de Matemáticas es multifactorial, pero uno de los elementos que inciden en él es la formación y actualización de los docentes. La Universidad Nacional Autónoma de México ha realizado y está realizando diversas acciones para influir en los niveles de educación secundaria, media superior y superior, puesto que los profesores de estos niveles son, en su mayoría, egresados universitarios. Entre estas acciones se cuentan la impartición de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior y de la Especialización en Matemáticas para el Bachillerato, el Seminario Universitario para la Mejora de la Educación Matemática, y el ofrecimiento de numerosos cursos y diplomados

de formación y actualización docente por parte de las escuelas y facultades u órganos de la administración.

Un nuevo proyecto, que se encuentra en las etapas finales de su aprobación institucional, es la Especialización en Tecnología Digital para la Enseñanza de Matemáticas, que deberá comenzar a impartirse en agosto de 2016 en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, el cual ofrece un diseño curricular de vanguardia, con un perfil de egreso que permite profundizar en conocimientos, ampliar los enfoques educativos, desarrollar y mejorar las destrezas para la elaboración de material multimedia y replantear, así, las formas de la enseñanza de Matemáticas. A lo largo del Programa se expondrá a los alumnos ante varios ambientes y situaciones de aprendizaje, lo que les permitirá resolver problemas de su práctica profesional, realizar analogías e inferencias, interpretar procesos y transferir el conocimiento para proponer formas innovadoras de aprender Matemáticas. En la especialización se analizarán problemas sociales inherentes a las dificultades en el aprendizaje de contenidos matemáticos, se desarrollarán capacidades tecnológicas, y se promoverán el trabajo en equipo y la multidisciplinaria. La Especialización se ofrecerá, inicialmente, de manera presencial, pero posteriormente podrá cursarse a distancia.

## **2. Fundamentación**

El empleo de la tecnología digital para la enseñanza de Matemáticas se debe entender como un proceso de inmersión en las formas propias de proceder del ambiente matemático, en armonía con los desarrollos tecnológicos actuales. La enseñanza de Matemáticas exige al docente un dominio de habilidades que le posibiliten interactuar con el individuo y la comunidad, por lo que debe contar con instrumentos para diseñar estrategias de instrucción, intervenciones didácticas y evaluaciones, y elaborar y utilizar materiales de apoyo didáctico, con herramientas tecnológicas propias de esta época.

Adicionalmente, la educación en todos sus niveles, incide cada vez más en los sistemas semipresenciales y a distancia, en los cuales resulta indispensable el uso de objetos de aprendizaje digitales y trabajar en ambientes virtuales de aprendizaje. La especialización proporcionará herramientas necesarias para la actividad de los profesores de estos sistemas.

Lockhart (2009) nos lleva a reflexionar sobre lo que ocurre actualmente en la docencia de las Matemáticas y señala que los mecanismos actuales, no sólo no contribuyen a su

aprendizaje, sino que tienden a destruir la curiosidad natural y el gusto por encontrar patrones de comportamiento, que son inherentes a los niños y a los adultos. Como contraparte, propone ver a las Matemáticas como una ciencia para crear y adivinar patrones de comportamiento, expresados como ideas. Al igual que en la Música, debe promoverse que los estudiantes “hagan” Matemáticas y no sólo que memoricen y repliquen procedimientos preestablecidos.

Como refuerzo a esta idea, Devlin (2000) señala que prácticamente todas las personas nacen con el “gen matemático”, es decir, con la habilidad de tener un pensamiento matemático. El sentido numérico es algo innato en las personas y, de hecho, muchos pueden recordar con placer su capacidad de jugar con los números desde niños, cambiándolos por otros números que significan lo mismo. Por ejemplo, al multiplicar 67 por dos, es posible descomponer la operación en  $60 \times 2 + 7 \times 2$ , que es mucho más sencilla. Este sentido numérico es básico para comprender las Matemáticas y hoy en día ha sido estudiado a profundidad (Dehaene, 2011), como base de la enseñanza de esta ciencia. De hecho, Devlin (*op. cit.*) sugiere que nos atrae más la belleza de las estructuras matemáticas, que sus posibles aplicaciones.

Esto ha sido reforzado por las nuevas teorías sobre la neuroplasticidad del cerebro, que indican que casi a cualquier edad se puede aprender casi cualquier cosa, siempre y cuando se tenga la actitud adecuada y el interés necesario (Battro et al., 2010). De hecho, Willis (2010) ha demostrado que las actitudes negativas hacia las Matemáticas pueden establecerse en el cerebro y hacer necesaria una intervención específica para desarticularlas.

Por otro lado, Berret (2012) establece que, dentro de la educación tradicional en Matemáticas, sigue predominando la clase tipo conferencia. Es decir, el modelo es del tipo “el sabio en el estrado” (*the sage in the stage*) en lugar de “el guía a tu lado” (*the guide by your side*). Se ha demostrado que esto tiende a obstaculizar el aprendizaje de Matemáticas, ya que los alumnos, en lugar de “hacer” Matemáticas, sólo aprenden a replicar procedimientos que no comprenden cabalmente. Los estudiantes tratan de “dar gusto” al profesor, sin desarrollar un verdadero gusto por hacer Matemáticas. Esta situación es confirmada por el artículo de Freeman *et al.* (2014), quienes demuestran que es el aprendizaje activo, más allá de las conferencias o clases expositivas, el que realmente

promueve que los estudiantes se apropien del conocimiento y las habilidades matemáticas. Las evidencias empíricas recabadas por estos autores confirman la tesis de que es necesario hacer y crear para aprender Matemáticas, más que escuchar, ver y repetir.

Este tipo de acercamiento es también confirmado por otras tendencias educativas mundiales, tales como el “aprendizaje mínimamente invasivo y autoorganizado”, propuesto por Mitra (2003). Asimismo, se ha planteado la idea del “aula invertida” (*flip the classroom*) que exponen varios autores (Sams y Bergmann, 2012; Strayer, 2007; Tucker, 2012; Willis, *op. cit.*), en ella se propone hacer en clase lo que tradicionalmente se dejaba a los alumnos como tarea y, en cambio, colocar el contenido expositivo en materiales tecnológicos que puedan ser visualizados por el alumno fuera del salón de clases. Estos dos acercamientos han mostrado ser particularmente exitosos en la enseñanza de las Matemáticas.

Es importante señalar que estos nuevos enfoques activos descansan, en gran medida, en el uso intensivo de las tecnologías de información y comunicación. Es un hecho que las Matemáticas siempre han estado vinculadas con la tecnología, la computadora e internet. Hoy en día existe un caudal de recursos valiosos, de acceso libre, que promueven la enseñanza, el aprendizaje, la práctica, la visualización y la creatividad en Matemáticas. Baste poner como ejemplos inmediatos Wolfram Alpha (Wolfram Research Company, 2014), Khan Academy (Khan, 2014), R (CRAN, 2014) o Processing (Fry y Reas, 2014). Estamos seguros de que el cambio de actitud hacia un aprendizaje activo de las Matemáticas, tal como lo sugieren Freeman *et al.* (*op. cit.*), más el uso de los recursos tecnológicos de alta calidad bien seleccionados, podrá dar como fruto mucho mejores resultados en este importante ámbito.

### **3. Metodología para desarrollar el Programa**

El desarrollo curricular del Plan de Estudios ha centrado su interés en la profesionalización de los docentes, con la consecuente creación de conciencia en ellos sobre la responsabilidad individual que tienen hacia los estudiantes, la sociedad y las instituciones. La especialización está diseñada en torno a los paradigmas disciplinares, pedagógicos y tecnológicos que fundamentan la formación con conocimientos, habilidades, actitudes y valores propios de un docente. La Especialización en Tecnología Digital para la Enseñanza

de Matemáticas, contribuirá a la innovación educativa, a la adquisición de una cultura matemática básica y a formar mejores ciudadanos.

El Programa está diseñado para profesionalizar docentes en instituciones educativas de enseñanza secundaria, media superior y superior. En consonancia al enfoque actual en educación matemática, el Programa sostiene la necesidad de que la enseñanza y el aprendizaje de Matemáticas se realicen explorando la incorporación de la tecnología, y que las construcciones matemáticas en sí mismas estén en continuo contacto con situaciones del mundo real, que les dan su motivación y vitalidad.

Para la elaboración del Programa de la Especialización en Tecnología Digital para la Enseñanza de Matemáticas, la Secretaría General de la FES Acatlán, por medio de la Jefatura de la División de Matemáticas e Ingeniería y de la Coordinación de Especializaciones, invitó a los profesores de carrera del área de Matemáticas con formación adicional o amplia experiencia en el campo de la Educación, a participar en una comisión que realizó las siguientes actividades:

1. Fijó como marcos de referencia de sus trabajos el Plan de Desarrollo de la UNAM y el de la FES Acatlán.
2. Revisó la normatividad reglamentaria y los lineamientos de la UNAM en relación con la conformación de un Programa de especialización.
3. Tomó como guía los Apartados de un Proyecto de Presentación de un Programa de Posgrado (especialización), el Modelo de Normas Operativas para Especializaciones y demás documentos pertinentes elaborados por la Unidad Coordinadora de Apoyo a los Consejos Académicos de Área de la UNAM.
4. Revisó la situación actual de desarrollo del campo de conocimiento de la enseñanza de Matemáticas y el de la tecnología digital enfocada al campo de las Matemáticas y al de la Educación.
5. Realizó una búsqueda sobre la oferta educativa en el campo de la enseñanza de Matemáticas en instituciones nacionales e iberoamericanas, así como españolas, de los Estados Unidos de América y del Reino Unido.
6. Elaboró una encuesta para determinar la situación actual y las necesidades, en cuanto a la planta docente de Matemáticas, en instituciones educativas de nivel secundario, medio superior y superior, localizadas en el área de influencia de la FES Acatlán.
7. Elaboró una encuesta para determinar las características y las necesidades, en cuanto a formación, actualización y empleo de la tecnología digital, de profesores



- en ejercicio de Matemáticas en el nivel secundario, medio superior y superior, que imparten clases en el área de influencia de la FES Acatlán.
8. Con base en los puntos anteriores, estableció el objetivo de la especialización y determinó los perfiles de aspirantes, graduados y especialistas.
  9. Diseñó la estructura curricular de la especialización.
  10. Propuso los requisitos de ingreso y las modalidades de graduación.

Para la elaboración de los contenidos curriculares de las actividades académicas, además de los profesores de carrera del área de Matemáticas participantes en la comisión, se recurrió a profesores de la FES Acatlán de las áreas de Pedagogía y Comunicación, a profesores de asignatura y a expertos de otras instituciones educativas, tanto nacionales como extranjeras, y se examinaron diversas fuentes bibliográficas documentales y electrónicas.

#### **4. Plan de estudios**

A continuación se exponen las características esenciales del Plan de Estudios que se ofrecerá.

##### Objetivo:

Formar especialistas con una visión innovadora de la enseñanza y el aprendizaje, que apliquen herramientas tecnológicas de carácter digital, con un enfoque didáctico, en su actividad como profesores de Matemáticas en la educación secundaria, media superior o superior.

##### Perfil de ingreso:

El aspirante a esta especialización:

- Tiene conocimientos de Matemáticas al nivel de alguna licenciatura del área.
- Es profesor de Matemáticas, o desea serlo, en el nivel medio o superior.
- Desea perfeccionar su ejercicio docente.
- Busca comprender procesos y aplicar métodos que faciliten el aprendizaje de sus alumnos.
- Tiene interés en utilizar tecnologías de información y comunicación (TIC) en su práctica docente.

- Tiene interés en usar herramientas tecnológicas, tales como ambientes virtuales de aprendizaje (AVA), sistemas de álgebra computacional (CAS) y lenguajes de programación, en la enseñanza de Matemáticas.

### Perfil de egreso:

El egresado de esta especialización:

En cuanto a conocimientos:

- Identifica diversos tipos de aprendizaje.
- Conoce principios generales del diseño de instrucción.
- Comprende procesos y enfoques teóricos propios del aprendizaje de Matemáticas.
- Identifica diversos tipos de pensamiento matemático y conoce métodos que promueven su desarrollo.

En cuanto a habilidades:

- Utiliza estrategias innovadoras y eficaces para la enseñanza y la evaluación del aprendizaje de Matemáticas.
- Construye objetos de aprendizaje multimedia digitales relacionados con las Matemáticas.
- Utiliza ambientes virtuales de aprendizaje y herramientas de la web social para apoyar el aprendizaje.
- Maneja sistemas de álgebra computacional y puede utilizarlos como herramienta de apoyo en la enseñanza de Matemáticas.

En cuanto a actitudes:

- Reconoce al estudiante como el principal protagonista del proceso de aprendizaje.
- Valora la importancia de la interacción social y la cooperación en el proceso de aprendizaje.
- Reconoce la importancia de la planeación y evaluación en la enseñanza de Matemáticas.
- Considera al uso de la tecnología digital como un elemento sustancial de la práctica docente moderna.

### Estructura y organización académica:



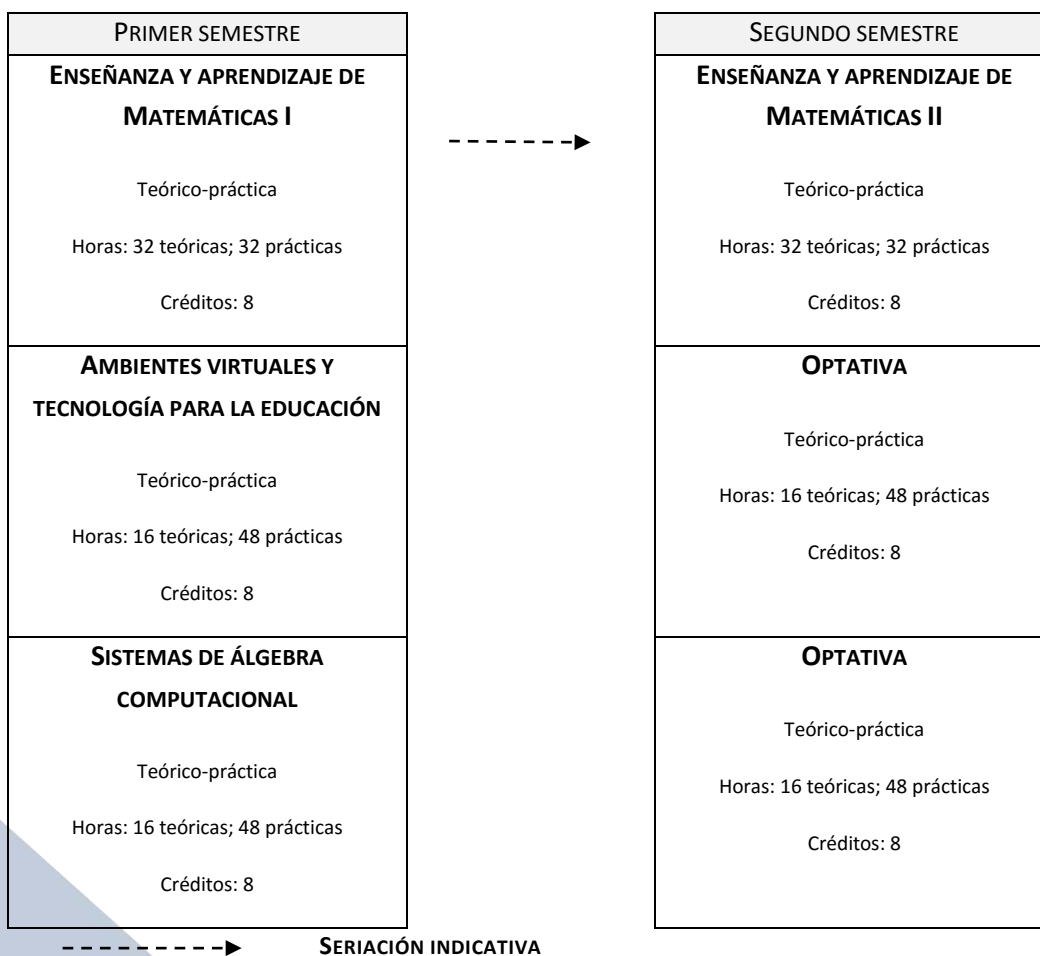
El Plan de Estudios propuesto para la Especialización en Tecnología Digital para la Enseñanza de Matemáticas tiene una duración de dos semestres, en los cuales deberán cubrirse seis actividades académicas. Su valor en créditos es de 48, de los cuales 32 corresponden a actividades académicas obligatorias y 16 a actividades académicas optativas. En total, el programa se desarrolla en 384 horas, de las cuales 128 son teóricas y 256 son prácticas.

Las actividades académicas del plan de estudios se estructuran y organizan en un bloque de actividades académicas de formación, que buscan configurar un perfil básico, tanto de conocimientos y actitudes acerca de la enseñanza y el aprendizaje de Matemáticas como de habilidades en el uso de la tecnología digital como instrumento de la práctica docente; y un bloque de actividades académicas de profundización en las que, de acuerdo con la selección que hagan los estudiantes, profundizan en el análisis de los problemas relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de Matemáticas; en el desarrollo del pensamiento matemático y las metodologías idóneas para la resolución de problemas y el modelado matemático; en el desarrollo de habilidades para crear objetos de aprendizaje matemáticos mediante el uso de lenguajes de programación; o en los aspectos orientados al desarrollo del trabajo con el que se graduará el alumno.

Desde el punto de vista temático, la especialización se estructura en cuatro ejes: 1) Enseñanza y aprendizaje de Matemáticas; 2) Tecnologías para la enseñanza de Matemáticas; 3) Pensamiento matemático y resolución de problemas; y 4) Práctica metodológica y documentación.

El principal mecanismo de flexibilidad dentro del plan de estudios consiste en que los alumnos podrán seleccionar cuáles actividades académicas cursar hasta en una tercera parte de la totalidad de los créditos del programa. De entre las actividades académicas optativas, dos de ellas tienen un programa cuya temática particular será determinada, en todo o en parte, de acuerdo con los intereses de los estudiantes. Además, una o las dos actividades académicas optativas del plan de estudios podrán ser sustituidas por actividades de otros programas de posgrado de la UNAM o de otras instituciones, nacionales o extranjeras, y no existe seriación obligatoria.

## Mapa curricular:



### **OPTATIVAS**

**DESARROLLO DE PENSAMIENTO MATEMÁTICO**

**PROGRAMACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE GEOMÉTRICOS**

**PROGRAMACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE NUMÉRICOS**

**RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

**TEMAS SELECTOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS**

**SEMINARIO PARA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA**

## Requisitos de graduación:

Para obtener el grado de Especialista, el estudiante deberá cubrir el 100% de los créditos, y haber cursado y aprobado el total de las actividades académicas del Plan de Estudios en los

plazos establecidos por la normatividad universitaria, así como optar por alguna de las siguientes modalidades de graduación:

- a) Presentación de la propuesta desarrollada en el Seminario,
- b) Presentación de un informe del ejercicio profesional,
- c) Presentación de una tesina.
- d) Totalidad de créditos y alto nivel académico, o
- e) Ampliación y profundización de conocimientos.

#### Implantación:

La Especialización se impartirá, inicialmente, de manera presencial, con incidencia, primordialmente, en los profesores de la Zona Metropolitana del Valle de México. Sin embargo, una vez que inicie sus actividades, se desarrollarán los materiales requeridos para ofrecer el Programa, también, de manera semipresencial y en la modalidad a distancia, en línea. Se prevé que este proceso se realice a lo largo del primer año, de modo que la puesta en línea quede lista para principios de 2017. De esta manera estará disponible para estudiantes de habla hispana radicados en cualquier parte del mundo. Particularmente, la Especialización podrá cursarse desde cualquier punto de la República Mexicana, o de algún país latinoamericano.

#### **5. Conclusiones y recomendaciones**

La Especialización en Tecnología Digital para la Enseñanza de Matemáticas es, pues, una alternativa más para hacer frente al problema de la educación matemática. Nuestra hipótesis es que el uso de la tecnología digital puede favorecer formas didácticas novedosas y permitir un aprendizaje mucho más activo, por parte de los estudiantes. Se espera que esta Especialización sea cursada por profesores en activo y por aspirantes a serlo. Con ello, será posible contribuir de manera positiva a esta formación en la cual nuestro país destaca por sus carencias. De hecho, México fue el último lugar de los países de la OCDE en la prueba Pisa 2012, en el área de Matemáticas (Flores Vázquez y Díaz Gutiérrez, 2013).

La Especialización comenzará a ofrecerse en 2016, previas las aprobaciones de los órganos colegiados correspondientes. Una vez que esto suceda y que se cuente con egresados de ella, será conveniente investigar el impacto real que tengan estos estudios en el aprendizaje de Matemáticas en los niveles ya mencionados.

La posibilidad de cursar la Especialización a distancia está prevista para principios de 2017.

## 6. Agradecimientos

Los autores agradecen la contribución sustancial a este proyecto por parte de la Dra. Mayra Lorena Díaz Sosa, la Mtra. Mayra Olgún Rosas y el Ing. Rubén Romero Ruiz, profesores de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán de la UNAM. Asimismo, agradecen el apoyo de la División de Matemáticas e Ingeniería de la FES Acatlán y el recibido a través del Proyecto PAPIME PE300713, de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM.

## 7. Referencias bibliográficas

- ALKHATEEB, H. M. (2002). *A preliminary study of achievement, attitudes toward success in mathematics, and mathematics anxiety with technology-based instruction in brief calculus*. Psychological Reports, 90(1): 47-57.
- ANUIES. (2012). *Estadísticas de la Educación Superior*. Fecha de consulta: 29/04 2012, en: <[http://www.anuiemx.com/servicios/e\\_educacion/index2.php](http://www.anuiemx.com/servicios/e_educacion/index2.php)>
- BATTRO, A. M., DEHAENE, S. y SINGER, W. J. (2010). *Human Neuroplasticity and Education Final Statement*. Human Neuroplasticity and Education, 27: 233.
- BERRETT, D. (2012). *Lectures still dominate science and math teaching, sometimes hampering student success*. The Chronicle of Higher Education.
- CRAN. (2014). *The R Project for Statistical Computing*. Fecha de consulta: 29/09 2014, en: <<http://www.r-project.org/>>
- DEHAENE, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics*: Oxford University Press.
- DEVLIN, K. J. (2000). *The math gene: How mathematical thinking evolved and why numbers are like gossip*: Basic Books New York.
- FLORES VÁZQUEZ, G. Y DÍAZ GUTIÉRREZ M. A. (2013). México en PISA 2012. INEE. Fecha de consulta: el 09/10 2015 en: <[http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11149/1/images/Mexico\\_PISA\\_2012\\_Informe.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11149/1/images/Mexico_PISA_2012_Informe.pdf)>
- FREEMAN, S., EDDY, S. L., MCDONOUGH, M., SMITH, M. K., OKOROAFOR, N., JORDT, H., et al. (2014). *Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics*. Proceedings of the National Academy of Sciences: 201319030.

- FRY, B. y REAS, C. (2014). *Processing 2*. Fecha de consulta: 29/09 2014, en: <<http://www.processing.org/>>
- KHAN, S. (2014). *Khan Academy*. Fecha de consulta: 19/09 2014, en: <<https://www.khanacademy.org/>>
- LOCKHART, P. (2009). *Mathematician's Lament. How School Cheats Us Out of Our Most Fascinating and Imaginative Art Form*. New York: Bellevue Literary Press.
- MARSH, H. W. y MARTIN, A. J. (2011). *Academic self-concept and academic achievement: Relations and causal ordering*. *British Journal of Educational Psychology*, 81(1): 59-77.
- MITRA, S. (2003). *Minimally invasive education: a progress report on the whole-in-the-wall experiments*. *British Journal of Educational Technology*, 34(3): 367-371.
- SAMS, A. y BERGMANN, J. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education (ISTE).
- STRAYER, J. F. (2007). *The effects of the classroom flip on the learning environment: A comparison of learning activity in a traditional classroom and a flip classroom that used an intelligent tutoring system*. The Ohio State University.
- TUCKER, B. (2012). *The flipped classroom*. *Education Next*, 12(1): 82-83.
- VAN GUNDY, K., MORTON, B. A., LIU, H. Q. y KLINE, J. (2006). *Effects of web-based instruction on math anxiety, the sense of mastery, and global self-esteem: A quasi-experimental study of undergraduate statistics students*. *Teaching Sociology*, 34(4): 370-388.
- WILLIS, J. (2010). *Learning to Love Math: Teaching Strategies that Change Student Attitudes and Get Results*: Hawker Browlow.
- WOLFRAM RESEARCH COMPANY. (2014). *Wolfram Alpha*. Fecha de consulta: 29/09 2014, en: <<http://www.wolframalpha.com/>>