



EL MODELO BLENDED LEARNING, UNA ALTERNATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

Eje Temático: 2 Blended learning: Experiencias en busca
de la calidad

Rosario Aldana Franco^{1,2}, Fernando Aldana Franco¹, Víctor
Hernández Morales^{1,2}, Luis Alberto García Leyton^{1,2}, Rafael
Gómez Rodríguez^{1,2}, Mario Francisco Hernández
Flores^{1,2,3}.

1 Universidad Veracruzana, 2 Cuerpo académico
“Proyectos de Ingeniería”, 3 Instituto Tecnológico Superior
de Xalapa.

e-mail: rosario_aldana@yahoo.com.mx

RESUMEN

El desarrollo científico y las nuevas tecnologías han impulsado cambios en todas las áreas de conocimiento, las matemáticas y su uso como lenguaje básico en la ciencia no es la excepción, tampoco lo es en la educación, que es la estrategia fundamental para fortalecer el orden social, lo que ha generado un cambio de paradigma en la enseñanza de las matemáticas a nivel mundial. Actualmente existe un número creciente de estudiantes de Ingeniería que requieren de una formación profesional pero se encuentran incorporados al mercado de trabajo, padecen alguna enfermedad que les impide desplazarse o tienen compromisos familiares impostergables. Aunque se ha tratado de satisfacer esa necesidad educativa mediante el modelo e-learning, los resultados no son los deseados, por ello se propone cambiar a un modelo blended learning para elevar desarrollar competencias matemáticas básicas e

incorporando el análisis del discurso experto como estrategia de evaluación continua.

Palabras clave: Aprendizaje de matemáticas, modelo blended learning, modelo e-learning, formación de ingenieros, competencias matemáticas básicas, discurso experto.

INTRODUCCION

El uso de nuevas tecnologías de información y comunicación ha impulsado cambios en todas las áreas de conocimiento, las matemáticas y su uso como lenguaje básico en la ciencia aplicada no es la excepción, como tampoco lo es la educación, estrategia fundamental para fortalecer el orden social, lo que ha generado un cambio de paradigma en la enseñanza de las matemáticas a nivel mundial, ante los pobres resultados obtenidos al evaluar a los estudiantes del nivel básico en todo el mundo, como lo dio a conocer la UNESCO desde el año 2000, que hacen pensar a los analistas que el nuevo conocimiento y su manejo en beneficio de la sociedad está en riesgo al no asegurar que ciertas áreas como la ingeniería, contará con suficientes operadores e investigadores, pues ya actualmente la Comunidad Económica Europea reporta la formación de una cantidad insuficiente de ingenieros en el mundo para ocupar los puestos de trabajo que aseguren el grado de confort que disfrutamos hoy.

Durante siglos, la enseñanza de las matemáticas en las carreras de ingeniería se ha centrado en la lección magistral, seguida del estudio personal con textos de apoyo y una evaluación individual con exámenes escritos. Pero actualmente, la acelerada evolución del conocimiento y técnica y su rápida obsolescencia reducen la utilidad de los contenidos, por ello y por la naturaleza altamente estructurada de las matemáticas, que son la base de la formación de ingenieros (Aldana y colaboradores, 2011) es que tradicionalmente sólo se ha intentado enseñar Ingeniería en Sistemas Computacionales a distancia, pues es considerada una rama con bajos requerimientos de competencias matemáticas en relación a las otras especialidades de la ingeniería.

En este trabajo se describe la experiencia de la enseñanza de Ingeniería en sistemas computacionales en la modalidad e-learning en una institución de educación superior y se formula una propuesta para aplicar el modelo blended learning, con el fin de disminuir los índices de reprobación que superan el 80% en algunas asignaturas que requieren poseer competencias matemáticas.

EL MODELO BLENDED-LEARNING

El modelo Blended learning se concibe como el aprendizaje que combina la enseñanza presencial con la tecnología no presencial (Coaten, 2003, Marsh y colaboradores, 2003), una importante característica del modelo es la selección de los medios adecuados para satisfacer cada necesidad educativa identificada en los aprendices, como lo determinó Brennan (2004).

Aunque el modelo se centra en el aprendizaje del alumno, el docente es incapaz de diseñar el aprendizaje, en cambio puede facilitarlo, orientarlo o tutorarlo. El profesor sólo puede diseñar el aprendizaje porque es una actividad propia del estudiante, sea o no evidente (Alemany, 2007). Al mismo tiempo, el modelo se basa en la acción del diseñador o docente, algunos otros nombres con los que se le conoce son “enseñanza semipresencial” (Bartolomé, 2001; Leao y Bartolomé, 2003), “educación flexible” (Salinas, 2004) y “modelo híbrido” (Marsh y colaboradores, 2003).

El blended learning surgió como una alternativa para bajar costos de operación sin demeritar la calidad educativa a partir del modelo presencial tradicional y se apropió de las ventajas del modelo e-learning.

APRENDER MATEMÁTICAS EN AMBIENTES VIRTUALES

Según Marín Ibáñez (1995), la enseñanza virtual consiste de alumnos alejados físicamente del docente y con enlaces facilitados por una organización de apoyo para atender, de un modo flexible, el aprendizaje de una población masiva y dispersa.

En el sistema de educación virtual la docencia no se vive como un proceso directo e inmediatamente analizable, sino que debe adecuarse a la comunicación bidireccional que establezca con el alumno, mediante el uso de los recursos técnicos que se hayan dispuesto. Debe tenerse como finalidad la constante motivación y potenciación del aprendizaje autónomo, responsable y flexible.

En cuanto a la estructura y la organización debe existir una entidad que produzca los materiales, otra que los distribuya, una de evaluación, otra encargada de los procesos comunicativos y otra más que coordine el proceso de facilitación del aprendizaje y cuando la masificación del curso lo amerite, contar con centros de apoyo distribuidos estratégicamente en la geografía de cobertura.

El aprendizaje de matemáticas en la modalidad virtual implica las mismas dificultades que en la modalidad presencial, además de no contar con el apoyo síncrono y la presencia del docente, al que la mayoría de los estudiantes está acostumbrado. A la dependencia del docente es necesario agregar otras dificultades para formar la estructura cognitiva matemática, como la dificultad para comprender los textos de apoyo y las actividades a realizar, así como el exceso de formalismo matemático en los cursos virtuales, las fallas de planeación del curso y la comunicación insuficiente entre docente y sus aprendices, factores todos ellos que contribuyen a elevar el índice de reprobación de estos cursos (Aldana y colaboradores, 2010a).

El estudiante de la modalidad virtual se obliga a romper con su modelo de aprendizaje conocido para dar lugar a formas distintas de aprendizaje, basadas en la tecnología instruccional, más que en la adaptabilidad que proporciona la intervención docente en la modalidad presencial. Así, se explica la combinación de la teoría y práctica para diseñar, desarrollar, utilizar, organizar y evaluar los

procesos y recursos para el aprendizaje (Seels, 1994), en este caso, de matemáticas, como base de la formación profesional de todo ingeniero.

PROPUESTA CON BLENDED LEARNING

La clave del cambio metodológico que se propone con blended learning es aprender diferente, en oposición de aprender *más*, hecho que no sucede (Bartolomé, 2001,1996; Bartolomé y Sandals, 1998).

Brennan (2004) determinó cuatro criterios para tomar una decisión sobre qué recursos utilizar para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, en primer lugar señaló las condiciones de la formación (como urgencia, necesidad de resultados observables, por ejemplo), en segundo lugar los recursos disponibles, en tercer lugar las características de los estudiantes y por último, las características del contenido de la formación, lo que puso de manifiesto la importancia de la planeación del proceso educativo.

Por otro lado Aiello y colaboradores (2004) destacaron la importancia de la tutoría presencial en los procesos semipresenciales, junto con las técnicas utilizadas en los programas educativos con la intención de reducir costos, los sistemas de gestión de los cursos en línea, los sistemas automáticos de medición y pruebas, los tutoriales on-line, los recursos compartidos, las sustituciones de profesores por ayudantes de menor costo como estudiantes avanzados y la reducción de los requerimientos de espacio (Twigg, 2003).

Tanto el e-learning como el blended learning son modelos de aprendizaje en los que el estudiante debe desarrollar habilidades como buscar y encontrar información relevante en la red, desarrollar criterios para valorar esa información, poseer indicadores de calidad, aplicar información a la elaboración de nueva información y a situaciones reales, trabajar en equipo compartiendo y elaborando información, tomar decisiones en base a informaciones contrastadas y tomar decisiones en grupo.

Además estos estudiantes de Ingeniería en la modalidad virtual deben desarrollar las competencias matemáticas básicas, si no lo han hecho ya, determinadas en el Proyecto PISA (por las siglas de Programme International Student Assessment fundado en 1997), que son de la más sencilla a la más compleja, sustituir fórmulas, seguir un algoritmo simple, interpretar y reconocer restricciones para la solución de problemas, ejecutar algoritmos, trabajar con modelos complejos, desarrollar modelos complejos y conceptualizar, generalizar y utilizar información de sus propias investigaciones para modelar problemas complejos y de pensar matemáticamente.

El desempeño de los estudiantes mexicanos del nivel básico en las pruebas diseñadas por PISA y aplicados en 2009, en el área de matemáticas fue de 385.22 puntos, calificación menor a la media de los países miembros de la OCDE (Organización para el Comercio y el Desarrollo) que fue de 500.00 puntos como se aprecia en la figura 1. Los mismos resultados mostraron que sólo el 0.02% de los niños mexicanos fueron capaces de conceptualizar, generalizar y utilizar información de sus propias investigaciones para modelar

problemas complejos y de pensar matemáticamente, en contraste con el 4.01% del promedio de los países miembros; sólo el 0.36% de los estudiantes mexicanos (a diferencia de 10.64% promedio de OCDE) pudieron trabajar y desarrollar modelos complejos así como seleccionar, comparar y evaluar apropiadamente estrategias para resolver problemas complejos y pudieron comunicar sus razonamientos; el 2.75% (en comparación con el 9.15% promedio de OCDE) trabajaron con modelos explícitos en situaciones complejas y concretas que implican restricciones para seleccionar e integrar distintas representaciones, incluyendo las simbólicas acerca de problemas reales, así como construir y comunicar razonamientos y argumentos basados en sus interpretaciones y acciones; en tanto que el 10.11% contra el 23.29% promedio de los países miembros de OCDE pudieron ejecutar procedimientos claramente descritos (usaron un algoritmo) incluyendo decisiones secuenciales, selección y aplicación de estrategias de solución a problemas simples, interpretación y uso de representaciones de distintas fuentes de información y hacer razonamientos directos de ellos para desarrollar comunicaciones cortas para reportar sus razonamientos y las interpretaciones realizadas, 20.84% en similitud con el 21.10% de los países miembros de OCDE, también pudieron interpretar y reconocer situaciones que requirieron solo inferencia directa, extraer información relevante de una sola fuente de información y usar una sola forma de representación; seguir un algoritmo simple e instrucciones directas para realizar razonamientos directos y hacer interpretaciones literales de los resultados, 27.87% de los estudiantes mexicanos en contraste con 13.17% de los estudiantes de los países de la OCDE fueron capaces de responder preguntas que involucraron contextos familiares donde toda la información relevante estaba claramente enunciada, también identificaron información para conducir procesos rutinarios (como sustituir en fórmulas) de acuerdo a instrucciones directas en situaciones bien definidas y el 38.02% restante sólo fue capaz de responder a estímulos de manera básica, en contraste con el 8.24% de todos los países miembros de OCDE.

Los estudiantes que se integran a un programa no presencial, generalmente son adultos y sus características son acordes con la andragogía (Schmeck, 1980), entendida como el arte y la ciencia de ayudar a adultos a aprender (Knowles, 1973) donde los principios de participación y horizontalidad son relevantes (Adam, 1987), muchos de ellos dejaron de estudiar por varios años y/o no desarrollaron las competencias básicas de matemáticas, necesarias para construir la estructura cognitiva, reflejada en el uso correcto del lenguaje matemático, para emprender con éxito el aprendizaje de matemáticas como el álgebra lineal y el cálculo diferencial e integral, por ejemplo (Aldana y colaboradores, 2010b).

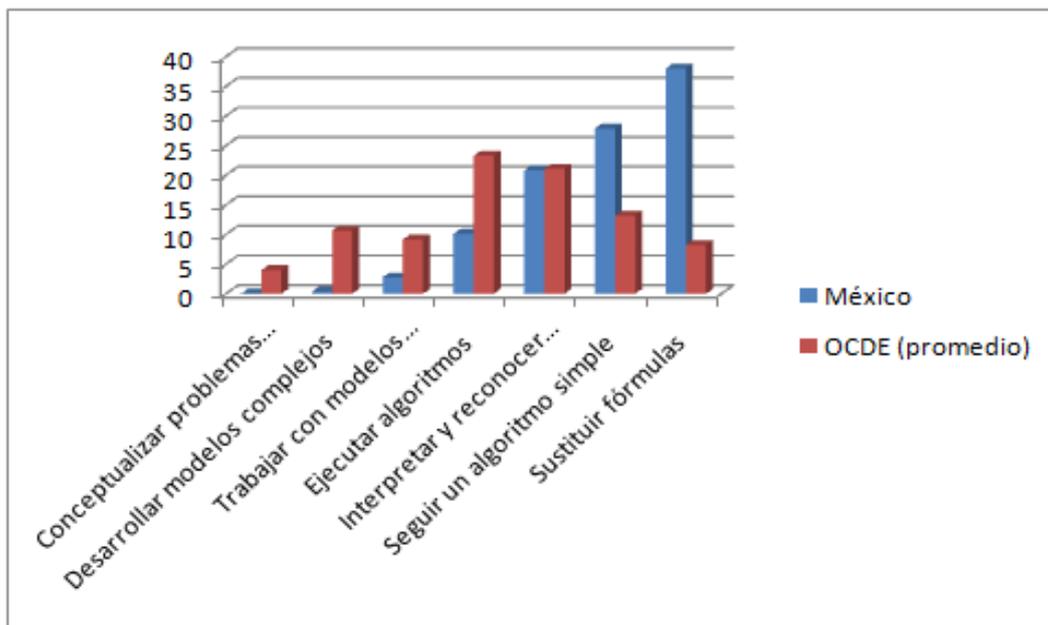


Figura 1. Comparación de las competencias en matemáticas de México y el promedio de países miembros de OCDE (elaborada a partir de los resultados de PISA-2009).

Las condiciones académicas de los estudiantes los llevan al fracaso en un modelo e-learning, porque no comprenden el lenguaje matemático básico, como consecuencia de la ausencia de la estructura cognitiva correspondiente y no pueden recurrir al apoyo presencial de su profesor, que tal vez vive a varios kilómetros de ellos, algunos estudiantes viven en comunidades rurales donde no tienen la posibilidad de contratar un profesor sustituto que los ayude; todo este panorama propicia frustración en los estudiantes, que pueden manifestar como ira y desánimo, abandonando el programa o tratando de presionar al docente y/o su supervisor para obtener una calificación aprobatoria a como dé lugar.

La propuesta basada en blended learning consiste en realizar un ejercicio diagnóstico con los estudiantes de nuevo ingreso, para identificar las competencias matemáticas que poseen, así como su grado de dependencia del docente para aprender. Con los resultados, se implementaría un curso remedial de matemáticas básicas (geometría, aritmética, trigonometría y álgebra) para apoyarlos a desarrollar las competencias en matemáticas básicas, con el fin de establecer la comunicación indispensable entre docente y estudiantes (Aldana y colaboradores, 2010b). La estrategia para implementar el curso remedial sería presencial, cuando las distancias lo permitan, o mediante clases a través de videoconferencias, además del material virtual estructurado con un fundamento teórico, explicado claramente, ejemplos cuya solución esté bien explicado y ejercicios propuestos para desarrollar aprendizaje independiente, pero incluyendo los resultados, para verificar que su procedimiento ha sido correcto (Aldana y colaboradores, 2011).

La evaluación continua se llevará a cabo mediante el discurso experto, entendido como lo enunciaron Aldana y Negrete (2001) un aprendiz incorpora conocimiento de una disciplina en la medida en que su lenguaje se estructura

como el de un experto en la disciplina en cuestión, en este caso las matemáticas; el estudiante debe ser capaz de manejar correctamente las palabras (que representan los conceptos) y sus relaciones en el ámbito de la disciplina matemática, si no es así, el proceso de incorporación ha sido incompleto o incorrecto, habrá que señalarlo al aprendiz, para que mediante autoobservación y autocontrol (de acuerdo al modelo andragógico de aprendizaje), y el apoyo del docente, pueda completarlo o corregirlo dado que el aprendizaje es personal.

La evaluación del aprendizaje a través de cuánto ha incorporado el estudiante del discurso experto permitiría cuantificar el logro de los aprendices y no el fracaso, como actualmente se hace al establecer índices de reprobación (Aldana y colaboradores, 2008). El método de evaluación mediante el discurso experto se muestra como algoritmo en la figura 2.

CONCLUSIÓN

Las características del modelo blended learning permitiría satisfacer la necesidad de apoyo del docente para desarrollar las competencias matemáticas básicas, necesarias para aprender temas como álgebra lineal, geometría analítica y cálculo diferencial e integral, por ejemplo, que son temas fundamentales en la formación de ingenieros.

También se concluye que es necesario revisar los objetivos de aprendizaje y su aplicabilidad en la labor profesional de cada rama de la ingeniería, pues con frecuencia se exige a los estudiantes aprender contenidos que nunca usará o cuyas exigencias de acreditación son excesivas, en detrimento de su desempeño académico y de su autoestima.

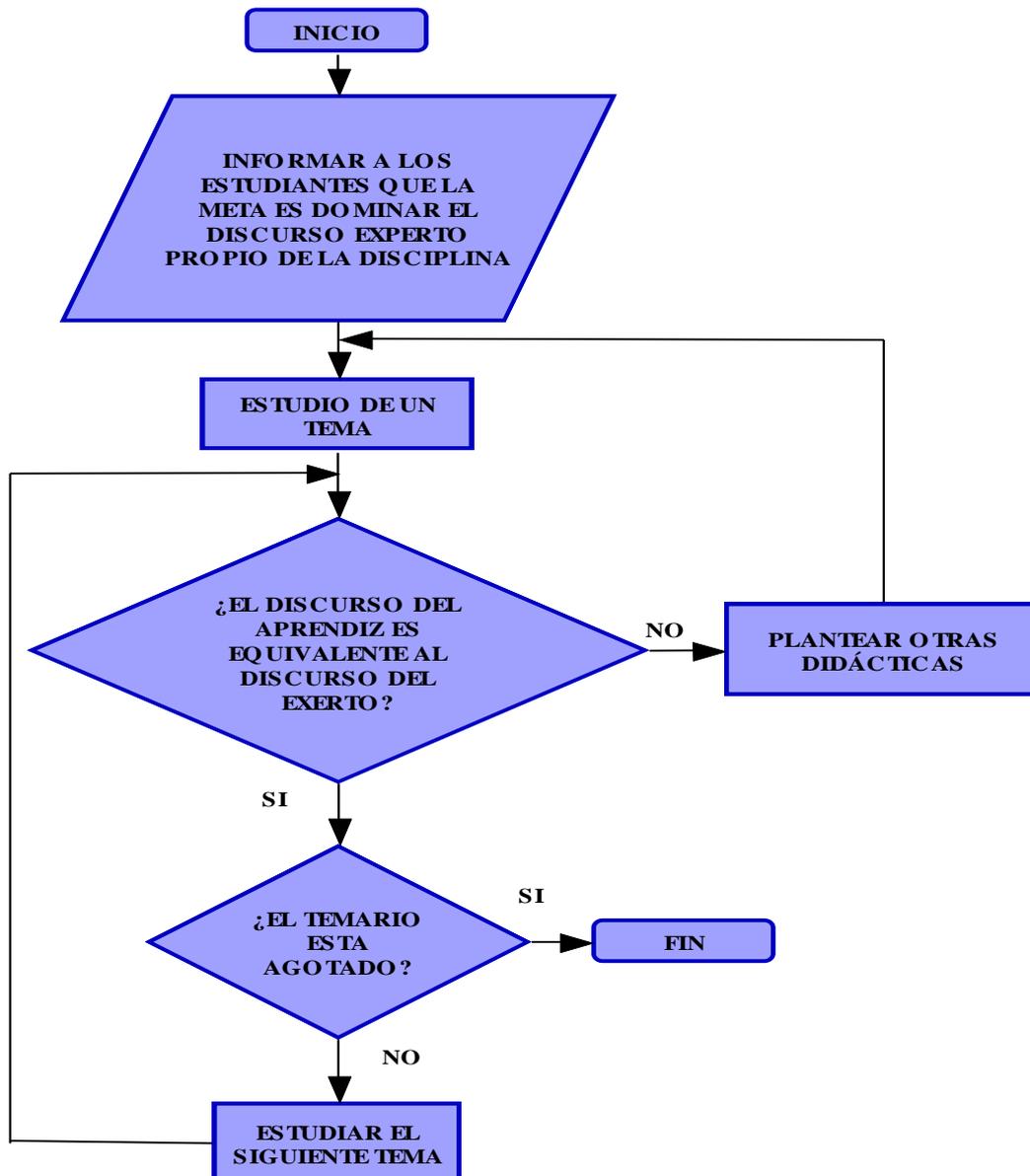


Figura 2. Modelo basado en el lenguaje experto como estrategia metacognitiva para aprender matemáticas en Ingeniería (Aldana y colaboradores, 2008).

REFERENCIAS

Adam, F. (1987). La teoría sinérgica y el aprendizaje adulto. En revista *PLANIUC*, No. 3, Año 6, pp. 195-219.

Aiello, M., Bartolomé, A, Y Willem, C. (2004). Evaluando 5 años de semipresencialidad en Comunicación Audiovisual. Comunicación presentada en el *3r Congreso Internacional "Docencia Universitaria y Innovación"*, Girona, Julio 2004.

Aldana Franco R., Aldana Franco F., Hernández Morales V., García Leyton LA., Gómez Rodríguez Rafael. (2011). Un modelo para aprender matemáticas. Editor Víctor Hernández Morales, México, 2011.

Aldana Franco R., García Leyton LA., Hernández Morales V., Aldana Franco F. (2010a). Aprender matemáticas en ambiente virtual. Tercer congreso Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia. 4 al 14 de noviembre de 2010.

Aldana Franco R., García Leyton LA., Hernández Morales V., Aldana Franco F. (2010b). La educación como proceso de mediación. VII Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia, 26-28 de mayo de 2010. León, Guanajuato, México.

Aldana Franco R., García Leyton LA., Hernández Morales V. (2008). El discurso experto como estrategia de metacognición para aprender matemáticas en Ingeniería. V Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia. León, Guanajuato, México.

Aldana Franco, R. (2001). El discurso en la Ingeniería del Conocimiento: búsqueda e identificación. Tesis para obtener la Maestría en Inteligencia Artificial. Universidad Veracruzana. México, p. 56.

Bartolomé, Antonio. (2001). Universidades en la Red. ¿Universidad presencial o virtual? En *Crítica*, LII (num. 896) pp. 34-38. Disponible en: <http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/bartolomeSPcritica02.pdf>

Bartolomé, Antonio y Sandals, Lauren (1998). Save the University. About Technology and Higher Education. En Th. Ottman e I. Tomek (Ed.) (1998). *Educational Multimedia and Hypermedia annual, 1998*. AACE: Charlottesville (VA), pp. 111-117. Disponible en: <http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/em98/bartolome/index.html>

Bartolomé, Antonio. (1996). Preparando para un nuevo modo de conocer. En M.Rosa Gorreta (Coord.) (1997). *Desenvolupament de capacitats: Noves Estraègies*. Hospitalet de Llobregat: Centre cultural Pineda, pp. 69-86. Disponible en: http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/bartolom_pineda_96/index.html

Brennan, Michael. (2004). Blended Learning and Business Change. *Chief Learning Officer Magazine*. Enero 2004. Disponible en: <http://www.clomedia.com/content/anmviewer.asp?a=349>

Coaten, Neil (2003). Blended e-learning. *Educaweb*, 69. 6 de octubre de 2003. Disponible en: <http://www.educaweb.com/esp/servicios/monografico/formacionvirtual/1181076.asp>

Knowles, M. S. (1993). *The Adult Learner: A Neglected Species*. Gulf Publishing Company: Houston, TX.

Marín Ibáñez M. (1995). *El sistema multimedia de Educación a Distancia*. Madrid, UNED.

Marsh, George, MCFadden, Anna, Price, Barrie (2003). Blended Instruction: Adapting Conventional Instruction for Large Classes En *Online Journal of Distance Learning Administration*, (VI), Number IV, Winter 2003. Disponible en: <http://www.westga.edu/~distance/ojdla/winter64/marsh64.htm>

OCDE (2009). Disponible en [http://pisacountry.acer.edu.au/displayGraph.php?hostCountry=AU&countries\[\]=®ions\[\]=&compCountries\[0\]=MX&indicator=ind_proficiency_levels&domain=dom_maths&belowLvl1=on&Lvl1=on&Lvl2=on&Lvl3=on&Lvl4=on&Lvl5=on&Lvl61=on&sortOrder=SUM&ind_proficiency_levels_options=true&theme=tab_learning_outcomes&cmd=storeGraphRequest&requestid=1186238656921&#](http://pisacountry.acer.edu.au/displayGraph.php?hostCountry=AU&countries[]=®ions[]=&compCountries[0]=MX&indicator=ind_proficiency_levels&domain=dom_maths&belowLvl1=on&Lvl1=on&Lvl2=on&Lvl3=on&Lvl4=on&Lvl5=on&Lvl61=on&sortOrder=SUM&ind_proficiency_levels_options=true&theme=tab_learning_outcomes&cmd=storeGraphRequest&requestid=1186238656921&#)

UNESCO. (1997). Proyecto PISA. Disponible en: <http://www.uis.unesco.org/profiles/EN/GEN/>

Schmeck, R. (1980). Relationships between measures of learning style and reading comprehension. En: *Perceptual and motor skill*. N° 50.

Seels, B. B. & Richey, R. C. (1994). Instructional technology: The definition and domains of the field. Bloomington, IN: Association for Educational Communications and Technology.

Twigg, C.A. (2003). Improving Learning and Reducing Costs: Lessons Learned from Round I of the Pew Grant Program in *Course Redesign* [Online]. Disponible en: <http://www.center.rpi.edu/PewGrant/Rd1intro.html>

LOS AUTORES



Rosario Aldana Franco es Ingeniero Mecánico Electricista, Maestra en Inteligencia Artificial y Doctora en Neuroetología por la Universidad Veracruzana, ha recibido tres becas de CONACYT; también es Doctora en Educación. Realiza investigación en el modelamiento de sistemas complejos, el desarrollo de sistemas inteligentes para diagnóstico médico y el aprendizaje de matemáticas.



Fernando Aldana Franco es Ingeniero en Instrumentación Electrónica, por la Universidad Veracruzana, actualmente cursa la Maestría en Inteligencia Artificial con el apoyo de una beca CONACYT. Su interés de investigación se encuentra en la robótica evolutiva.



Víctor Hernández Morales es egresado de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Veracruzana. Cursó estudios de maestría en Auditoría Ambiental en el Instituto de Ecología de Málaga, España y es Doctor en Medio Ambiente por la Western Pacific University. Sus investigaciones están relacionadas con la gestión ambiental y la educación superior.



Luis Alberto García Leyton es egresado de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Veracruzana. Cursó estudios de doctorado en Ingeniería Ambiental en la Universidad Politécnica de Cataluña. Sus investigaciones están relacionadas con la gestión ambiental y la educación superior.



Rafael Gómez Rodríguez es egresado de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Veracruzana, realizó estudios de Maestría en Administración y actualmente cursa el Doctorado en Educación en el Instituto Veracruzano de Educación Superior. Sus intereses de investigación se relacionan con la gestión ambiental y la educación superior.



Mario Francisco Hernández Flores es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por el Instituto Tecnológico de Orizaba, obtuvo el grado de Maestro en Ingeniería y actualmente es pasante del Doctorado en Educación. Sus investigaciones se relacionan con el desarrollo de prototipos y la educación superior.