



Desarrollo de competencias matemáticas en ingeniería con implementación en AVA.

Irma **Flores** Allier

ESIQIE Academia de Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional
México

ipfallier@hotmail.com

Patricia **Camarena** Gallardo

ESIME Academia de Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional
México

pcamarena@ipn.mx

José L.**Soto** Peña

ESIQIE - DIQI, Instituto Politécnico Nacional
México

jlsoto@ipn.mx

Resumen

El presente trabajo muestra el resultado final de la implementación de diferentes recursos y estrategias de enseñanza a los ambientes virtuales de aprendizaje, para desarrollar competencias matemáticas en alumnos de Ciencias Básicas de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional. Dicha implementación se realizó para la unidad de aprendizaje “Matemáticas Superiores” correspondiente al segundo semestre de la carrera de Ingeniería Química Industrial, desde la visión de la didáctica de la Matemática en Contexto. La expectativa a futuro de esta implementación se visualiza como la creación de cursos virtuales en línea donde se implementen cada una de las fases de la Didáctica de la Matemática en la plataforma Moodle del IPN.

Palabras clave: competencias matemáticas, ambientes virtuales de aprendizaje, matemática en contexto, modelación matemática, ingeniería.

Introducción

Hablar del desarrollo de las competencias matemática, conllevan al planteamiento de la pregunta de investigación que se formula frecuentemente, esto es, ¿Cómo desarrollar las habilidades de transferencia del conocimiento para que las competencias matemáticas se vean favorecidas, cuando todos los objetivos de las carreras universitarias en específico las relacionadas con la ingeniería expresan que se dará una formación integral al estudiante y las asignaturas de las ciencias básicas, que son el fundamento de estas últimas, están aisladas de las demás asignaturas?. Camarena (2001) propone el desarrollo de estrategias

de aprendizaje basadas en la teoría de la Matemática en Contexto de las Ciencias como una metodología para desarrollar competencias matemáticas en el educando universitario.

Los supuestos en los que se basa la teoría de la Matemática en Contexto de las Ciencias son:

- La matemática es una herramienta de apoyo y materia formativa
- La matemática tiene una función específica en el nivel superior
- Los conocimientos nacen integrados

Esta teoría considera que el estudiante está capacitado para hacer la transferencia del conocimiento de la matemática a las áreas que la utilizan.

La teoría contempla cinco fases:

- La Curricular, desarrollada desde 1984
- La Didáctica, iniciada desde 1987
- La epistemológica, abordada en 1988
- La de formación docente, definida en 1990
- La cognitiva, estudiada desde 1992

El estudio y dominio de las Competencias en Matemáticas se relaciona con la capacidad de los estudiantes para analizar, razonar y comunicar eficazmente sus ideas al tiempo que se plantean, formulan, resuelven e interpretan tareas matemáticas en una variedad de contextos.

Es la etapa de la didáctica de la matemática donde se puede observar indicadores más tangibles para su seguimiento, esto es, en términos de conocimientos, habilidades, aptitudes, destrezas, valores, actitudes, etc., con la finalidad de saber trabajar en equipo, tener conocimiento amplio de las TIC como herramientas de trabajo, como objeto de estudio, como medio de comunicación, etc., así como, entre otros, estar capacitado para enfrentar y resolver cualquier problema del área profesional académicamente hablando (Camarena, 2001).

Para la OCDE / PISA (2003) [Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes auspiciado por la UNESCO y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico] se considera que: La competencia matemática es la capacidad de un individuo para identificar y entender el rol que juegan las matemáticas en el mundo, emitir juicios bien fundamentados y utilizar las matemáticas en formas que le permitan satisfacer sus necesidades como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo. Estas competencias se caracterizan por:

- Pensar y razona (manipular definiciones, teoremas, conjeturas, hipótesis, ejemplos y condicionales)
- Argumentar (desarrollar procedimientos intuitivos; y construir y expresar argumentos matemáticos)
- Comunicar (tener la capacidad de expresarse en forma crítica y reflexiva, tanto en forma oral como escrita, sobre asuntos con contenido matemático)
- Modelar (traducir la “realidad” a una estructura matemática)
- Plantear y resolver el problema (comprender, plantear, formular, y definir diferentes tipos de problemas matemáticos y resolver diversos tipos de problemas)
- Representar (codificar y decodificar, traducir, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representaciones de objetos y situaciones matemáticas)
- Utilizar lenguaje y operaciones simbólicas, formales y técnicas (traducir del

lenguaje natural al lenguaje simbólico / formal, manipular proposiciones y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; utilizar variables, resolver ecuaciones y realizar cálculos)

- Utilizar ayudas y herramientas (conocer y ser capaz de utilizar diversas ayudas y herramientas, incluyendo las tecnologías de la información y la comunicación TIC)

Competencias matemáticas

Los logros de los estudiantes en matemáticas se relacionan con el dominio de un conjunto de competencias, en particular son importantes los procesos metacognitivos. Dichas competencias tratan de centrar la educación del estudiante en su aprendizaje y en el significado funcional de dicho proceso (Camarena, 2004). Para Duval (1993) la articulación de cada una de las representaciones y las operaciones matemáticas son iguales o más importantes que cada una de las acciones antes mencionadas.

Como ya se mencionó, las principales competencias matemáticas se relacionan con: pensar y razonar, argumentar, comunicar, modelar, plantear y resolver problemas, representar y utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico. Reconociendo que las tres primeras son competencias de carácter general, mientras que las cuatro siguientes son competencias matemáticas específicas, relacionadas con algún tipo de análisis conceptual.

Hablar de competencia matemática involucra tres ejes principales, es decir, las situaciones o contexto del problema, el contenido matemático (nociones claves), y las competencias que permiten conectar el mundo real con las matemáticas para resolver un problema. Mientras que las situaciones y contextos definen las áreas del problema en el mundo real, las nociones claves muestran la manera en como percibimos el mundo a través de la simbología matemática; finalmente las competencias corresponden al “corazón” de la matemática en contexto.

La evaluación de las competencias matemáticas involucra determinar hasta qué punto, el alumno cuenta con habilidades específicas cuantitativas que puedan aplicar productivamente en situaciones problemáticas.

Al respecto (Camarena, 2005 ^a) asegura que dentro del proceso metodológico para el desarrollo de las competencias profesionales, con la cual se forma el desarrollo de las habilidades para la transferencia del conocimiento, el alumno debe de dominar siete etapas, que son:

- 1.- Plantear el evento contextualizado.
- 2.- Determinar las variables y constantes del evento.
- 3.-Incluir los temas y conceptos matemáticos necesarios para el desarrollo del modelo matemático y solución del evento.
- 4.- Determinar el modelo matemático.
- 5.- Dar la solución matemática del evento.
- 6.- Determinar la solución requerida por el evento.
- 7.- Interpretar la solución en términos del evento y disciplina del contexto.

Descripción

En 2009 se realizó un estudio diagnóstico en el Instituto Politécnico Nacional para determinar las habilidades efectivas que poseen los alumnos de Ingeniería de Ciencias Básicas desde la teoría de las inteligencias múltiples (Flores, Camarena, Atencio, 2009). Se trabajó con ocho categorías de inteligencia (Garnerd, 1994) para un total de 65 estudiantes de las carreras de Ingeniería Química Industrial, Ingeniería Química Petrolera e Ingeniería Metalúrgica; determinándose un mínimo de desarrollo de la inteligencia

musical, la corporal y sorprendentemente de la lógico – matemática proporcionalmente, Ver anexo No.1.

En dicho estudio, Flores externa que es de suma importancia que el académico en ingeniería de ciencias básicas tenga conocimientos acerca del desarrollo de las inteligencias de sus alumnos para favorecer y desarrollar estrategias de aprendizaje acordes con dichas inteligencias, e incluso para mejorar aquellas que así lo requieran, dentro de las asignaturas que se imparten.

De esta manera, reconociendo que las ciencias básicas son el fundamento de la ingeniería, y que la matemática se caracteriza como una ciencia científica donde el desarrollo de las habilidades de transferencia del conocimiento son acciones que se desarrollan durante la formación escolar del futuro ingeniero, para el presente trabajo se consideró como indicador el relacionado con la capacidad para resolver problemas prácticos. Por ello, se desarrolló una metodología tal que incorpora la utilización de las TIC como herramienta de soporte dentro del proceso enseñanza aprendizaje del estudiante en matemáticas.

Metodología

La metodología de la etapa didáctica de la Matemática en Contexto para el desarrollo de las competencias matemáticas basadas en la resolución de problemas prácticos para el desarrollo de las habilidades para la transferencia del conocimiento, se encuentra conformada por tres fases (Camarena, 2001).

Este trabajo se enfocó a la etapa uno, es decir, establecer la vinculación entre disciplinas a través de problemas de las áreas del conocimiento de las carreras de Ingeniería Química Industrial, Ingeniería Química Petrolera e Ingeniería Metalúrgica con las que se vincula la matemática dentro del aula de clases, como estrategia didáctica. En ese sentido, se implementó siete de los nueve pasos para desarrollar las competencias como estrategia didáctica (Camarena, 1999) cada una de ellas para siete capítulos del curso “Matemáticas Superiores”

- 1.- Análisis de textos de las demás asignaturas que cursa el estudiante.
- 2.- Planteamiento del problema de las disciplinas del contexto.
- 3.- Determinación de las variables y de las constantes del problema.
4. Inclusión de los temas y conceptos matemáticos necesarios para el desarrollo del modelaje y su solución.
- 5.- Determinación del modelo matemático.
- 6.- Solución matemática del problema.
- 7.- Determinación de la solución requerida por el problema en el ámbito de las disciplinas del contexto.

El resultado final de aplicar la metodología de la etapa didáctica de la Matemática en Contexto para el desarrollo de las competencias matemáticas, se observa en la implementación en la plataforma Moodle del IPN (Instituto Politécnico Nacional) del curso virtual denominado “Matemáticas Superiores para Ingenieros”.

Resultados

El contenido del curso virtual “Matemáticas Superiores para Ingenieros” figura 1, consta de siete capítulos que abarcan las áreas de sistema de ecuaciones lineales, álgebra lineal, ecuaciones diferenciales de primer orden, aplicación de las ecuaciones diferenciales, ecuaciones diferenciales de orden superior, funciones vectoriales, y campos escalares y campos vectoriales. Cada capítulo cuenta con una introducción que orienta el trabajo del alumno dentro de la plataforma.

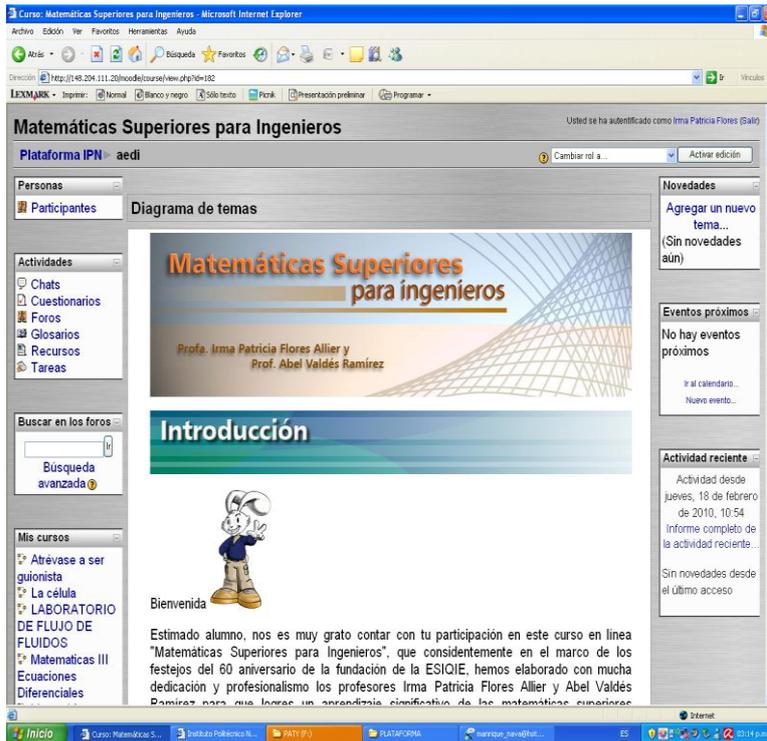


Figura 1. Página principal del curso virtual Matemáticas superiores en la plataforma Moodle .

Con la finalidad de guiar el diseño de cada capítulo conforme a los lineamientos del proceso metodológico para el desarrollo de las competencias matemáticas utilizado en la Matemática en Contexto, como primer acercamiento, en cada capítulo se realiza un análisis y/o diseño de mapas conceptuales, videos y/o animaciones, con la finalidad de identificar y contextualizar el tema en cuestión. Posteriormente se diseñaron actividades de análisis de textos de la propia asignatura y demás asignaturas que cursa el alumno, con la finalidad de solicitar tareas de reconocimiento y planteamiento del problema de las disciplinas del contexto. En todo momento se contó con un glosario de términos para auxiliar la comprensión de los conceptos o temas referidos en cada tema de estudio.

A través de retroalimentaciones posteriores incluidas, inclusive actividades lúdicas, se promovió la determinación de variables y constantes del problema, a fin de facilitar el modelaje matemático. La utilización de consultas, investigaciones, elaboración de ensayos compartidos en la plataforma y actividades de correlación e identificación, describieron los conceptos matemáticos necesarios para plantear los modelo matemáticos.

Para el planteamiento y resolución de los modelos matemáticos se utilizaron materiales de apoyo elaborados por los docentes en formato “pdf”, con resolución completa de los ejemplos utilizados. Una retroalimentación a base de cuestionarios, exámenes escrito implementados para ser evaluados en la propia plataforma, y sesiones de “Chat” en tiempo real constituyen la parte final del proceso de promoción de competencias matemáticas.

Cabe aclarar que cada una de las actividades está debidamente interconectada y direccionada para que la navegación sea amigable. Finalmente se incorporaron fotografías de diferentes partes de Europa para promover un proceso multicultural. La ruta de acceso al trabajo de implementación es <http://148.204.111.20/moodle/course/view.php?id=182>.

Como resultado final se aplicó la presente metodología en el semestre inmediato anterior a los alumnos del grupo “2IM27 del curso de Matemáticas Superiores, observándose los siguientes resultados.

- a) Impacto de la implementación de TIC a través de la plataforma Moodle. Después del uso del curso virtual “Matemáticas Superiores para Ingenieros” a través de la plataforma Moodle con una visión pedagógica integral, se ponderó la gestión del conocimiento, trabajo colaborativo, y el desarrollo de valores, como la identidad y el respeto, y la promoción del conocimiento significativo a través de la identificación y contextualización de la matemática.
- b) Análisis comparativo del rendimiento. Se realizó un análisis comparativo del rendimiento escolar de los alumnos del grupo piloto quienes utilizaron las TIC solamente en las dos evaluaciones finales del semestre.

NOMBRE	CALIF. 1°	CALIF. 2°	CALIF. 3°
Barreda A., M.	4	7	9
Bolaños C., J.	2	8	6
Coutiño A., A.	4	3	0
Criollo M., F.	6	8	7
Cruz De J., A.	7	6	8
García E., M.	8	4	9
Gutiérrez S., J.			
L.	4	3	4
Hernández M.,			
Ch.	7	3	2
Isidro M., R.	7	4	7
Jottar R., C.	7	5	7
Lara M., Ma. G.	4	7	8
López S., Ma. I.	9	9	9
Manrique M., E.	6	7	10
Medina H., J.	4	6	8
Monter R., L.	7	8	10
Muñoz C., B.	9	5	9
Pulido G., A.	8	9	10
Resendíz D., F.	3	7	9
Reyes M., I.	9	8	7
Romero M., K.	5	6	7
Salazar M., A.	5	7	8
Sánchez J., A.	3	2	2
Torres G., N.	8	9	7
Varela B., A.	1	2	3
Verdiguel C., G.	5	8	5
Villavicencio R.,			
L.	3	8	9
PROMEDIO	5,58	6,12	6,92

Tabla 1. Rendimiento académico

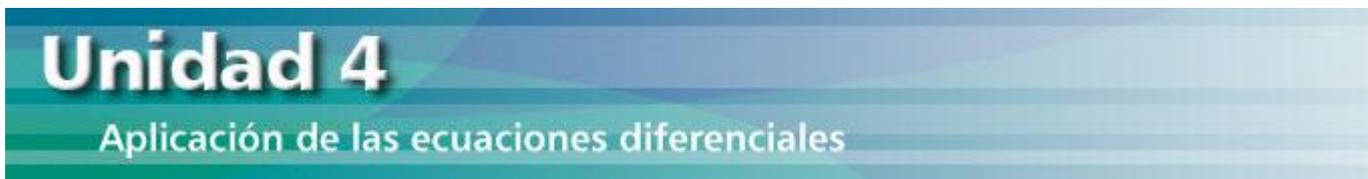
Como se observa en la tabla 1 el rendimiento académico del grupo piloto que empezó a gestionar el conocimiento utilizando las TIC a través de las diferentes herramientas de la plataforma Moodle (videos, animaciones, cuestionarios auto evaluables, actividades de retroalimentación, resolución de problemas dirigidos, lecturas de consulta e

investigación dirigidas por wikis y webquest y chats), mejoró de la primera evaluación a la segunda en 15 alumnos de 25, y de la segunda a la tercera en 17 alumnos de los 25 iniciales, pasando de un promedio grupal de la primera evaluación de 5.58 a 6.12 y de la segunda evaluación a la tercera de 6.12 a 6.92. Lo que indica que la utilización de las Tic en la gestión del conocimiento tiene una implicación favorable en el rendimiento académico a nivel superior.

A manera de ejemplo, a continuación se presenta el contenido y secuencia didáctica de aprendizaje de la unidad de aprendizaje 4 “Aplicación de las ecuaciones diferenciales”, aprendizaje. Las figuras 3, 4, 5 y 6 son fotografías que ilustran el ambiente virtual de aprendizaje de diferentes actividades didácticas dentro de la plataforma moodle.

Ejemplo de la implementación de la unidad de aprendizaje 4 Aplicación de las ecuaciones diferenciales

La implementación del curso de Matemáticas Superiores en la plataforma Moodle, cuenta con una serie de fotografías que ilustran procesos y /o aplicaciones industriales de las ecuaciones diferenciales, como la observada en la figura 2.



En ingeniería, ciencias físicas y sociales hay muchos problemas que se pueden formular en términos matemáticos a través de las ecuaciones diferenciales. En este bloque iniciarás con un video que ilustra el fenómeno del crecimiento poblacional y su modelación matemática, adicionalmente podrás jugar con un mapa conceptual más ameno y didáctico, donde observarás las principales aplicaciones y metodología de resolución. Actividades lúdicas como palabras escondidas y relación de columnas te permitirán realizar las reflexiones pertinentes, así como con la participación en foros y tareas. La metodología de resolución, problemas resueltos y ejercicios de apoyo concluye esta unidad. No olvides contestar el cuestionario de evaluación y utilizar el glosario tanto como sea necesario.



Figura 2. Planta Eléctrica Peugeot Birmingham, Inglaterra

-  Actividad No. 1 Mapa conceptual Unidad No. 4 Recurso
-  Actividad No. 2 Aplicación de las ecuaciones diferenciales a la ingeniería Recurso
-  Conociendo la aplicación de las ecuaciones diferenciales Foro
-  Tarea No. 1 Unidad No. 4 "Identificación de modelos matemáticos"
-  Metodología de resolución para la aplicación de las ecuaciones diferenciales

- 📄 Tarea No. 2 Unidad No. 4 Identificación de la metodología de resolución
- 📄 Actividad No. 4 Relacionando los fenómenos y variables archivo
- 📄 Tarea No 3 "Resolución de problemas".
- 📄 Retroalimentación archivo
- 📄 Palabra escondida archivo
- 📄 Cuestionario No. 4 "Teoría aplicación de las ecuaciones diferenciales a la ingeniería"
- 💬 Chat ¿Tienes dudas preguntanos?, podemos ayudarte

Ejemplo de actividades en la plataforma Moodle

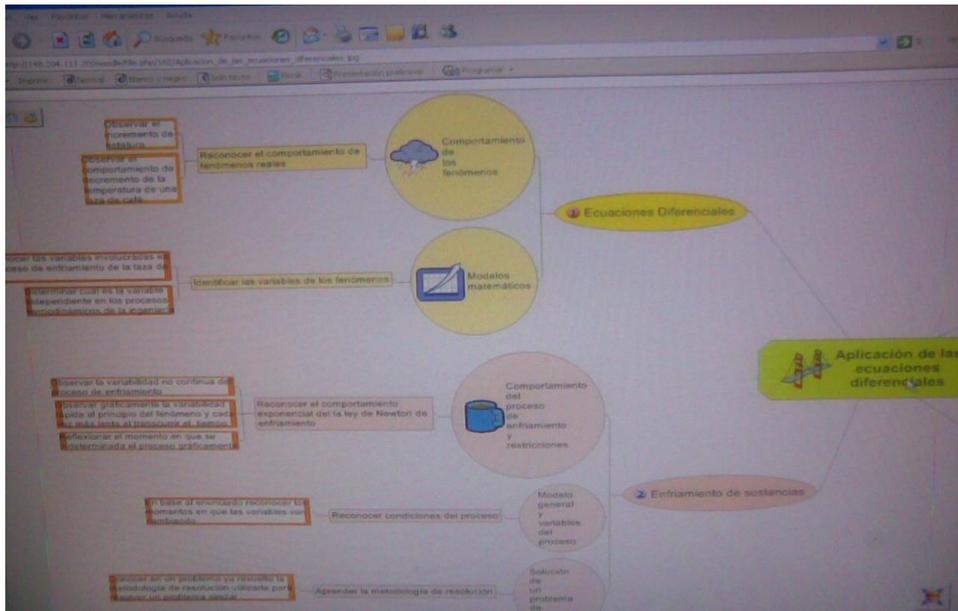


Figura 3. Mapa conceptual en la plataforma Moodle

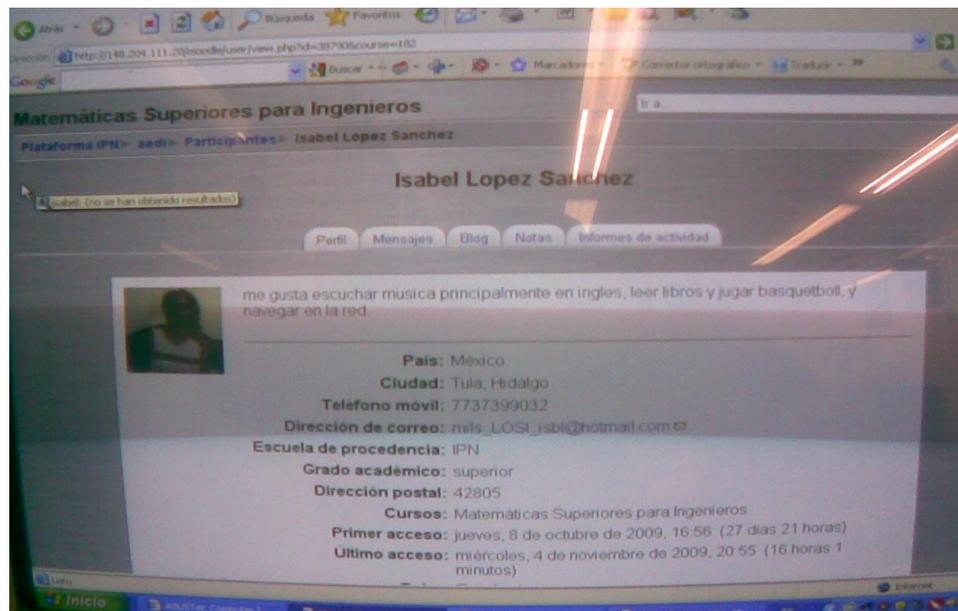


Figura 4. Registro, identificación y control del alumno en la plataforma Moodle

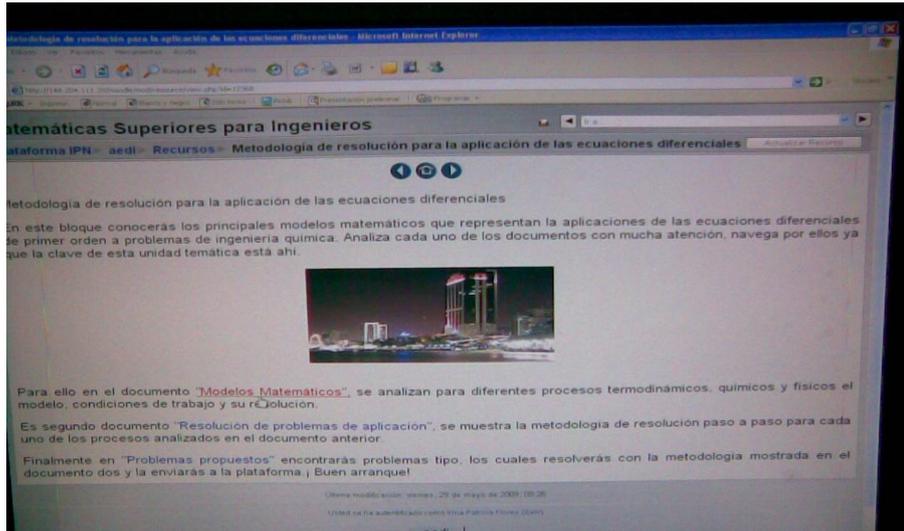


Figura 5. Modelación y Metodología en la plataforma Moodle

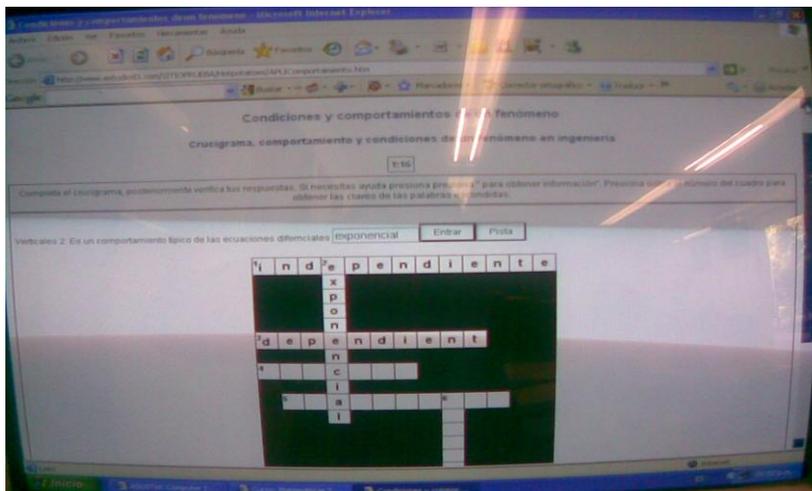


Figura 6. Retroalimentación utilizando un crucigrama en la plataforma Moodle

Conclusiones

El desarrollo de las competencias matemáticas desde una visión contextualizada en la enseñanza de la ingeniería así como de todas aquellas carreras donde la matemática no es una meta en sí, puede posibilitarse con ayuda de las TIC y conjuntar estas herramientas a través de la implementación de ambientes virtuales de aprendizaje como el caso de las plataformas libres como Moodle, favoreciendo el trabajo asíncrono y síncrono.

El alumno tiende a desarrollar mayor cantidad de competencias generales y específicas, por otro lado incrementa el proceso de socialización al utiliza y desarrollar las redes sociales, finalmente gestiona y organiza de forma más ágil el conocimiento en una manera sustentable.

Recomendaciones

- 1.- Promover la utilización de la matemática en contexto para propiciar el aprendizaje autónomo.
- 2.- Incorporar e implementar diferentes competencias matemáticas en cursos virtuales en todos los niveles educativos desde los niveles básicos hasta el nivel superior, propiciando una formación integral.

Bibliografía y referencias

- Camarena, P. G., (1995). La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería, *Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana*, p. 28-34.
- Camarena, P. G., (1999). *Reporte del proyecto de investigación titulado: Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería*. ESIME-IPN, México
- Camarena, P. G., (2001). *Reporte del proyecto de investigación titulado: La matemática en el contexto de las ciencias, la resolución de problemas*. ESIME-IPN.
- Camarena, P. G., (2002). El proceso enseñanza aprendizaje de las ciencias básicas. *Memorias del Foro de Desarrollo Curricular e Investigación Educativa para la Enseñanza de la Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas*, IPN.
- Camarena, P. G., (2004). Desarrollo de competencias profesionales del futuro ingeniero, *Memorias del Congreso 3º Internacional Retos y Expectativas de la Universidad*, México.
- Camarena, P. G., (2005^a). *Reporte del proyecto de investigación titulado: La matemática en el contexto de las ciencias: las competencias profesionales*, México, ESIME-IPN.
- Duval, R., (1993). Gráficas y ecuaciones, la articulación de dos registros, *Antología de educación matemática*, compilación de Rodrigo Cambray Núñez, Ernesto Sánchez y Gonzalo Zurieta, 1993, Cinvestav, México.
- Evaluación P., (2003), Competencia en lectura; <http://www.eduteka.org/Pisa2003.php>
- Flores I. A, Camarena P. G. y Atencio A. R., (2009). Desarrollo de las habilidades efectivas de los alumnos de ciencias básicas en ingeniería. *Memorias del 11º Simposium Internacional Aportación de las a la Docencia, la Investigación, la Tecnología y el Desarrollo*, México
- Garnerd H. (1994), *Estructuras de la mente*. Fondo de Cultura Económica. México.

Anexo 1 Determinación de las inteligencias múltiples para 65 alumnos de la ESIQIE.

La determinación del perfil de desarrollo de las ocho inteligencias de Gardner, tomando en cuenta la plataforma de los alumnos de las tres carreras de ingeniería de la ESIQIE, se muestra la tabla 2, y su representación gráfica se observa en la figura 7.

Tabla 2. Evaluación con base en los ocho tipos de inteligencias de Gardner

Inteligencias Múltiples de Gardner		
TIPO DE INTELIGENCIA	PUNTAJE POR INTELIGENCIA	PUNTAJE POR ALUMNO
1. Pensamiento Verbal	7.8	27
2. Pensamiento Lógico-Matemático	8.2	12
3. Habilidades Espaciales	7.9	10
4. Habilidades Cinestésicas corporales	7.6	8
5. Habilidades Musicales	7	9
6. Habilidades Interpersonales	9.7	57
7. Habilidades Intrapersonales	10.03	58
8. Habilidades Naturalistas	8.9	60

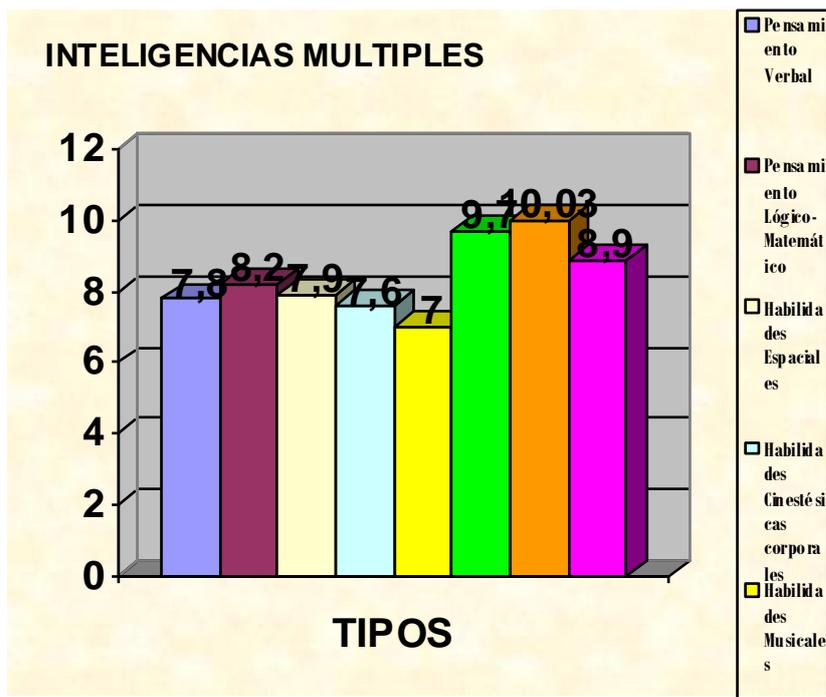


Figura 7. Evaluación de las inteligencias múltiples de los estudiantes de ingeniería