

IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO EDUCATIVO EN CURSOS DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE A LARGO PLAZO Y FORTALECER LA CURRICULA OCULTA MARCADA POR LA MISIÓN DEL TECNOLÓGICO DE MONTERREY

Francisco Delgado, Rubén D. Santiago, Carlos Prado¹

¹ *Departamento. de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México, A.P. 2, 52926, Atizapán, Edo. de México, México*

RESUMEN

En 1996 el entonces departamento de Matemáticas del Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México comenzó un cambio en su forma de conceptualizar y aplicar el aprendizaje, mismo que sería seguido por la Implantación del Nuevo Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey. Diferentes proyectos surgieron entonces que serían seguidos por experiencias aterrizadas en el ámbito de las prácticas didácticas y que se alinearían posteriormente de una manera más natural en esta iniciativa del sistema Tecnológico de Monterrey. Un grupo de profesores participó de diferentes formas con su experiencia e iniciativas en el desarrollo de una nueva forma de enseñar y aprender que adicionalmente procuraban desarrollar en el alumno lo que posteriormente se constituiría como la Misión al 2005 y que evolucionaría a lo que es la Misión al 2015. El presente ensayo es una revisión de esa retrospectiva a 2 años desde los ojos del autor basada en diversos trabajos propios y de colegas cercanos, sobre el proceso y de cómo el trabajo entre grupos de profesores impulsó prácticas que conformarían prácticas de grupo hasta la fecha.

1) Introducción e historia

Probablemente el ámbito del trabajo educativo dentro del departamento de Matemáticas del Tecnológico de Monterrey del campus Estado de México había sido ya influido en sus inicios por la implementación proveniente del campus Monterrey, del Centro de Evaluación Automatizada (CEA). El modelo que había sido concebido como un sistema de evaluación para los cursos de Física, Química, Matemáticas y Estadística que procuraba un alto desempeño en sus evaluados y profesores, había comenzado ya a dar algunos frutos pero a la vez también a sufrir algunas fracturas, o como prefiero decir, pasar a una siguiente etapa de desarrollo.

Por un lado el departamento había ya construido un sistema propio de generación de exámenes con una mayor calidad de impresión y empleo de tecnología que superaban a lo entonces proveniente de campus Monterrey, del que inicialmente se recibían los exámenes basados en el plan de estudios vigente, hasta convertirse no sólo en generador de sus propios exámenes ampliando la cobertura de cursos y atendiendo incluso solicitudes bajo demanda de otros campus del sistema que conocieron el sistema de generación. El proceso fue entonces dirigido por el profesor Rubén Darío Santiago como líder del proyecto y creador de la parte central del sistema, mismo que se complementaba con tecnología por el Ing. José Manuel Franco en la parte de automatización y reporte de evaluaciones. Un grupo de profesores trabajamos en la programación de reactivos de opción múltiples de diferentes cursos.

Uno de los aspectos e los que el CEA mostró limitaciones a pesar de su gran calidad de generación de exámenes y aún más, de efectividad en brindar a los buenos estudiantes un sistema de alto desempeño, es la limitación para no detectar aquellos casos en los que la

identificación de las respuestas correctas podían ser obviadas sin procedimiento alguno, mismo que se esperaba fuera desarrollado por el alumno. Ello preveía un posible cambio en los sistemas de evaluación, pero no se dio aisladamente. En esos años se habían venido observando una tendencia de cambio en el modelo de enseñanza aprendizaje que se utilizaba en el departamento. Primordialmente destacaron dos grandes líneas que posteriormente se combinarían armoniosamente: el uso de tecnología (Francisco Delgado, Rubén D. Santiago) [1] y la introducción de situaciones complejas dentro del aprendizaje, más que el modelo clásico basado en ejercicios (Rubén D. Santiago, Carlos Prado) [2]. Lo anterior coincidió con una iniciativa de la entonces Rectoría Zona Sur por fortalecer la enseñanza y dificultad de la Ciencia Básica, modelo que se encargaría de evolucionar al actual CEA.

Pasando por una etapa intermedia denominada Sistema de Evaluación Automatizada (SEA) en donde la tecnología del CEA era empleado por los profesores para utilizar el trabajo colaborativo entre estudiantes para fortalecer su formación, habilidades matemáticas y conceptuales, y aprendizaje en general. Finalmente fue el modelo de aprendizaje colaborativo el que lleva al grupo a darle forma a las prácticas ya experimentadas de uso de tecnología y resolución de problemas [1, 2] con el proyecto Principia en donde se pretende recopilar y aplicar diversas experiencias exitosas, algunas ya experimentadas por profesores del departamento, en la enseñanza colegiada de la Ciencia básica en el campus.

En el trayecto y en plena efervescencia del anterior proyecto, la Misión hacia el 2005, sin descuidar la parte de conocimientos, ahora considera importante incorporar dentro de los cursos diversas habilidades, actitudes y valores (HAV) como el trabajo en equipo, el aprender por cuenta propia, el uso de la tecnología, la capacidad de análisis, síntesis y evaluación, la capacidad de identificar y resolver problemas, la buena comunicación oral y escrita. y otras más. Todas estas HAV pretenden preparar al estudiante para enfrentar el futuro con liderazgo y participación.

Como fue mencionado, en esos mismos años (1996-1997), la División de Ingeniería y Arquitectura del campus a través de su departamento de Matemáticas había ya instrumentado diversos proyectos y cursos piloto que buscaban enfatizar el desarrollo de las HAV en los cursos que el departamento impartía, procurando además ir acompañado de la tecnología adecuada que potenciaba el aprendizaje y las aplicaciones. Ya se mencionó que entre los principales proyectos que más éxito tuvieron, destacaban: “El uso de la computadora en matemáticas” [3] (Rubén D. Santiago, Francisco Delgado) y “Un sistema de evaluación automatizada y prácticas de autoevaluación del aprendizaje” [4] (Rubén D. Santiago, Francisco Delgado), donde quizá el elemento más valioso fue la observación en la práctica del Aprendizaje colaborativo.

Los objetivos principales de estos proyectos fueron: incorporar la tecnología en las clases de matemáticas y dar seguimiento al aprendizaje de los estudiantes. Con apoyo en estos dos proyectos se pudieron observar problemas existentes en la enseñanza y en el aprendizaje de las matemáticas en nuestros profesores y estudiantes. Se encontró, por ejemplo, que existía poca retención de conocimientos en los alumnos, que los cursos son bastante dirigidos (CEA), que

están centrados en el álgebra, que se abusa en el uso de las reglas y los algoritmos ortodoxos y que no se logra el completo desarrollo de un pensamiento matemático. Por otra parte, se observó que los cursos carecían de aplicaciones en las áreas de interés de los estudiantes y que la densidad de los programas restringía el uso de aplicaciones y tecnología.

II) El proyecto Principia

El proyecto Principia nace con la idea de superar todas las dificultades y de apoyar el desarrollo de nuestros estudiantes de una cultura matemática, física, tecnológica y dinámica que le permita enfrentar diversas situaciones que requieran de planteamientos físicos y matemáticos con éxito [5]. Por otra parte, contempla el desarrollo del espacio y del ambiente en que se da este proceso de enseñanza aprendizaje [6]. Considera importante implementar una estrategia educativa en matemáticas, física y computación que permita desarrollar las actitudes, habilidades y valores de la misión del ITESM.

Principia es un modelo de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Básicas apoyado en la tecnología, que desarrolla en los alumnos de ingeniería las habilidades de trabajo en equipo, autoaprendizaje, creatividad, análisis y síntesis de la información en concordancia con los objetivos de la misión del ITESM, y que se sustenta en los cinco siguientes principios fundamentales [5, 7]:

- a) La integración del currículum de las materias de Matemáticas, Física y Computación del tronco común.
- b) El aprendizaje colaborativo.
- c) El trabajo en equipo.
- d) El énfasis en la modelación matemática como herramienta fundamental de las Ciencias y la Ingeniería.
- e) El uso de la tecnología en el aprendizaje.

El objetivo y principios de este proyecto fueron definidos como resultado de un estudio de investigación que tiene su origen en las deficiencias del modelo educativo en el área de las Matemáticas y en las Ciencias Básicas, con relación a la ingeniería. Habiendo identificado estas deficiencias tanto en el proceso de enseñanza como en el de evaluación del aprendizaje se buscan nuevas alternativas a seguir que han sido experimentadas ya en el ambiente educativo. A raíz de esta investigación se seleccionan aquellos elementos y metodologías que han resultado exitosos en cuanto al impacto que tienen sobre el desarrollo de ciertas habilidades, actitudes y valores, en particular aquéllos que por ser enunciados en la nueva misión del ITESM, adquieren un valor relevante para alcanzarla. Cabe mencionar que aspectos emocionales en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en el diseño de espacios físicos y tecnología son considerados e integrados como una necesidad que afecta dicho proceso.

Para seguir estos principios se recurre a diversas actividades [8] que constituyen la parte operativa y metodológica del mismo. Las actividades más recurrentes dentro del programa son:

- Cátedra
- Lecturas
- Resolución de ejercicios
- Laboratorio
- Exposición
- Evaluación de área
- Aprendizaje basado en Problemas
- Aprendizaje basado en Proyectos
- Aprendizaje con uso de tecnología
- Evaluaciones integradoras

De éstas, las seis primeras corresponden a las actividades clásicas en el aula. Las tres últimas han sido introducidas en Principia ocupando hasta un 50% del tiempo efectivo del programa y como elementos básicos de la estructura del mismo. Cabe mencionar que estas actividades no son mutuamente exclusivas y por ello algunos elementos de éstas pueden aparecer en otras.

La integración curricular es, de los cinco principios, el eje motriz de las actividades del programa [5, 7], siendo los cuatro restantes el medio. Pero lograr una integración curricular dentro de Principia implicaba introducir actividades adicionales que requerían no obstante, de tiempo adicional, lo cual debía reducirse al máximo a fin de conseguir un equilibrio con su esquema antecesor tradicional. Por ello, era importante que las actividades de la segunda columna del punto anterior permitieran:

- Considerar los contenidos de todas las áreas integradas y de los objetivos a largo plazo (área de especialidad del estudiante).
- Reducir los tiempos de exposición de una clase tradicional para invertirlo en las propias actividades integradas, a la vez más extensas y recurrentes. Ello implica que estas actividades fueran claras en sus objetivos y alcances, además de ricas en el autodescubrimiento del estudiante.
- Explotar la recurrencia de los contenidos de las actividades para lograr aprendizajes significativos y de largo plazo.

En la tabla 1 se muestran a grandes rasgos las diferentes temáticas básicas por semestre del proyecto Principia, bajo el esquema de currícula integrada¹.

Semestre	Matemáticas	Física	Computación
Primero	Cálculo diferencial de funciones de una variable, funciones vectoriales, elementos básicos de cálculo integral y ecuaciones diferenciales.	Mecánica.	Los paquetes Microsoft Office y Mathematica.
Segundo	Cálculo integral de funciones de una variable y funciones de varias variables. Campos	Mecánica, elasticidad, termodinámica.	El paquete Matlab y el lenguaje C++.

¹ Esta currícula es el resultado de la sinergia del programa. La currícula tradicional es menos extensa.

	vectoriales.		
Tercero	Integral múltiple y ecuaciones diferenciales ordinarias. Probabilidad y estadística.	Electromagnetismo y física moderna.	Métodos numéricos.
Cuarto	Sistemas de ecuaciones diferenciales y modelación.	Estudio de sistemas mecánicos y eléctricos.	Simulación.

Tabla 1. La currícula general de Principia.

Un interés adicional por parte del ITESM era y es, el incluir como currícula oculta el desarrollo de las HAV de la Misión en la medida de las posibilidades de las áreas respectivas, sobre esto, existen reiterados estudios que mostraron y muestran las bondades del diseño dentro del programa [6, 9-11].

Queda entonces claro que el trabajo colegiado es primordial para el buen funcionamiento del programa, ya que los tiempos de las actividades se planean en el conjunto de cursos integrados con base a los aprendizajes logrados. La coordinación y reuniones académicas de los profesores del programa hacen posible que el alumno vea el conjunto de actividades como un ascenso en el conjunto de aprendizajes y habilidades. La retroalimentación mutua entre profesores hace por otro lado, un programa que es también un espacio de aprendizaje para el profesor [9].

III) El aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje colaborativo entre estudiantes se desarrolla en el programa en diversas actividades, principalmente en:

- a) La resolución de ejercicios, en donde los estudiantes dejan sus equipos básicos hacia nuevos y efímeros equipos para resolver situaciones académicas de nivel intermedio cuyo objetivo es desarrollar competencias elementales en cada área. La actividad culmina con el reingreso a sus equipos básicos para transmitir, compartir y enriquecer el conocimiento de sus miembros.
- b) La resolución de problemas, que en su diseño integra la organización de la resolución de ejercicios en la resolución (y el aprendizaje de elementos de resolución) de un problema con currículum integrado y en donde se requiere además el uso de tecnología para su desarrollo.
- c) El desarrollo de proyectos, que es la resolución abierta de una situación compleja y que involucra la adquisición de conocimientos adicionales a la currícula y en donde normalmente se explotan los aprendizajes futuros en las áreas de especialidad y los problemas de punta en las mismas.

Aquí, como un actividad representativa de diseño, se presentan algunas experiencias de la resolución de problemas integrando uso de tecnología. Como menciona Douady [12], "Para un profesor, 'enseñar' se refiere a la creación de las condiciones que producirán la apropiación del conocimiento por parte de los estudiantes. Para un estudiante, 'aprender' significa involucrarse en una actividad intelectual cuya consecuencia final es la disponibilidad de un conocimiento en

su doble estatus de herramienta y objeto”. Esta reflexión nos permite entender la complejidad de un proceso de enseñanza-aprendizaje ideal, y de que más allá del conocimiento, son otros los elementos que participan en su aprehensión. En este sentido, decimos que este proceso es multidimensional, siendo el conocimiento apenas una de las dimensiones.

Más allá de las ideas de Polya [13], la resolución de problemas en todos sus aspectos nos lleva a la consideración de elementos están presentes a veces como parte natural de un problema matemático y en otras, relacionados a los procesos de pensamiento involucrados, amén de aquellos que bajo determinados objetivos son perseguidos de manera paralela. Normalmente, los elementos coincidentes de diseño de una actividad de resolución de problemas [14-16] contemplan:

- Objetivos
- Requisitos
- Material
- Instrumentación
- Guión de la discusión
- Evaluación

Adicionalmente a estos elementos, diversos autores consideran los anteriores aspectos dentro del nivel propio del problema, mencionando que existe un segundo nivel que corresponde al ambiente del mismo [6]. Respecto al ambiente, Pirie y Kieren (1992) [17], resumen la consideración de este nivel en cuatro principios:

- a) Considerar que el logro de la actividad puede no ser alcanzado o no como se esperaba por algunos estudiantes.
- b) El problema puede modificar la comprensión matemática del estudiante.
- c) Considerar que hay diferentes vías para alcanzar una comprensión matemática similar.
- d) Para cualquier tema hay diferentes niveles de comprensión y estos nunca se alcanzan de ‘una vez por todas’.

IV) El uso de tecnología en el aprendizaje

La tecnología dentro del programa se utiliza de diferentes formas [18, 19]. La tabla 2 muestra algunos aspectos y objetivos buscados. El diseño del espacio surge de manera natural al considerar los procesos que suceden en nuestras actividades: el aula para 80 personas tiene divisiones móviles, 40 mesas de trabajo en equipo que permiten conexiones a la red vía computadoras portátiles. Existen zonas de lectura, de consulta audiovisual y biblioteca básica. El 100% del programa es administrado y sostenido por la plataforma Blackboard.

Adicionalmente, la consideración de uso de la tecnología dentro de una actividad de resolución de problemas debe tomar en cuenta al menos:

- a) La tecnología empleada no debe equipararse o superar en complejidad el problema a resolver.
- b) El uso de tecnología debe ser significativo, es decir, debe estar justificado en que el problema no puede resolverse sin el uso de ésta o al menos debe constituirse como un

apoyo que facilite al estudiante enfocarse en los conceptos o apoyarse en ella como una posible vía de comprensión matemática.

Estos elementos son considerados normalmente como una base para la creación de un problema típico. Sobre ellos deben construirse o considerarse aún, algunos elementos particulares de toda actividad de resolución de problemas.

Tecnología	Actividades	Objetivos
Paquetes Mathematica y Matlab.	Problemas, tareas y proyectos.	Que el estudiante aplique sus conocimientos de física, matemáticas y computación a problemas de mayor complejidad que los vistos en cursos tradicionales.
Uso de World Wide Web.	Problemas, tareas y proyectos.	Facilitar el proceso de búsqueda de información. Aplicar la tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje.
Computadora portátil.	Cátedra, problemas, tareas y proyectos.	Que el estudiante utilice elementos tecnológicos de vanguardia.
Paquetes de oficina como Microsoft Office.	Problemas, tareas, proyectos y presentaciones.	Desarrollar estrategias numéricas y gráficas para la resolución de problemas, así como las habilidades de comunicación oral y escrita.
Aula equipada .	Todas las del proyecto.	Vincular al estudiante con los máximos adelantos tecnológicos.

Tabla 2. Tecnología, HAV y objetivos.

V) La transferencia de conocimiento en el proceso de enseñanza: dos experiencias individuales que heredan las mejores prácticas del trabajo colegiado

La experiencia adquirida en el programa Principia permitió extender la experiencia, acaso parcialmente, en cursos aislados en los que el autor consideró que se podían aplicar algunos conceptos básicos y prácticas allá utilizados.

El primer caso es un curso de Matemáticas para el diseño [21-23], dirigido para estudiantes de las áreas de Arquitectura y Diseño Industrial. El aprendizaje basado en problemas permitió dar un enfoque relacionado con estas disciplinas y el uso de la tecnología apoyó a la visualización de los conceptos. Uno de los apoyos esenciales para el diseño del curso ha sido el contacto del autor con la Nexus Association for Architecture and Mathematics, la cual muestra notablemente como el intercambio de experiencias y el trabajo colegiado han dado lugar a una red que por más de diez años ha recopilado prácticas de vinculación entre ambas disciplinas, sin la cual el curso tal y como se construyó no hubiera sido posible.

Anteriormente, el curso de matemáticas para arquitectura del ITESM mostraba dificultades en relación a profesores y alumnos: poca retención, un curso demasiado centrado en el álgebra en vez del razonamiento matemático, uso de reglas y algoritmos en vez de aplicaciones prácticas en las áreas de interés de los alumnos. Adicionalmente, había pocas relaciones con cursos posteriores en el programa de arquitectura. El curso se ha planeado para impartirse en el primer

año de la carrera y está relacionado con cursos futuros que requieren aplicaciones matemáticas específicas y está disponible en línea para los alumnos.

El curso ya rediseñado se centra en cinco temas matemáticos que proveen a los estudiantes de una amplia perspectiva de las matemáticas en la arquitectura desde el diseño hasta la ingeniería civil:

- a) Funciones y modelación
- b) Derivadas y optimización
- c) Aplicaciones de la integración en el diseño, la arquitectura y la ingeniería civil
- d) Vectores y matemáticas en la física
- e) Tres diferentes tipos de geometría: euclidiana, esférica y fractal

En los trabajos referenciados [21-23], se presenta una breve descripción del curso, proyectos estudiantiles que integran arquitectura y matemáticas, experiencias y resultados estadísticos en el seguimiento de los alumnos.

El segundo caso es un conjunto de cursos de Métodos numéricos para licenciatura y posgrado [24, 25], en donde el uso de tecnología y el aprendizaje basado en problemas permitieron recopilar mucho de lo visto por los alumnos en su carrera como elementos de escenarios en el sentido de esta técnica didáctica.

En los trabajos reportados se presenta el diseño y resultados de cinco años en la modificación y mejoramiento de los cursos de métodos numéricos para las maestrías en ingeniería, mostrando la integración y síntesis curricular lograda con base al uso de herramientas computacionales para la programación y la visualización, así como a un enfoque de enlace entre los diferentes temas mediante la aplicación de la técnica de PBL.

A grandes rasgos las innovaciones introducidas contemplan:

- 1) Modificación de la currícula
- 2) Cambio en la herramienta tecnológica sugerida
- 3) Interrelación de los contenidos básicos
- 4) Introducción de escenarios básicos de Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) para la cobertura local
- 5) Diseño de un proyecto semestral para implementar la técnica de Aprendizaje Orientado a Proyectos (POL) para la evaluación global

En las referencias [24, 25] se presentan una breve descripción de los cursos, avances y desarrollo desde su creación, ejemplos de escenarios, así como resultados de los proyectos de los estudiantes, los cuales integran matemáticas, física, ingeniería y aplicaciones reales en el ámbito de trabajo de los estudiantes.

Finalmente se comentan y presentan resultados estadísticos sobre la evaluación y promoción de los estudiantes a partir de las modificaciones graduales realizadas en los cursos en los últimos cinco años.

VI) Conclusiones

Hay tres aspectos centrales en los trabajos e historia presentadas: el uso de la tecnología, el empleo de prácticas didácticas y el trabajo colegiado entre académicos, sean estos de una misma o de distintas instituciones. El camino descrito lleva una trayectoria de más de diez años, pero a ella se puede arribar rápidamente por el intercambio de experiencias y el seguimiento entre pares académicos. Adicionalmente, en las últimas décadas la tecnología ha apoyado en gran medida el proceso educativo cambiándolo radicalmente.

En toda la trayectoria presentada, el aprendizaje de mejores prácticas y el intercambio de experiencias dentro de foros y redes de aprendizaje ha sido relevante para construir modelos más robustos a las simples ideas que un solo académico puede conceptualizar y llevar a la práctica. El aprendizaje es un conjunto de vivencias, más que un conjunto de datos y un conglomerado de información. En este sentido cualquier esfuerzo por modificar las experiencias de aprendizaje para hacerlas lo más aplicadas posibles a la realidad de una disciplina de interés y formación, así como el cuidado del ambiente en el que dichas experiencias se desarrollan, pasan de manera inmediata a conformar mejores espacios y prácticas de enseñanza y aprendizaje.

Referencias

- [1] Delgado, F. y Santiago, R., El uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas, Reporte interno del departamento de Matemáticas, 1997
- [2] Santiago, R., Experiencias del aprendizaje basado en problemas en los cursos de matemáticas, Reporte interno del departamento de Matemáticas, 1996
- [3] Santiago, R., Proyecto Uso de la computadora en matemáticas, Reporte interno del departamento de Matemáticas, 1996 Un sistema de evaluación automatizada
- [4] Santiago, R., Proyecto Sistema de evaluación automatizada, Reporte interno del departamento de Matemáticas, 1996
- [5] Delgado, F., Santiago, R. y Prado, C., Programa Principia, experiencias de un curso con currículum integrado en ambientes colaborativos y con uso de tecnologías en el aprendizaje, en las memorias del II Congreso de Investigación Científica en la Universidad Metropolitana: Caracas, Venezuela
- [6] Polanco R.; Calderón, P. & Delgado, F., Problem Based Learning in Engineering Students: its effects on academic and attitudinal outcomes, published in The Power of Problem Based Learning, PROBLARC of The University of Newcastle, 2000
- [7] Delgado, F., Principia program, experiences of a course with integrated curriculum, teamwork environment and technology used as a tool for learning, in the proceedings of the Second International Conference on the Teaching of Mathematics, Creta, Grecia
- [8] Prado, Carlos y Santiago, Rubén, La definición de actividades y de los roles del profesor y el alumno dentro de Principia, Reporte interno del departamento de matemáticas del ITESM-CEM, 1998
- [9] Polanco R.; Calderón, P. & Delgado, F., Effects of a Problem Based Learning Program on Engineering Student' Academic achievements, Skill development and Attitudes in a Mexican university, Proceedings of Annual Meeting of the American Educational Research Association, pp. 21, 2001
- [10] Delgado, F., Problem Based-Learning in Sophomore and Freshmen Engineering Students: A Four Year Follow-Up, in the proceedings if the CERME 3: Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education, Bellaria, Italia
- [11] Delgado, F., Experiences and outcomes in a problem based learning course of mathematics for architects, in the proceedings of the CERME 4: Fourth Conference of the European Society for Research in Mathematics Education, Sant Feliu de Guixols, España

- [12] Artigue, Douady et al., Ingeniería didáctica en educación matemática, Grupo editorial Iberoamérica, 1995
- [13] Polya, How to solve it, Dover, 1948
- [14] Cómo plantear y resolver problemas, Trillas, México, 1965
- [15] Matemáticas y razonamiento plausible, Tecnos, Madrid, 1966
- [16] Mathematical discovery, Vols. 1 y 2, Wiley, 1962/1965
- [17] Pirie, S. R. B. & Kieren, T. E. Creating constructivist environments and constructing creative mathematics, Educational Studies in Mathematics, 23, pp. 505-528. Kluwer Academic Publishers, 1992
- [18] Trejo, Raúl A.; Santiago, Rubén D.; Quezada, L.; Delgado, F., La enseñanza de la programación dentro de un modelo de integración curricular, Memorias del CLEI 2003, La Paz, Bolivia
- [19] Delgado, F., Designing PBL scenarios for a course with integrated curriculum, teamwork environment and use of technology: one example, in the proceedings of the ALE 2006: VI International Workshop in Active Learning in Engineering, Mexico city, Mexico
- [20] Nexus V: Relationships between Architecture and Mathematics, Kim Williams & Delgado, F. editors, Kim Williams Books, 2004
- [21] Delgado, F., "Teaching mathematics for designers and architects", in the proceedings of the PBL 2006 Congress, Lima, Perú
- [22] Delgado, F., Aprendizaje basado en problemas en los cursos de métodos numéricos para posgrado en ingeniería, Tecnológico de Monterrey, 2º intercambio de experiencias, Toluca, México.
- [23] Delgado, F., "Teaching Mathematics for Designers and Architects", in the proceedings of ICME-11: 11th. Internacional Congress of Mathematical Education, Monterrey, Nuevo León
- [24] Delgado, F., "Aprendizaje Basado en Problemas en los cursos de Métodos numéricos para posgrado en ingeniería", in the proceedings of the PBL 2008 Congress, Colima, México
- [25] Delgado, F., "Innovaciones y resultados comparativos en los cursos de Métodos numéricos para posgrado en ingeniería", in the proceedings of ICME-11: 11th. Internacional Congress of Mathematical Education, Monterrey, Nuevo León.

