

DESARROLLO DE HABILIDADES MATEMÁTICAS PARA EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS

Teresa Carrasco Jiménez, Alfredo del Castillo Serpa, Esther Ansola Hazday, Eugenio Carlos Rodríguez
Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”CUJAE. Cuba.
tcarrasco@mecanica.cujae.edu.cu, acastillo@mecanica.cujae.edu.cu, esther@ind.cujae.edu.cu, ecarlos@tesla.cujae.edu.cu

Resumen: La introducción de las tecnologías en el proceso enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, puede contribuir a que los conocimientos, habilidades, modos de la actividad mental y actitudes que se desean formar, se desarrollen de forma tal que los alumnos se habitúen a reflexionar, plantear hipótesis y conjeturas, validarlas y valorarlas. En las carreras de ingeniería, estos resultados no siempre se alcanzan y la situación persiste aún con la introducción de distintas herramientas tecnológicas. En esta situación puede estar ocurriendo que los estudiantes no tengan los conocimientos y habilidades necesarias en el uso de las tecnologías para enfrentar el aprendizaje de las Matemáticas. En este trabajo se presenta el estudio realizado sobre las habilidades que deben poseer los estudiantes de los primeros años de las carreras de ingeniería para utilizar las tecnologías en la solución de problemas matemáticos, y algunos indicadores para diagnosticar las mismas.

Palabras clave: Habilidades, tecnologías, enseñanza-aprendizaje, diagnóstico.

Abstract: The introduction of technologies in the Mathematics teaching learning process can contribute with the develop of knowledge, abilities, ways of the mental activity and attitudes that we wish to structure, which are developed in such a way that the students get familiarized to meditate, to outline hypothesis and conjectures, to validate and value them. In engineering careers, these results are not always reached, and the situation still persists with the introduction of different technological tools. In this situation one of the situations that can be influencing is that the students don't have the knowledge and necessary skills in the use of the technologies to face the learning of the Mathematics. In this paper we present a study about the skills needed by the students of early years of engineering to use technologies in solving problems which require the use of Mathematics.

Key words: Abilities, technologies, teaching-learning, diagnostic

Introducción

Las transformaciones que están ocurriendo en la sociedad con el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones inciden, como en muchos otros campos, en los procesos educativos. En el ámbito de las Matemáticas, el uso adecuado de las tecnologías puede contribuir a introducir nuevas formas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en las que los conocimientos, habilidades, modos de la actividad mental y actitudes que deseamos formar, se desarrollen de forma tal que los estudiantes se habitúen a reflexionar, plantear hipótesis y conjeturas, validarlas y valorarlas (Carlos y Ansola, 2010).

Las tecnologías, ayudan en la recolección, grabación, organización y análisis de datos. Aumentan además la capacidad de hacer cálculos y ofrecen herramientas convenientes, precisas y dinámicas que dibujan, grafican y calculan. Con estas ayudas, los estudiantes pueden extender el rango y la calidad de sus investigaciones matemáticas y enfrentarse a ideas matemáticas en ambientes más realistas (Carlos y Ansola, 2010).

En las carreras de ingeniería, estos resultados no siempre se alcanzan y la situación persiste aún con la introducción del uso de distintas herramientas tecnológicas como son: Asistentes Matemáticos, calculadoras graficadoras, plataformas virtuales y otras.

Entre los obstáculos que impiden el logro de estos propósitos se pueden mencionar los siguientes:

- ❖ Los profesores no siempre tienen la preparación adecuada para enfrentar el reto que significa aplicar las tecnologías en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas.
- ❖ Los estudiantes no siempre tienen los conocimientos y habilidades necesarias en el uso de las tecnologías para enfrentar el aprendizaje de las Matemáticas haciendo uso de ellas.
- ❖ El diseño de los currículos de Matemática no poseen la coherencia necesaria para lograr desarrollar habilidades en el uso de las potencialidades que brindan las tecnologías (Carlos y Ansola, 2010).

La investigación que se expone está centrada en el segundo de los obstáculos mencionados, específicamente en lo referente a las habilidades.

El presente trabajo tiene como propósito exponer el estudio realizado sobre las habilidades matemáticas que poseen los estudiantes de los primeros años de las carreras de ingeniería y las que se tienen que desarrollar, para utilizar las tecnologías en la solución de problemas que requieren del uso de las Matemáticas. El estudio realizado es la primera etapa del desarrollo de el proyecto de investigación “El currículo de Matemática con Tecnología”, que está dirigido a la elaboración de un Sistema Didáctico para la Disciplina Matemática en carreras de ingeniería, que aproveche las potencialidades de las herramientas tecnológicas para lograr en los estudiantes modos de actividad mental y actitudes que les permita extender el rango y la calidad de sus investigaciones matemáticas y enfrentarse a ideas matemáticas en ambientes más realistas, alcanzando categorías de aprendizaje de orden superior, tales como reflexión, razonamiento, planteamiento de problemas, solución de problemas y toma de decisiones (Carlos y Ansola, 2010).

En esta etapa de la investigación se determinan las habilidades matemáticas que deben poseer los estudiantes para poder hacer un uso adecuado de las tecnologías, el agrupamiento de estas habilidades en dimensiones y los indicadores que permitirán elaborar los instrumentos para el diagnóstico de la situación real en el desarrollo de estas habilidades.

En la primera fase de la metodología aplicada en la investigación se emplean diferentes métodos como son: histórico-lógico, que posibilita la aproximación a los referentes teóricos del tema, profundizar en sus relaciones, analizar diferentes criterios relacionados con la teoría curricular, la Didáctica de la Matemática y el uso de las herramientas tecnológicas en el

proceso de enseñanza y aprendizaje; el enfoque sistémico, que posibilita modelar el objeto de la investigación mediante la determinación de sus elementos básicos; y el análisis documental para el estudio y análisis de diferentes documentos normativos.

Las bases teóricas de la investigación se sustentan fundamentalmente en el aprendizaje desarrollador (Zilberstein, 2006a; Zilberstein, 2006b; Zilberstein y Portela, 2002), y en el uso de estrategias metacognitivas (Labarrere, 1994) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática sustentadas en el uso de tecnologías.

Asumimos una concepción desarrolladora que se ha ido conformando y sistematizando en los últimos años a la luz de diferentes investigaciones pedagógicas realizadas, enriquecida con la práctica docente en Cuba [...] La Didáctica debe ser desarrolladora, es decir, conducir al desarrollo integral de la personalidad del estudiante, siendo esto el resultado de un proceso activo de apropiación de la experiencia histórica acumulada por la humanidad. El proceso de enseñanza- aprendizaje, no puede realizarse teniendo en cuenta solo lo heredado por el alumno, debe considerar que es decisiva la interacción socio-cultural, lo que existe en la sociedad, la actividad, la socialización, la comunicación (Zilberstein, 2006a, p. 33).

Algunos referentes sobre las habilidades y las tecnologías

Las habilidades constituyen una de las formas de la asimilación de la actividad del hombre. Teniendo como fundamento la teoría psicológica de la actividad sustentada en el Enfoque Histórico Cultural, “no se puede separar el saber, del saber hacer, porque siempre saber es saber hacer algo, no puede haber un conocimiento sin una habilidad, sin un saber hacer”. Talízina (1984).

Desde el punto de vista psicológico la habilidad constituye el dominio de operaciones (psíquicas y prácticas) que permiten la regulación racional de la actividad. Es la comprensión de la interrelación entre el fin de la actividad y las condiciones, los medios de su puesta en práctica (Álvarez de Zayas, 1995), concepto que se asume en este trabajo.

En concordancia con esta definición se puede señalar que la habilidad es el saber hacer, es el dominio por parte del sujeto, de las operaciones que se manifiestan desde un saber hacer elemental, que transita hacia un elevado nivel de calidad en la ejecución y un alto grado de perfección y destreza en la realización de estas operaciones. Las habilidades siempre parten del conocimiento y se apoyan en el conocimiento, es el conocimiento en acción.

Varios autores, tales como Hernández (1989) y Delgado (1995 y 1997), por citar algunos, han desarrollado estudios sobre el sistema básico de habilidades matemáticas específicas y

generales, resultado de gran valor didáctico y metodológico, tanto para los docentes como para la formulación de los programas de las diferentes asignaturas.

Identificar las habilidades específicas que son necesarias para usar la tecnología, resulta un requisito indispensable para la utilización de las mismas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se asume el criterio de otros autores al señalar, que toda determinación en torno al uso de las tecnologías en la educación impone prudencia y sabiduría. Por eso, merece atención la metáfora “las TIC estarán integradas en la enseñanza cuando sean invisibles” (Prats, 2003).

Los elementos anteriormente analizados fundamentan el hecho de que un programa de Matemática diseñado con el uso explícito de las tecnologías, deberá contribuir tanto a la asimilación del contenido matemático como a la solución de situaciones problemáticas o tipos de problemas al que pueden enfrentarse los estudiantes. El uso de herramientas informáticas de cálculo poderosas, así como las construcciones y representaciones visuales ofrecen a los estudiantes acceso a contenidos matemáticos y a contextos que de otro modo serían para ellos muy difíciles de explorar. Las herramientas tecnológicas utilizadas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas pueden facilitar el desarrollo en los estudiantes de una variedad de categorías de aprendizaje de orden superior tales como: reflexión, razonamiento, planteamiento de problemas, solución de problemas y toma de decisiones (Carlos y Ansola, 2010).

Las habilidades generales matemáticas

Para operacionalizar las habilidades necesarias en el uso de las tecnologías para enfrentar el aprendizaje de las Matemáticas se aplicará lo indicado por Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1991) en cuanto a identificar dimensiones e indicadores para dichas habilidades.

Partiendo del sistema de Habilidades Generales Matemáticas planteadas por Delgado (1995 y 1997), el grupo de investigadores que trabajan en este proyecto de investigación trataron de determinar cuales de ellas deben poseer los estudiantes de los primeros años de las carreras de ingeniería para resolver problemas utilizando herramientas tecnológicas, el resultado fue producto de una sesión de tormenta de ideas (brain storming) en la cual se llegó a la conclusión que todas las definidas por Delgado (1995 y 1997), forman parte imprescindible de las que un estudiante debe desarrollar, y son las siguientes: Interpretar, Identificar, Recodificar, Calcular, Algoritmizar, Graficar, Definir, Demostrar, Modelar, Comparar, Resolver, Optimizar y Controlar.

En este proceso se utilizaron las cuatro dimensiones que se definen teniendo en cuenta las funciones que realizan las habilidades y que están en correspondencia con lo planteado por varios autores, entre ellos Polya (1945), Schoenfeld (1992) y Delgado (1997), entre otros, estas son:

- ❖ Dimensión correspondiente a las Habilidades Conceptuales: Son aquellas que operan directamente con los conceptos.
- ❖ Dimensión correspondiente a las Habilidades Traductoras: Aquellas que permiten pasar de un dominio a otro del conocimiento
- ❖ Dimensión correspondiente a las Habilidades Operativas: Son aquellas que funcionan generalmente como auxiliares de otras más complejas y que están relacionadas con la ejecución en el plano material o verbal.
- ❖ Dimensión correspondiente a las Habilidades Heurísticas o Metacognitivas: Son aquellas que emplean recursos heurísticos y metacognitivos y están presentes en un pensamiento reflexivo, estructurado y creativo.

El resultado obtenido fue la clasificación de las habilidades determinadas anteriormente dentro de estas dimensiones, tal y como se muestra a continuación:

Dimensión	Habilidades
Conceptuales	Definir
	Demostrar
	Identificar
	Comparar
Traductoras	Interpretar
	Modelar
	Recodificar
Operativas	Algoritmizar
	Graficar
	Calcular
	Aproximar
	Optimizar
Heurísticas y Metacognitivas	Conjeturar
	Resolver
	Representar
	Controlar

La tarea siguiente fue determinar el conjunto de indicadores que servirán para diagnosticar las habilidades matemáticas que deben poseer los estudiantes de los primeros años de las carreras

de ingeniería. A continuación se muestran algunas habilidades y los indicadores correspondientes:

Dimensión	Habilidades	Indicadores
Conceptuales	Definir	Reproducción verbal
		Reproducción gráfica
		Reproducción Numérica
		Reproducción Simbólica
	Demostrar	Por reducción al absurdo
		Por contraejemplo
		Método constructivo
	Identificar	Determinar propiedades esenciales.
		Estructura lógica del concepto
		Situación de pertenencia.
	Comparar	Fundamento de la comparación.
		Agrupar en clases

Los indicadores determinados para cada habilidad se corresponden con el punto de partida para el diseño de los instrumentos que servirán para diagnosticar el estado de desarrollo actual de estas habilidades. El paso siguiente en el diseño del instrumento para diagnosticar será diseñar los ítems Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1991), el esquema de un ejemplo se muestra a continuación:

Dimensión	Habilidad	Definición Operacional	Indicadores	Ítems
Conceptuales	Definir	Es establecer mediante una proposición las características necesarias y suficientes del objeto de estudio.	Reproducción verbal	
			Reproducción gráfica	
			Reproducción numérica	
			Reproducción simbólica	
			Por reducción al absurdo	

Habilidades matemáticas agrupadas atendiendo a los efectos que producen las tecnologías

Otro aspecto de la investigación que está en desarrollo, con respecto a las habilidades generales matemáticas, es el relacionado con la influencia de la tecnología para ampliar las capacidades cognitivas en algún sentido fundamental (Salomon & Perkins, 2005).

Para dar respuesta a esta pregunta Salomon & Perkins (2005) introducen los conceptos de "Efectos con la tecnología", cuando esta es usada para mejorar el desempeño intelectual mientras uno está operando la herramienta; "Efectos de la tecnología", cuando el uso de la tecnología puede dejar residuos cognitivos que aumentan el desempeño incluso después de que uno deja de usarla; y "Efectos a través de la tecnología", cuando la tecnología no sólo

aumenta el desempeño, sino que, fundamentalmente, lo reorganiza. El tema, en desarrollo aún, es determinar qué habilidades generales matemáticas desarrolladas con el uso de la tecnología pueden tener “efectos de” y “efectos a través”.

Conclusiones

El trabajo presentado forma parte del proyecto de investigación titulado “El currículo de Matemática con tecnología en carreras de ingeniería”, que se desarrolla por un grupo de investigadores, que a su vez son profesores de Matemática en las carreras de ingeniería, en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae) en La Habana.; en él se muestra la primera etapa de esta investigación, en la cual se han arribado a tres resultados importantes:

1. La identificación de las habilidades que deben poseer los alumnos de los primeros años de las carreras de ingeniería para resolver problemas que requieren de la Matemática, utilizando herramientas tecnológicas.
2. La clasificación de estas habilidades en cuatro dimensiones: conceptuales, traductoras, operativas y heurísticas y metacognitivas.
3. La determinación de indicadores para el diseño de los instrumentos que medirán el desarrollo de estas habilidades en los estudiantes.

Estos son resultados parciales de lo que será la determinación de los elementos que caracterizarían el diseño de los Programas de la Disciplina Matemática para carreras de ingeniería, y las asignaturas que la componen, de manera que, mediante el uso de herramientas tecnológicas específicas, contribuyan al desarrollo de habilidades que potencien el uso de la tecnología; el desarrollo de estas habilidades hará que los conocimientos y modos de actividad mental se desarrollen de forma tal que los estudiantes se habitúen a reflexionar, plantear hipótesis y conjeturas, validarlas y valorarlas.

Referencias bibliográficas

- Álvarez de Zayas, R. (1995) *Didáctica y Currículum del docente*. La Habana: editorial del ISPEJ Varona.
- Carlos, E. y Ansola E. (2010). El currículo de matemática con tecnología en carreras de ingeniería. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 23, 1293 -1301. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Delgado, J. R. (1995). Un sistema de habilidades para la enseñanza de la Matemática. *Memorias de la 9na Reunión Centroamericana y del Caribe sobre formación de profesores e investigación en Matemática Educativa*. Tomo II. México: Cinvestav-IPN.

- Delgado, J. R. (1997). Las habilidades generales matemáticas y la estructuración del conocimiento matemático. En R.M. Farfán, J. Lezama, A. Arellano y E. Oaxaca (Eds), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 11*, 108-111. México: Grupo Editorial Iberoamericana.
- Hernández, H. (1989). *El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Enseñanza Superior Cubana. Experiencia en el Álgebra Lineal*. Tesis de Doctorado no publicada, Universidad de La Habana. Cuba.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw – Hill.
- Labarrere, A. (1994). *Pensamiento. Análisis y Autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos*. México: Ángeles Editores.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton: Princeton University Press
- Prats, M. A. (2003). *Las TICs en la Educación. Entrevista*. Recuperado el 12 de marzo de 2003 de: <http://www.educaweb.com>
- Salomon, G., & Perkins, D. (2005). Do technologies make us smarter? Intellectual amplification with, of and through technology. In R.J. Sternberg & D. Preiss (Eds.), *Intelligence and technology: The impact of tools on the nature and development of human abilities* (pp. 71–86). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics. En D.A. Grows (Ed), *Handbook for research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). Nueva York: Macmillan Publishing Company.
- Talízina, N.F. (1984). *Fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior*. Conferencias no publicadas. Universidad de la Habana. Cuba
- Zilberstein, J. (2006a). Categorías de una Didáctica Desarrolladora. Posición desde el enfoque Histórico-Cultural. En Colectivo de Autores. *Preparación Pedagógica Integral para Profesores Integrales* (pp. 33-43), La Habana: Editorial Felix Varela.
- Zilberstein, J. (2006b). Principios Didácticos en un Proceso de Enseñanza-Aprendizaje que Instruya y Eduque. En Colectivo de Autores. *Preparación Pedagógica Integral para Profesores Integrales* (pp. 19-31), La Habana: Editorial Felix Varela.
- Zilberstein, J. y Portela, R. (2002). *Una Concepción Desarrolladora de la Motivación y el Aprendizaje de las Ciencias*. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.