

EL PROCESO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA CON UTILIZACIÓN DE ASISTENTES MATEMÁTICOS COMPUTACIONALES Y GESTORES INFORMÁTICOS DE CURSOS

Narciso Rubén de León Rodríguez, Martha Esperanza Grijalva Valencia, Lázaro Salomón Dibut Toledo, María de Lourdes Bravo Estévez

Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (Ecuador), Universidad del Golfo de las Californias. (México), Universidad de Cienfuegos. (Cuba)

RESUMEN: La investigación fue realizada con el objetivo de desarrollar estrategias didácticas para el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática con utilización de asistentes matemáticos computacionales y gestores informáticos de cursos. El informe, artículo científico correspondiente, describe lo realizado con una propuesta que puede influir positivamente en la motivación de los estudiantes y por ende en los resultados docentes de los mismos en la disciplina Matemática. El artículo puede ser utilizado para el análisis y discusión por parte de profesores interesados en tratar la temática presentada en el mismo, y/o servir de punto de partida en el desarrollo de nuevas investigaciones científicas en este campo.

Palabras clave: estrategias didácticas, asistentes matemáticos computacionales

ABSTRACT: This research work was aimed at developing didactic strategies for the mathematics teaching learning process by using computer-aided mathematics tools and information technology managers. The scientific paper describes a proposal that can positively influence on students' motivation, and therefore, in their academic outcomes in mathematics. This article can be used for the analysis and discussion by the teachers concerned on the topic it approaches. It can also be a starting point for the development of new scientific researches in respect of this field.

Key words: didactic strategies, computer-aided mathematics tools

■ Introducción

Son conocidas las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de la Matemática, problemas que están presentes con regularidad en los distintos niveles de enseñanza. En las carreras universitarias, que incluyen la Matemática como disciplina básica, los estudiantes tienen dificultades significativas (debido fundamentalmente a deficiencias que traen de la enseñanza precedente) en la comprensión de conceptos y posterior aplicación de los mismos a la solución de problemas vinculados al perfil de los estudios superiores que realizan.

La problemática planteada en el párrafo anterior se fundamenta en los bajos resultados obtenidos por los estudiantes en los diagnósticos de entrada, y también en las evaluaciones sistemáticas, parciales y finales que se realizan en la etapa siguiente. Es evidente la necesidad de desarrollar sistemáticamente investigaciones para tratar de mejorar la preparación matemática de los estudiantes, de forma tal que sean capaces de aplicar lo aprendido en la profesión y en la cotidianidad; establecer vínculos con otras disciplinas; utilizar la computación como algo indispensable en la actualidad para el procesamiento de los modelos matemáticos; y potenciar la utilización adecuada de la lengua materna (y de otros idiomas), estableciendo para ello estrechos nexos entre lo afectivo – cognitivo y lo instructivo – educativo.

El proceso de enseñanza – aprendizaje (Vygotsky, 1985) de la Matemática no puede estar lejos, en todos los sentidos, de la vida social del estudiante pero teniendo siempre en consideración que el desarrollo del razonamiento lógico y el pensamiento abstracto también son aspectos inherentes a esta disciplina. Motivación puede ser la palabra de orden que resume lo anterior y no debe estar fuera del análisis diario del profesor de Matemática al desarrollar el quehacer docente.

La investigación es encauzada a partir del programa de la disciplina Matemática para la carrera de Contabilidad y Auditoría, y por ello, son los estudiantes de la misma los principales beneficiarios de sus resultados.

Fue definido como problema de investigación el siguiente:

- ¿Cómo influir positivamente en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática para la carrera de Contabilidad y Auditoría?

La respuesta preliminar fue la que sigue:

- Con estrategias didácticas que consideren como algo fundamental la utilización de Asistentes Matemáticos Computacionales (AMC) y Gestores Informáticos de Cursos (GIC) (De León, 2011).

Los objetivos de la investigación fueron delimitados de la forma que se presenta a continuación:

Objetivo general

- Desarrollar estrategias didácticas para el mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática con utilización de asistentes matemáticos computacionales y gestores informáticos de cursos.

Objetivos específicos

- Caracterizar el objeto de investigación a partir de, estrategias didácticas: profundización en las acciones a realizar por parte del profesor; estrategias de aprendizaje: determinación de las acciones a desarrollar por parte del alumno; la gestión didáctica para concretar la concepción del estudio de la Matemática en la carrera de Contabilidad y Auditoría.
- Diagnosticar la problemática mediante el análisis de la situación didáctica: conocimientos precedentes de los estudiantes; características y relaciones entre los contenidos de Matemática recibidos con anterioridad por los estudiantes y los que requiere la carrera.
- Realizar el diseño teórico - pedagógico de estrategias para el mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática en la carrera.
- Implementar las estrategias diseñadas para el mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática en la carrera.
- Validar las estrategias diseñadas para el mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática en la carrera.

■ Marco teórico

Las estrategias didácticas deben proporcionar motivación, información y orientación para realizar el aprendizaje. En opinión de Pere (2001) deben tener en consideración los aspectos siguientes: características del estudiante, estilos cognitivos y de aprendizaje; motivaciones e intereses de los estudiantes, amenidad; organización del curso, espacio y tiempo; proporcionar la información necesaria cuando sea preciso, documentos y materiales didácticos; utilizar metodologías activas en las que se aprenda haciendo; adecuado tratamiento de errores, que sea punto de partida de nuevos aprendizajes; prever que el estudiante pueda controlar su aprendizaje; actividades de aprendizaje colaborativo, sin dejar de considerar que el aprendizaje es individual; evaluación del aprendizaje (De León, 2007).

Estrategias didácticas (ED)

Se define en este trabajo ED como un conjunto de acciones, previamente diseñadas y organizadas consecuentemente, que pueden ponerse en práctica durante el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática.

En el contexto de la investigación se parte del criterio que en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática el docente debe diferenciar (y trabajar en función de ello) que todo problema es un ejercicio, pero no siempre un ejercicio es un problema.

Al definir cada actividad docente deben ser precisados los objetivos de la misma y preparar los ejercicios y/o problemas que serán presentados al estudiante para el análisis y solución, teniendo presente los elementos de la estrategia didáctica que se presentan a continuación (y que son los aspectos fundamentales inherentes a la misma): utilización de GIC, Moodle es una propuesta; utilización de AMC, Wolfram Alpha es una propuesta; vínculo al perfil de la carrera universitaria, elemento básico de la Matemática como disciplina científica; desarrollo del razonamiento lógico y pensamiento abstracto, aspecto insoslayable de la Matemática como disciplina educativa; visualización gráfica, desarrollo de la imaginación espacial (Torres, Morales y Bravo, 2006).

Modelar, procesar e interpretar son tres palabras clave que no pueden estar ausentes al desarrollar estrategias didácticas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática del siglo XXI. Modelar matemáticamente situaciones de la vida cotidiana y vinculadas al perfil de la carrera, procesar (utilizando también AMC) el modelo matemático obtenido a partir del tema en estudio e interpretar de forma explícita el resultado obtenido en el procesamiento matemático.

Gestores Informáticos de Cursos (GIC)

En el desarrollo de la investigación se asume como GIC al sistema informático que permite el intercambio electrónico sistemático, a partir del diseño y organización previa del curso por parte del profesor, entre el docente y los estudiantes sin la necesaria presencia de las partes. El GIC que se utiliza como parte de la estrategia didáctica en esta investigación es el Moodle.

Moodle es un software diseñado para posibilitar la creación de cursos en línea de alta calidad, lo que posibilita que los docentes a partir de sus propias iniciativas y la correspondiente dedicación puedan utilizarlo en el desarrollo del proceso de enseñanza -aprendizaje. Está basado en el constructivismo donde la comunicación tiene un espacio significativo en el camino a la construcción del conocimiento, es un software libre y no requiere el pago de licencia.

Asistentes Matemáticos Computacionales (AMC)

En la investigación se considera como AMC al software que permite, de una u otra forma, y a partir de conocimientos informáticos básicos, procesar electrónicamente modelos matemáticos ya creados. El AMC que se utiliza como parte de la estrategia didáctica en esta investigación es el Wolfram Alpha.

El Wolfram Alpha es una herramienta casi gratuita al tratar contenidos inherentes a la disciplina Matemática, si se quiere explotar al máximo todas sus potencialidades hay que suscribirse a un costo poco significativo y con consideraciones especiales al respecto para estudiantes. Es un software en línea, o sea, no necesita ser instalado en la computadora e incluso puede ser utilizado desde un dispositivo electrónico móvil.

■ Materiales y métodos

La población en estudio está formada por los estudiantes que durante todo un semestre cursan las asignaturas Matemática I (MI) y Matemática II (MII) de la carrera de Contabilidad y Auditoría. Fue considerado como tamaño de la población la matrícula de los cursos. La cantidad de estudiantes es 44 (estadísticamente hablando, tamaño de la población), 22 de MI y 22 de MII. El estudio se realizó para toda la población dividida inicialmente en dos estratos (estudiantes de MI y estudiantes de MII). El diagnóstico fue aplicado para las matrículas iniciales (todavía no estabilizadas) de cada parte, 29 y 37 respectivamente.

La investigación se desarrolla por etapas, procediendo de la forma siguiente:

Primera etapa

- Análisis de los programas de estudios de la disciplina Matemática en los distintos niveles de enseñanza (educación general básica, bachillerato, universidad); evaluación diagnóstica sobre aspectos de Matemática que debe conocer el estudiante; diálogo abierto grupal con cada una de las partes de la población para analizar los resultados de la evaluación diagnóstica y conocer posibles causas.

Segunda etapa

- Preparación del marco teórico de la investigación: caracterización del currículum de la disciplina Matemática en la carrera de Contabilidad y Auditoría; papel de las estrategias didácticas (De la Torre y Barrios, 2012) en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática; los asistentes matemáticos computacionales y los gestores informáticos de cursos en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática.
- Diagnóstico de necesidades de estudiantes participantes en el proceso enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática en la carrera de Contabilidad y Auditoría: diseño del diagnóstico de necesidades; análisis de los resultados del diagnóstico de necesidades.
- Diseño pedagógico de la estrategia (Bravo, 2005) para el mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática en la carrera de Contabilidad y Auditoría: preparación de la estrategia para el mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática en la carrera de Contabilidad y Auditoría.

Tercera etapa

- Estrategia didáctica para el mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática con utilización de asistentes matemáticos computacionales y gestores informáticos de cursos en la carrera de Contabilidad y Auditoría: implementación de la estrategia didáctica para la disciplina Matemática con utilización de asistentes matemáticos computacionales y gestores informáticos de cursos en la carrera de Contabilidad y Auditoría; encuesta a estudiantes que pertenecen a la población en estudio (44 estudiantes); utilización de métodos clásicos de Estadística Descriptiva para el análisis de los resultados de la encuesta; análisis de los resultados de la implementación de la estrategia didáctica en la disciplina Matemática con utilización de asistentes matemáticos computacionales y gestores informáticos de cursos en la carrera de Contabilidad y Auditoría.

En la investigación se definen dos variables, que son las siguientes. Variable independiente: estrategia didáctica (con utilización de asistentes matemáticos computacionales y gestores informáticos de cursos); variable dependiente: proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática en la carrera de Contabilidad y Auditoría.

Los indicadores fundamentales definidos para ser valorados son los que se presentan a continuación: utilización de Tecnologías (Cabero y Barroso, 2015) de la Información y la Comunicación (TIC) con énfasis en los gestores informáticos de cursos; utilización de asistentes matemáticos computacionales; enseñanza de la Matemática vinculada a la cotidianidad, vínculo al perfil de la carrera; la Matemática en el desarrollo del razonamiento lógico y el pensamiento abstracto; precisión en la definición de objetos matemáticos; modelar, procesar e interpretar como palabras clave en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática.

■ Resultados y discusión

El diagnóstico. Los primeros resultados de la investigación aparecen al realizar una evaluación (anónima) diagnóstico (en la primera semana de clases) a todos los estudiantes que se inician en la asignatura Matemática de la carrera de Contabilidad y Auditoría.

Se realiza una evaluación escrita de 9 preguntas (con 5 respuestas en cada una de ellas para seleccionar la correcta) en las que se evalúa de una forma u otra los conocimientos que tiene el estudiante a través de una caracterización general sobre los aspectos siguientes: operaciones básicas; trabajo con variables; representaciones gráficas; razonamiento lógico y pensamiento abstracto; solución de problemas (modelar, procesar, interpretar).

El examen diagnóstico tiene un valor total de 20 puntos. Las preguntas están valoradas en dos o tres puntos (dos puntos es el valor de cada una de las siete primeras; tres puntos es el valor de cada una de las dos últimas, solución de problemas). A continuación se presentan el criterio de calificación

Figura 1. Criterio de calificación

Cantidad de puntos	Valoración
17 - 20	Excelente
12 - 16	Satisfactorio
8 - 11	Aceptable
0 - 7	Insatisfactorio

Figura 2. Resultados del diagnóstico

	MI	MII	MI y MII
Presentados	29	37	66
Aprobados	3	4	7

Figura 1 y los resultados de la evaluación diagnóstico en la **Figura 2**.

Los 7 estudiantes que resultan aprobados tienen resultado aceptable (entre 8 y 11 puntos); tienen resultado insatisfactorio 59 estudiantes.

Principales consideraciones emanadas de la calificación y del análisis grupal de los resultados: dificultades significativas en la solución de ejercicios y problemas (modelar, procesar, interpretar); no identificación de modelos gráficos clásicos; falta de motivación para estudiar Matemática, no gusta; se ve poco vínculo con la vida cotidiana.

El diagnóstico se convierte en importante punto de partida para el diseño y posterior desarrollo de la investigación que se resume en este artículo científico.

La encuesta es aplicada a los 44 estudiantes que permanecen en la carrera de Contabilidad y Auditoría durante todo el semestre y que conforman la población final en estudio, 22 de MI y 22 de MII. Son ellos los participantes directos en la implementación de la estrategia didáctica.

En la encuesta sometida a consideración de los estudiantes (después de implementada la estrategia) se presentan 9 interrogantes, 6 de ellas ofrecen la posibilidad de argumentar voluntariamente sobre la opción seleccionada. En la escala de valoración de la respuesta a cada pregunta el estudiante opta por una de las 5 opciones posibles dadas en la figura 4.

Toda encuesta, de una forma o de otra, está impregnada de elementos objetivos y subjetivos que pueden tener influencia directa en la interpretación de los resultados, y esta no es una excepción. El índice de aceptación ponderado que aparece después es un importante aporte de esta investigación en la búsqueda de confianza para los resultados de la misma.

Lo planteado en el párrafo anterior fue algo que se tuvo presente en el desarrollo de la investigación, y en función (a criterio de los investigadores) de someter a la opinión de los estudiantes aspectos que se consideran importantes a tener presente actualmente en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la disciplina Matemática (cuestiones presentadas en la estrategia) fueron diseñadas cada una de las preguntas de la encuesta y la escala de valoración uniforme correspondiente.

Se define, con el objetivo de integrar en un solo valor numérico porcentual el resultado para el indicador puesto a consideración en cada pregunta, un índice, denominado en el contexto de la investigación “Índice de Aceptación Ponderado (IAP)” a través del modelo matemático que se presenta en la figura 3.

Figura 3. IAP

$$IAP = S + 0,75CS + 0,50AV + 0,25MP ; 0 \leq IAP \leq 100$$

IAP: Índice de Aceptación Ponderado (%).
 S: % de encuestados que responde Sí/Siempre.
 CS: % de encuestados que responde Casi Siempre.
 AV: % de encuestados que responde A V eces.
 MP: % de encuestados que responde Muy Poco.
 N: % de encuestados que responde No/Nunca.

Figura 3.

El “IAP” es el criterio definido y adoptado en la investigación para presentar de forma resumida e integrada los resultados correspondientes a cada indicador y poder establecer una comparación general entre ellos. El “Coeficiente de Ponderación (CP)” que antecede a cada variable independiente en el modelo matemático aparece definido en la tabla presentada anteriormente en la figura 4.

Figura 4. CP	
Valoración	CP
Sí/Siempre	1
Casi Siempre	0,75
A Veces	0,50
Muy Poco	0,25
No/Nunca	0

Figura 4.

A continuación se presenta, por pregunta (P), la intención evaluadora de los investigadores con la realización de las mismas.

Las 9 preguntas presentadas a los estudiantes en la encuesta y la escala de valoración correspondiente, están en función de medir:

P#1: De forma no declarada si mejora la motivación después de aplicada la estrategia.

P#2: El grado de aceptación del sistema de acciones utilizadas por el profesor.

P#3: Precedentes en la utilización de gestores informáticos de cursos.

P#4: Grado de aceptación por la utilización del Moodle.

P#5: Precedentes en la utilización de asistentes matemáticos computacionales.

P#6: Grado de aceptación por la utilización del Wolfram Alpha.

P#7: Opinión sobre el nivel de aceptación por la utilización de AMC en el desarrollo del proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática.

P#8: Opinión sobre el nivel de aceptación por la utilización de GIC en el desarrollo del proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática.

P#9: Grado de oportunidad en el vínculo con el perfil de la carrera.

En la figura 5 se presentan, para toda la población, la distribución de frecuencias relativas (%) por pregunta.

Figura 6. Valor del IAP (%) por pregunta

Pregunta	IAP	Observaciones
1	63,1	Declarada mejora en la motivación después de aplicada la estrategia.
2	64,8	Nivel de aceptación por el sistema de acciones utilizadas por el profesor.
3	15,8	Poca precedencia en la utilización de gestores informáticos de cursos.
4	64,8	Nivel de aceptación por la utilización del Moodle.
5	9,7	Poca precedencia en la utilización de asistentes matemáticos computacionales.
6	59,7	Nivel de aceptación por la utilización del Wolfram Alpha.
7	73,3	Nivel de aceptación por la utilización de AMC en el desarrollo del proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática.
8	75	Nivel de aceptación por la utilización de GIC en el desarrollo del proceso de enseñanza - aprendizaje de la disciplina Matemática.
9	69,3	Nivel de oportunidad en el vínculo con el perfil de la carrera de Contabilidad y Auditoría.

Figura 5.

En la figura 6 aparece, para toda la población, el IAP por pregunta.

Figura 5. Distribución de frecuencias relativas (%)

Pregunta	Valoración				
	No/Nunca	Muy Poco	A Veces	Casi Siempre	Sí/Siempre
1	6,8	13,6	20,5	38,6	20,5
2	2,3	13,6	20,5	50	13,6
3	68,3	15,9	4,5	6,8	4,5
4	0	18,1	25	36,4	20,5
5	77,3	13,6	4,5	2,3	2,3
6	9,1	15,9	22,7	31,8	20,5
7	2,3	2,3	27,2	36,4	31,8
8	2,3	2,3	27,2	29,6	38,6
9	4,5	2,3	31,8	34,2	27,2

Figura 6.

Parte del desarrollo de la investigación (y resultado importante de la misma) es el montaje en Moodle de las asignaturas MI y MII para la carrera de Contabilidad y Auditoría, su aceptación por parte de la población en estudio es significativa, 75 %. Otro resultado importante fue la utilización del Wolfram Alpha, el nivel de aceptación por parte de la población en estudio es considerablemente positiva, 73,3 %.

■ Conclusiones

El “IAP” como elemento importante en el procesamiento estadístico de la información recopilada durante el desarrollo de la investigación permite concluir que: La utilización de estrategias didácticas con adición a los AMC y GIC de otras acciones en función de la vinculación al perfil de la carrera, el desarrollo del razonamiento lógico y pensamiento abstracto y la visualización gráfica, puede influir positivamente en la motivación por la disciplina Matemática y la obtención de mejores resultados docentes.

■ Referencias bibliográficas

- Bravo, M. L. (2005). Estrategia didáctica para la flexibilización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en la universalización de la Universidad. *Boletín de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación*, 3, 153–160.
- Cabero, J. y Barroso, J. (2015). *Nuevos retos en tecnología educativa*. Madrid, España: Síntesis.
- De la Torre, S. y Barrios, O. (2012). *Estrategias didácticas innovadoras*. Barcelona, España: Octaedro.
- De León, N. R. (2007). *Propuesta didáctica para desarrollar la evaluación del aprendizaje en la asignatura Matemática*. IX Conferencia Internacional de Ciencias de la Educación, Simposio de Matemática Educativa y Educación Virtual y II Encuentro Internacional de Educación en Valores. Camagüey, Cuba: Universidad de Camagüey.
- De León, N. R. (2011). Utilización de plataformas interactivas, necesidad impostergable en el desarrollo del PDE de la nueva Universidad. Moodle vs. Microcampus, algunas consideraciones al respecto. *Anuario de la Universidad de Cienfuegos*, 625–633.
- Pere, G. (2001). *La revolución educativa en la era de internet*. Barcelona, España: Praxis.
- Torres, M., Morales, Y. y Bravo, M. L. (2006). *La capacidad de imaginación espacial: una estrategia didáctica para contribuir a su desarrollo en los estudiantes de ingeniería mecánica*. En V Congreso Internacional de Educación Superior “Universidad 2006”. La Habana, Cuba: Palacio de Convenciones.
- Vygotsky, L. (1985). *Interacción entre enseñanza y desarrollo*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.