

## EXPERIENCIA EN EL USO DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES PARA ENSEÑAR MATEMÁTICAS EN INGENIERÍA EN LA UNITEC

JOSÉ ANTONIO NAVA RODRÍGUEZ

La principal preocupación del docente es siempre lograr la mayor eficiencia en la transmisión de los conocimientos.

La complejidad del proceso enseñanza – aprendizaje nos invita a abordar el problema desde diversos aspectos y uno de ellos es el uso de nuevas tecnologías que faciliten el aprendizaje de las matemáticas en ingeniería, mediante el uso de programas tutoriales, que permitan la interacción del profesor con los alumnos desde una nueva perspectiva, que rompa con el paradigma de los procesos tradicionales de la enseñanza.

“DECIR QUE SE ESTÁ ENSEÑANDO CUANDO NADIE ESTÁ APRENDIENDO ES COMO DECIR QUE SE ESTÁ VENDIENDO CUANDO NADIE ESTÁ COMPRANDO”

JOHN DEWEY ( 1934 )

### ***¿Cómo se relaciona el proceso de enseñanza - aprendizaje con la visualización y el uso de tecnología?***

Dentro del contexto de las actuales teorías del aprendizaje, el constructivismo se plantea cómo guiar al alumno en la construcción de sus esquemas, partiendo de sus conocimientos previos. Herscovics y Bergeron (1984), proponen un modelo de “Entendimiento” el cual comprende 4 etapas en la construcción del conocimiento: 1.Entendimiento intuitivo, 2.Entendimiento procedural, 3.Abstracción matemática y 4.formalización.

1. Entendimiento intuitivo.- El alumno está en este nivel, cuando sus conocimientos matemáticos son de tipo informal, basados únicamente en percepciones visuales.
2. Entendimiento de los procesos.- En este nivel, el alumno puede relacionar su entendimiento intuitivo y emplearlo para la adquisición de procesos matemáticos.
3. Abstracción matemática.- El alumno alcanza este nivel, cuando es capaz de separar los elementos importantes de lo concreto y los procedimientos, ya sea para hacer generalizaciones o para construir invariantes.
4. Formalización.- En este nivel el alumno comprende la necesidad de las definiciones formales y el uso del simbolismo matemático y puede proponer axiomas y a partir de ellos deducir demostraciones matemáticas.

En matemáticas muchos conceptos y procesos podrían ligarse a interpretaciones visuales según Eisenberg y Dreyfus (1989), lo que ha generado diversas investigaciones en relación con el potencial didáctico de la visualización, la forma como ésta podría favorecer al aprendizaje y bajo qué condiciones utilizarla. Para Bishop (1989), la visualización es un proceso mental interno y por tanto muy particular de cada individuo, pero que puede estimularse y esto corresponde a la enseñanza, la cual puede valerse de materiales manipulativos como la computadora que ayuden al proceso de la visualización.

Por su parte Bárbara Moses (1982), propone que la visualización podría utilizarse como una forma diferente de conducir el razonamiento, que involucra sensación, imaginación y manipulación mental de los objetos y que podría facilitar el proceso de solución de problemas. Esta visualización implica que el profesor induzca a los estudiantes a formarse una imagen del problema, a describirlo con sus propias palabras, creando una imagen o modelo tridimensional e incluso darle movimiento a la situación del problema. Por otra parte, dice

que el profesor deberá ayudar al estudiante mediante preguntas, a desarrollar su creatividad y flexibilidad de pensamiento. Asegura que la creación de una imagen de la situación de un problema es básica para lograr la generalización y asimilación del conocimiento. Aquí también puede intervenir la computadora como un poderoso auxiliar.

Por otro lado Eisenberg y Dreyfus (1989) citan a Bishop, quien dijo que <<la representación visual es de valor para todos los estudiantes y en todos los aspectos del currículum de matemáticas >>. Eisenberg y Dreyfus consideran que aún no se han contestado preguntas importantes respecto a si verdaderamente la visualización tiene influencia positiva en la generalización y en la abstracción y si la tiene, cómo y con qué profundidad debe utilizarse.

Por lo que toca al uso de la computadora, Bishop (1989) dice que ésta ha desempeñado un papel importante en los trabajos de investigación relativos a la VISUALIZACIÓN, arrojando resultados positivos que parecen indicar que el poder generar y manipular imágenes en la computadora estimula las habilidades de visualización mental e incluso la comprensión de ideas algebraicas. No obstante lo anterior, parecen existir dificultades de tipo epistemológico que aún no se han investigado como pueden ser: el pensamiento inflexible, imagen rígida, etc., sin embargo recomienda “enfatar las representaciones visuales en todos los aspectos de las matemáticas escolares”. Bishop (1989, p.14)

Actualmente los programas que grafican (como MATLAB, MAPLE, MATHEMATICA, etc.), representan una buena opción para el manejo de diagramas, gráficas y figuras en tercera dimensión. El problema estriba en que el uso de las herramientas tecnológicas debe ser adecuado al diseño de las estrategias de enseñanza, de tal modo que propicien el razonamiento y la aplicación del potencial de conocimientos de los alumnos, ayudándolos a lograr esquemas más ricos, más estructurados e interrelacionados.

Fernando Hitt Espinosa (1996) considera que la visualización de conceptos en la escuela (ángulo, ángulo exterior, variable, ecuación, etc.) es de suma importancia ya que contribuye de manera directa en la adquisición de conocimientos y que por ello existe la preocupación de que sea el propio profesor de matemáticas quien introduzca conceptos de la matemática apoyándose en el uso de la computadora.

Hitt Espinosa considera que el sistema educativo debe situarse en la promoción de nuevas metodologías de la enseñanza de las matemáticas, nuevos materiales educativos (libros de texto, software, etc.) y uso reflexivo y creativo de la tecnología existente ya que a través de la simulación se estará construyendo un puente entre las ideas intuitivas que tenga un alumno y los conceptos formales y para ello la computadora es un elemento imprescindible en la enseñanza de las matemáticas. En un ambiente de trabajo como el anterior, se hace necesario formar al nuevo profesor de matemáticas y crearle una infraestructura permanente de apoyo a las actividades académicas que realiza, de tal forma que contemple la producción de materiales innovadores y la experimentación educativa.

Por lo anterior, los docentes tendríamos que fortalecer nuestros propios procesos de visualización y actualizarnos en cuanto a herramientas tecnológicas, investigando los resultados que cada tipo de material educativo reporte y buscar la diversidad de programas para emplearlos en la enseñanza, sin perder de vista el objetivo de facilitar el proceso de aprendizaje, incidiendo en los procesos de asimilación y acomodación para proporcionar aprendizajes de mayor calidad.

Tocante a que las evidencias de aprendizaje tienen que ver con el proceso de evaluación, entonces la adaptación tendrá que reflejar lo que bajo estas técnicas y concepciones constructivistas deseamos alcanzar. Existen criterios de evaluación promulgados por organismos internacionales, pero el diseño de las pruebas, actividades escolares y extraescolares están aún en su fase de desarrollo y experimentación.

Swan (1993) señala que los criterios de evaluación y normas de enseñanza son un reflejo de lo que la sociedad desea en cuanto al currículum escolar y que estos parámetros deben guiar el diseño de reactivos. No obstante lo anterior, habría que sensibilizar a los docentes en cuanto a los nuevos enfoques de la enseñanza, a sus bondades y a la necesidad de actualizar las formas tradicionales de evaluación que como dice Hitt Espinosa (1996) <<la evaluación de los procesos realizados por un alumno en un contexto de papel y lápiz, puede ser ahora complementada en un ambiente de papel, lápiz y computadora>>.

El uso de las matemáticas ha sufrido cambios en la última década; el empleo de las computadoras para procesar información, los cambios tan rápidos en la tecnología y la ampliación de las áreas, donde, se

utilizan las matemáticas ha provocado un cambio en las mismas matemáticas, lo cual nos indica que debemos cambiar los modelos de la docencia y el rol que desempeñamos conjuntamente con los estudiantes. El uso de la tecnología en la docencia ha producido cambios tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de las matemáticas.

Los programas educativos de computación han permitido a los estudiantes trabajar individualmente y desarrollar sus propias investigaciones, comprobar sus ideas y sus resultados, transformando el ambiente de la clase tradicional de matemáticas en un laboratorio, en el cual, los docentes y los estudiantes se convierten en compañeros naturales en el desarrollo de ideas y en la resolución de problemas matemáticos.

Consideramos que el empleo de la computadora puede traer como consecuencia el abatimiento del alto índice de reprobación de materias de matemáticas y física, dado que el estudiante con el apoyo docente y con el uso de la computadora, integrará su conocimiento en forma más significativa y con ello puede mejorar su estructura cognitiva, lo cual le facilitará hacer transferencias y aplicaciones hacia otras áreas del conocimiento.

La posibilidad que ofrece el uso de la computadora al manejar dinámicamente los objetos matemáticos en múltiples sistemas de representación, (Bruce, J.W., et al (1992), Dubinsky, E., Tall David (1990), Heid, M. Kathleen (1992), Kaput, J. J. (1992), Morris, Richard (1992), Wolfran Research (1992), etc.), está abriendo espacios para que el estudiante viva nuevas experiencias dentro del mundo de las matemáticas (difícilmente de lograr en medios tradicionales como el borrador, pizarrón y gís), y le permita manipular directamente los objetos matemáticos en un ambiente de exploración.

Estas experiencias apuntan en la dirección de poder servir, si se toman en cuenta los complejos contenidos de la matemática y la complejidad de los procesos cognitivos involucrados en el aprendizaje de las matemáticas, pero sobre todo el papel que deben jugar los encargados de diseñar el currículo y el de los docentes al diseñar e implementar sus estrategias didácticas para aprovechar el uso cada vez más frecuente de la computadora, creando con ello espacios en los que el alumno construya su conocimiento matemático bajo la orientación del docente

Consideramos que el principal aporte del uso de tecnología para enseñar matemáticas en ingeniería consiste en la interacción que se logra entre el docente, el alumno y la computadora y esto está cambiando la visión del proceso enseñanza – aprendizaje y con ello se está cambiando el paradigma de la clase tradicional.

“Los grandes descubrimientos resuelven grandes problemas, pero en la solución de cualquier problema hay un poco de descubrimiento. El problema puede ser modesto; pero si desafía a la curiosidad y se ponen en juego las facultades inventivas de una persona, y ésta lo resuelve por sus propios medios, podrá experimentar la tensión y disfrutar el triunfo del descubrimiento.”

George Polya

### **Bibliografía:**

1. Aebli, H. *Doce formas básicas de enseñar. Una didáctica basada en la Psicología*. Ediciones Narcea S. A. Madrid, 1995.
2. Aleksandrov, A. D., et al. *La matemática, su contenido, métodos y significado*. Editorial Alianza Universidad. Madrid, 1979.
3. Balachff, N., Kaput, J.J. Computer based learning environments in mathematics. En A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, C. Laborde (eds., 1996). International handbook of mathematics education. Dordrecht: Kluwer, pp. 459 – 501.
4. Balderas, C. P. E. Representaciones y procesos cognoscitivos en la enseñanza de la matemática con recursos tecnológicos. Proyecto de investigación sobre procesos cognoscitivos del aprendizaje basado en representaciones matemáticas y uso de tecnología. UACPYP – CCH, UNAM. México, 1994.

5. Bishop, A. Review of Research on Visualization in Mathematics Education. Massachusetts, *Focus on Learning Problems in Mathematics*, vol. 11, N° 1, winter 1989, pp. 1-5.
6. Bruce, J.W., et al. Microcomputers and mathematics. Cambridge University Press, 1990.
7. Cárdenas, M.A., et al. Cuaderno de prácticas de matemáticas IV. Editorial Eduvem. México, 1997.
8. Carrillo, A., Llamas. Derive. Aplicaciones matemáticas para PC. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana. México, 1995.
9. Clime News. Special Microworlds Section (s.l.), vol. 2, N° 2, abril, 1989, pp. 8-9.
10. Courant R. y Robins H. ¿Qué es la matemática?. Ed. Aguilar. México, 1998.
11. Dubinsky, E., Tall, D. Advanced mathematical Thinking and computer. En David Tall (ed) Advanced Mathematic Thinking, Mathematics Education Library. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1991.
12. Heid, M. Kathleen. Transformation of learning of algebra and calculus via computer tools. 7<sup>th</sup>. International Congress on Mathematical Education. Microconference on calculators and computers. Quebec, Canada, 1992.
13. Hercovics, N., Bergeron, J. A Constructivist vs a formalist Approach in the Teaching of Mathematics. PME 8<sup>TH</sup> Confeence, pp. 190-196. 1984.
14. Hitt, E. F. Intuición primera versus Pensamiento Analítico: Dificultad en el paso de una Representación Gráfica a un contexto real y viceversa. En *Revista Educación Matemática.*, vol. N° 1. México, abril 1995.
15. Kaput, James J. Technology and Mathematics Education. Handbook of Research on Mathematics Teaching an Learning. Douglas A. Grows (ed) A protect on NCTM, 1992.
16. Martínez, Cruz Armando M. Uso de tecnología en el aula. Experimentos con el CBL; UACPYP-CCH, UNAM. México, 1996.
17. Morris, Richard. Computer Experiments in a course for Mathematics Teachers. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching. Vol. 11, N° 1, pp. 13-18. 1992.
18. Moses, B. Visuslization: a Problem-Solving Approach. Canada, Math Monograph, N° 7, abril, pp. 61-66.
19. Nakamura, Shoichiro. Análisis Numérico y Visualización Gráfica con Matlab. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. México, 1997.
20. NCTM. Estándares curriculares y de evaluación para la educación matemática. Ed. Sociedad Andaluza de Educación Matemática "THALES". España, 1990.
21. Ruthven, K. Calculators in the mathematics curriculum: the scope of personal computational Technology. Dordrecht.:Kluwer, pp. 435-468.

*Por su atención muchas gracias.*

--- 0 ---