



Theoria

ISSN: 0717-196X

theoria@pehuen.chillan.ubiobio.cl

Universidad del Bío Bío

Chile

Orozco-Moret, Cirilo; Labrador, María Elena

La tecnología digital en educación: implicaciones en el desarrollo del pensamiento matemático del estudiante

Theoria, vol. 15, núm. 2, 2006, pp. 81-89

Universidad del Bío Bío

Chillán, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29915209>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

LA TECNOLOGÍA DIGITAL EN EDUCACIÓN: IMPLICACIONES EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO DEL ESTUDIANTE

DIGITAL TECHNOLOGY IN EDUCATION: IMPLICATIONS IN THE
DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL THOUGHT OF THE STUDENT

CIRILO OROZCO-MORET¹ y MARÍA ELENA LABRADOR²

¹ Universidad de Carabobo (UC), University of South Florida (USF)

² Universidad de Carabobo (UC), Universidad Experimental de la Fuerza Armada (UNEFA)
marialabrado@hotmail.com

*Autor para correspondencia: cirilotampa@hotmail.com corozco3@mailusf.edu

RESUMEN

Recientemente ha aparecido una corriente indagativa centrada en la experimentación y evaluación de la tecnología electrónica digital como herramienta educacional y como explicación del razonamiento humano. Ciertamente, son muchos los dispositivos y las innovaciones tecnológicas que apenas emergiendo encontraron aplicaciones y utilidades inmediatas en educación y psicología. También ha sido abundante la producción científica y las reflexiones teóricas y filosóficas sobre la potencialidad de la tecnología digital para coadyuvar en la comprensión del funcionamiento cerebral. Por su parte, la unión tecnología-psicología-pedagogía ha generado una rama de la neurociencia derivada de la examinación del razonamiento matemático. Además, muchos investigadores han estado produciendo resultados de las implicaciones socio-psico-pedagógicas derivadas de la introducción de esas nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza de la matemática. En consecuencia, hay coincidencia en la comunidad científica respecto a las expectativas de la asociación educación-tecnología para reducir el anumerismo y el analfabetismo tecnológico. Así, en razón de estas observaciones, el propósito de este ensayo es examinar algunas perspectivas de actualidad sobre el potencial de la tecnología digital en el desarrollo pedagógico del pensamiento matemático en prospectiva hacia la primera mitad del siglo XXI.

PALABRAS CLAVES: Educación matemática, pensamiento matemático, lenguaje matemático, tecnología digital, anumerismo, analfabetismo tecnológico.

ABSTRACT

Recently, a research tendency emphasizing experimentation and evaluation of digital technology as a didactical tool as an explanation to human reasoning has appeared. Certainly, many technological devices and innovations as soon as they were created found an immediate application in education and psychology. Also, scientific production and theoretical and philosophical reflections on the potentiality of the digital technology to understand human brain functioning have been abundant. On the other hand, the psychology-technology-pedagogy link has generated a scientific branch of the neurosciences that derived from the comprehension and development of mathematical thought. In addition, many researchers have been producing outcomes about the socio-psycho-pedagogical implications of the introduction and application of new technologies in the mathematic education field. Consequently, there is a coincidence in the scientific community concerning the expectations of the education-technology link in order to reduce the numeric and techno-

logical illiteracy. Thus, in regard to these previous remarks, the aim of this paper is to examine some of the present perspectives on the potential of digital technology in the pedagogical development of mathematical thought in prospective towards the first half of the XXI Century.

KEYWORDS: Mathematical Education, Mathematical Thought, Mathematical language, Digital Technology, Numeric Illiteracy, Technological Illiteracy.

Recepción: 18/04/06. Revisión: 16/08/06. Aprobación: 30/11/06.

INTRODUCCIÓN

Entrando el siglo XXI la humanidad se encuentra inmersa en un período de transición e identificación tecnológica que se manifiesta en hechos como la globalización de la sociedad, la “computarización” del trabajo, la digitalización de la información, la masificación de las comunicaciones interpersonales, el avance de la inteligencia artificial y la cotidianización contextualizada de la matemática. Entre otros eventos, estos hechos etiquetan nuestro momento histórico y constituyen los íconos más representativos de una sociedad marcadamente electrónica a comienzos del nuevo milenio (Almeida, 2006; Bruner, 2005; Mitcham, 1994; Muerza, 2004; Vargas 2005; Webster, 1991).

Aunado a la propensión hacia el desarrollo tecnológico digital, la tendencia de integración de varias de estas herramientas en un dispositivo único multiuso y versátil, ratifica la predilección y dependencia electrónica del hombre de comienzos del tercer milenio con una clara afición hacia la búsqueda de un cerebro artificial auxiliar. Así lo sugiere Muerza (2004), al referirse a la expansión global de la Inteligencia Artificial (IA) como negocio:

De hecho, muchos aparatos y dispositivos que se encuentran a nuestro alrededor se han desarrollado gracias a las técnicas de IA, y en la actualidad, supone un próspero sector que factura en el mundo unos 48 mil millones de euros al año (p. 113).

Este indicador económico es una muestra de la dirección de cambio tecnológico de nuestra sociedad hacia la globalización e individualización digital electrónica, fenómeno que ocurre por igual a través de culturas muy diversas que empiezan a coincidir al rededor de patrones similares de preferencia y sentido tecnológico en el mundo entero (Ordóñez, 2004). En consecuencia, ha sido afirmado que aunque aún se está muy lejos de crear un cerebro artificial, se han realizado importantes avances que sugieren un destino posible de tal proeza (Muerza, 2004). Por supuesto, ante tal aseveración se acepta que las computadoras, versiones rudimentarias y simples de ese órgano electrónico artificial, ya han logrado una radical secuencia de cambios culturales de impacto mundial (Mitcham, 1994; Webster, 1991).

Ante esta suma de circunstancias, el sector educacional recibe presión por la necesidad de la adaptación y acomodación necesaria para llenar las expectativas sociales de la tendencia tecnológica. Al respecto, Molla (s/f, citado por Orozco, 2006 p. 21), declara:

La actual sociedad de la información pone en evidencia la necesidad de una seria revisión epistemológica, ya que las bases de la construcción del conocimiento parecen estar en crisis. Particularmente la educación plantea seriamente el problema de la búsqueda de una nueva creatividad conceptual que sea más útil para comprender la variedad de los nuevos problemas y situaciones que debe enfrentar.

Los cambios observados en el campo educativo son sustanciales. Por ejemplo, mientras hace cien años la educación fue vista como la mejor manera de preparar a un número determinado de ciudadanos jóvenes del siglo XX para su éxito individual en un área de trabajo específica dentro de la mecanización industrial y la comercialización, ahora la educación se percibe como el medio para dotar a todos los ciudadanos del siglo XXI, a cualquier edad, con los elementos y competencias fundamentales para la adaptación al cambio continuo y a la educación permanente, para aprender a aprender con compromiso social transformador (Bruner, 2005; NCTM, 1989).

En efecto, la educación del siglo XXI debe formar competencias para aceptar el cambio, para entender y evolucionar en el desempeño de distintas áreas del conocimiento e información, para intervenir en su contexto inmediato y, sobre todo, para la adaptación al surgimiento y aplicación de nuevas tecnologías durante la vida entera y dentro de las circunstancias sociales más diversas. En referencia a esto, Bruner (2005) afirma:

La adquisición de habilidades y capacidades superiores de conocimiento resulta vital, especialmente en aquellas sociedades cuyas economías dependen cada vez más de la tecnología, la información y las innovaciones (p. 1).

Referente a esa sociedad digital, Vargas (2005, citado por Orozco, 2006) afirma que existe una perspectiva tecnológica de la cultura en la que

los teóricos enfatizan los elementos culturales que se transmiten entre las diferentes culturas, como resultado en última instancia, de los avances tecnológicos materializados en descubrimientos e invenciones científicas que marcan el progreso de una sociedad (p. 12).

Ahora bien, entre las capacidades, conocimientos y habilidades superiores de razonamiento, se priorizan las competencias matemáticas para una nueva generación de ciudadanos. Estas competencias son concebidas de manera muy diferente a la visión y función que tenía el conocimiento matemático en el siglo XX; el nuevo siglo despierta con expectativas de una “matemática mínima” para todos los ciudadanos que les permitan comprender, explicar e intervenir matemáticamente su contexto tecnológico cultural. En este sentido, se conjetura que la educación matemática actual está en un movimiento de transformación acelerado en pos de la acomodación, para satisfacer el requisito social de proporcionar al ciudadano del vecindario global el conocimiento tecnológico, comunicacional y matemático que le potencia para entender, aplicar y explicar la realidad matemática de su mundo transcultural, tecnológico y cambiante (NCTM, 1989, 1995, 2000).

En referencia a los párrafos precedentes y fundamentando la definición de Kahler sobre la cultura “como la totalidad de los logros y el rendimiento humano en la conquista del universo mediante la ciencia, el arte y la técnica” (citado por Ramos, 2005 p 12), se podría deducir que la tecnología electrónica define nuestro tiempo como una cultura eminentemente digital, en la que la matemática tiene un sitio privilegiado como lenguaje universal y como proceso de inteligencia superior.

En esta cultura la ciencia tiene objetivos determinados en esclarecer y emular la actividad y funcionamiento del cerebro de la mano de la electrónica y para ello valora, utiliza y examina –frecuentemente– el razonamiento matemático. La técnica desarrolla y pone a nuestro alcance la tecnología digital como medio y soporte de la cultura, produciendo artefactos que de una manera u otra

tienen elementos, aplicaciones y funciones matemáticas. Así, la educación matemática está obligada a formar e informar sobre esos avances, sus potencialidades y aplicaciones. En consecuencia, prospectivamente la educación está en transición hacia la cultura digital que obliga a redefinir la educación matemática como lenguaje y modo de adaptación a la sociedad de la información y la tecnología digital en la que la matemática misma tiene presencia cultural esencial y especial.

En razón de lo anterior expuesto, el propósito de este artículo es examinar las perspectivas recientes de investigación que involucran el razonamiento matemático, para construir un fundamento proyectivo de la contextualización y cotidianización pedagógica de la matemática respecto al papel de los dispositivos digitales en la potenciación del pensamiento matemático del ciudadano de la primera mitad del siglo XXI.

LA BÚSQUEDA DE UN CEREBRO MATEMÁTICO SUPLEMENTARIO: BREVE RESEÑA HISTÓRICA

La matemática ha sido considerada históricamente como una actividad compleja y de inteligencia superior, por lo cual el hombre desde la antigüedad ha buscado un mecanismo auxiliar que facilite su entendimiento y aplicación. Por ejemplo, los chinos 3.000 años a.C. inventaron el ábaco, un dispositivo de cálculo que, modificado en Japón y otros países, ha sido utilizado desde hace cientos de años en toda Asia para facilitar las operaciones aritméticas. Los egipcios diseñaron una especie de ábaco compuesto de una tablilla cubierta de polvo que era utilizada con fines didácticos y los griegos utilizaron el “Abax”, una variación del ábaco egipcio acompañado de otros utensilios geométricos como el compás para estudiar y enseñar matemática (Araya, 2003).

En Europa, en 1642, Blaise Pascal inventó la “Pascalina”, la primera máquina sumadora mecánica, que fue modificada por Leibniz haciendo que también multiplicara. En 1820 apareció el “Aritmómetro”, la primera máquina de calcular comercial inventada por Charles Thomas, que podía realizar las cuatro operaciones básicas y cuyo uso se extendió por un siglo. Poco tiempo después, Charles Babbage inventó, en 1822, la “Máquina de Diferencias”, que permitía realizar ecuaciones diferenciales y la “Máquina Analítica”, el primer computador de propósitos generales y primera programadora a través de las “Tarjetas Perforadas” que fueron introducidas por Joseph-Marie Jacquard (*op. cit.*, 2003).

Así, para finales de 1800, en Estados Unidos, Herman Hollerit aplicó la “Máquina Analítica” y las “Tarjetas Perforadas” para almacenar y procesar grandes volúmenes de información como en el Censo Nacional de los Estados Unidos de 1889. Posteriormente, Hollerit fundó la International Business Machines (IBM) en 1896, empresa de computadores que comercializó el sistema de tarjetas perforadas a nivel mundial (*op. cit.*, 2003).

Durante la segunda guerra mundial se libró una batalla tecnológica silenciosa; el primer computador completamente electrónico fue desarrollado por Atanasoff y Berry, pero no fue exitoso por la aparición casi simultánea de otros inventos similares con mayor proyección y aplicación directa. Por ejemplo, se desarrolló en 1941 el computador Z3 para aviones y misiles alemanes y en 1943 apareció el computador Colossus de los británicos destinado a descifrar códigos secretos alemanes. Luego, en 1944, se diseñó el computador Mark I para crear cartas balísticas para la Armada de los Estados Unidos, pero con capacidad de realizar operaciones aritméticas básicas y resolver ecuaciones complejas (*op. cit.*, 2003).

En 1945 aparecía un computador diseña-

do por Von Neumann, el EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer). Enseguida, en 1946 en un desarrollo conjunto Gobierno (USA) y la Universidad de Pennsylvania se produjo el computador ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer). El ENIAC fue un computador de propósitos generales y velocidad de cálculo 1000 veces más que el Mark I. A partir de 1950 la producción de computadoras se convirtió en industria comercial y para 1951 se lanzaba al mercado el UNIVAC I (Universal Automatic Computer), primer computador comercial (*op. cit.*, 2003).

En 1960 y 1962 respectivamente aparecieron los primeros computadores totalmente transistorizados desarrollados por NCR, RCA, IBM y Sperry Rand. Luego, a mediados de los años 1960, se incorporó el uso del circuito integrado y en 1970 aparece el primer mini-computador que conecta todos sus componentes a un único bus, luego vino la incorporación del tiempo compartido y la multiprogramación, seguido por la universalización y estandarización de los lenguajes de programación: Fortran (1966), Algol (1968), COBOL (1970), BASIC (1964) y Pascal (1971) (*op. cit.*, 2003). Los primeros computadores personales (PC's) fueron lanzados en 1981 por la IBM y por Apple en 1984, con lo cual se masificó y expandió su uso individual y condujo finalmente al establecimiento del Internet, la red global de intercambio de información y comunicación, como un medio de comunicación mundial público (*op. cit.*, 2003).

Actualmente se han incorporado dispositivos a los equipos con el potencial de simular el razonamiento humano en muchos aspectos; éstos pueden clasificar información, acceder con rapidez grandes bases de datos, tomar decisiones, comunicar en viva voz y aprender de sus errores. También cuentan con dispositivos periféricos que emulan rudimentariamente los sentidos de la visión, la audición y el tacto. Así, los periféricos del

reconocimiento de la voz, el reconocimiento visual y la detección del movimiento y del contacto físico constituyen los sentidos artificiales conocidos como dispositivos de entrada en la alimentación de la llamada inteligencia artificial. Así, la vertiginosa evolución de las PC's ha alcanzado logros que aproximan cada vez mas la construcción de un cerebro artificial rudimentario (*op. cit.*, 2003).

De una u otra manera, la creación de estos aparatos complejos multifuncionales y portátiles ha generado la percepción de un nuevo hombre y una nueva cultura que pronto tendrá en sus manos una herramienta súper poderosa (un cerebro auxiliar) que le conecta desde cualquier rincón del planeta en tiempo real a enormes cantidades de información y que además le facilita el acceso a un número gigantesco de tareas y actividades entre las que se incluye, por ejemplo, el procesamiento de masiva información numérica y la resolución de problemas de orden matemático.

Es obvio que ante este gigantesco avance tecnológico, es sólo cuestión de tiempo para que la educación matemática gire en torno a esa súper herramienta, en una pedagogía en la que se redefine la tecnología como ambos un medio y un fin para educar en el contexto de la sociedad global digital.

Tecnologización de la educación matemática

La evolución de la Inteligencia Artificial esta transformando desde ya la educación matemática; en este sentido, una de las observaciones más sensibles en este tiempo es el desarrollo, expansión y extensión de un nuevo tipo de pedagogía y de didáctica matemática, la cual está soportada sobre la tecnología digital. En apariencia, esta nueva pedagogía, "la instrucción constructivo-digital matemática", transformará, en pocos años,

definitiva y considerablemente la manera de enseñar, aprender, comprender, aplicar y comunicar los contenidos matemáticos en todos los niveles educativos.

Esta transformación anuncia con cambiar la representación del mundo basada en al imprenta por una representación virtual, derivada de medios electrónicos y muy rica en posibilidades didácticas. En este aspecto, los pensadores, los educadores y los desarrolladores del plan de estudios de matemática han estado coincidiendo en la necesidad de introducción de la tecnología digital en las salas de clase y han estado exigiendo la remoción paulatina de la pedagogía tradicional de la práctica de aula (Senk & Thompson, 2003).

En ese sentido, es abundante la producción de reflexiones teóricas y filosóficas sobre las implicaciones y potencialidades de una metamorfosis educacional con base en las nuevas tecnologías, su impacto en el desarrollo del pensamiento matemático, en el cambio de la comunicación simbólica, en la diversidad de significados semióticos y la cotidianización contextual de la matemática (De Guzmán, 2002; Godino y Batanero, 1994; Kilpatrick y Swafford, 2002). Al respecto, se ha conjeturado sobre una matemática mínima necesaria para la nueva sociedad, se han establecido hipótesis sobre la introducción del lenguaje matemático y la comunicación matemática como parte del cambio hacia la tecnologización social, se ha supuesto que el uso de tecnología podría facilitar el incremento de aplicaciones y la masificación de la matemática a nivel del público general (NCTM, 1989, 1995, 2000; Paz, 2002; Ramos, 2005).

Sobre esta base ha emergido una corriente indagativa dentro de la educación matemática que hace énfasis en el uso, la experimentación y evaluación de nuevas tecnologías como herramientas educativas y los investigadores alineados a esta idea, han estado produciendo resultados preliminares de

las implicaciones cognitivas, afectivas, psicomotrices y emocionales derivadas de la introducción de nuevas tecnologías en la enseñanza de la matemática (NCTM, 1989; Senk & Thompson, 2003).

Al respecto, un grupo de investigadores ha estado demostrando el potencial uso de la tecnología digital gráfica para facilitar el desarrollo y aplicación de la inteligencia geométrico-espacial, la abstracción y la representación icónica desde una nueva perspectiva (Feldstein, 2005). Otros investigadores han conducido estudios en los cuales el uso de la tecnología ha proporcionado otras formas de comunicación, simbolización y formalización matemática mediante hojas de cálculos electrónicas (Godino y Batanero, 1994).

También hay comunidades de investigación dedicadas a investigar el desarrollo de habilidades de pensamiento matemático mediante la lúdica digital y los juegos electrónicos (De Guzmán, 2002). Algunos investigadores están interesados en determinar el efecto de la educación basada en computadoras sobre diferentes dimensiones del razonamiento matemático y las implicaciones del uso de tecnología digital sobre las emociones y aptitudes de los aprendices (O'Farrill, 2000). En general, hay un consenso en la comunidad científica del campo de la educación matemática en que la cultura digital presenta las condiciones ideales para rescribir toda la matemática escolar en una actualizada y revolucionaria concepción y presentación tecnológica que incluye un nuevo lenguaje, una nueva simbología, unos nuevos procedimientos, todos derivados del potencial y versatilidad de la electrónica digital (Feldstein, 2005; Orozco, 2006; Ramos, 2005).

En proyectiva, se puede deducir que, en concordancia con la inminente llegada de un artefacto tecnológico digital integrado, completo en su contenido, complejo en sus funciones y simple en su manejo, como auxiliar didáctico de la matemática, se está ges-

tando un cuerpo de elementos pedagógicos alineados con la tecnología digital y la neurociencia para potenciar el pensamiento matemático de las futuras generaciones.

Es decir, a la par del desarrollo de un dispositivo —el cerebro digital matemático como auxiliar didáctico— que permita enseñar, aprender, comprender y utilizar la matemática mínima cotidiana a diferentes niveles de profundidad y en diversos escenarios de acción, está evolucionando la educación matemática digital —*una pedagogía de la psico-neuro-tecnología*— que hará posible la aplicación de ese extraordinario avance tecnológico de la cultura electrónica en cualquier actividad que requiera operar, aplicar, transferir, simular, graficar, calcular y comunicar resultados y datos de naturaleza matemática utilizados en la resolución de un amplio rango de problemas y situaciones de la vida diaria.

La pedagogía de la psico-neuro-tecnología

Como ha sido señalado, la enseñanza de contenidos matemáticos utilizando dispositivos tecnológicos ha sido una tendencia constante a lo largo de la historia de la humanidad y se ha creado enorme curiosidad al respecto. Por ejemplo, las llamadas “máquinas de enseñanza” desarrolladas por Skinner produjeron grandes expectativas y seguidores. Una de estas máquinas fue puesta en marcha de 1954 en una conferencia de la Universidad de Pittsburgh y en consecuencia se convirtió en una referencia y herramienta pionera del enfoque didáctico conocido como “aprendizaje programado” el cual ha sido recientemente incorporado en la enseñanza automatizada por dispositivos interactivos y multimedia.

Por el contrario, la aparición de la calculadora de bolsillo creó una expectativa particularmente negativa. La calculadora electrónica fue vista con recelo por padres y pro-

fesores y se generó, al inicio de los 70s, un debate sobre la inclusión o no de las calculadoras de bolsillo en el salón de clase de matemática, sobre su uso con fines didácticos y sobre las implicaciones sobre el razonamiento matemático de los aprendices. Después, este debate fue la antesala para que la opinión pública aceptara sin reparo la introducción de computadoras en la práctica de aula y en los hogares.

Por su parte, aunque tiene sus detractores, el desarrollo de la tecnología digital ha sido vinculado a la matemática y se han creado muchas esperanzas sobre los beneficios de ésta en relación a la minimización de los problemas de aprendizaje y enseñanza de las disciplinas matemáticas. Por ejemplo, el uso de calculadoras gráficas y otros dispositivos de imágenes digitales en la clase de matemática ha estado aumentando durante las últimas tres décadas y la mayoría de los estudiantes alrededor del mundo los aplican hoy para solucionar problemas y para hacer cálculos dentro o fuera del salón de clase.

Análogamente, la introducción de computadoras en la educación matemática ha ido incrementándose a pasos vertiginosos alrededor del mundo. Hoy la opinión mayoritaria de docentes y alumnos sobre el salón de clases ideal consiste en un ambiente computarizado y ya en algunos países no puede concebirse un aula de matemática sin la presencia de al menos una computadora por cada dos alumnos. Estos cambios de opinión y actitud se reflejan en los planes de estudio, en la adición y exclusión de contenidos, en las estrategias de enseñanza y de las actividades de aprendizaje. También, en la transformación de los ambientes escolares y de las salas de clase, así como en las tendencias favorables de los profesores y de los principiantes hacia temas de matemática relacionados con y hacia la tecnología misma (Feldstein, 2005).

Al respecto, Waits y Demana (2000) señalan que por los años 90 tres tendencias de

investigación tenían prominencia en los campos epistemológico y filosófico sobre la tecnología educacional contemporánea. Las investigaciones sobre teorías cognoscitivas, sobre la neurología y los usos tecnológicos han estado coincidiendo en la temática del procesamiento de la información numérica y del funcionamiento del pensamiento matemático a nivel cerebral.

La incorporación de la imaginología digital en la investigación neuropsicológica ha exhibido respuestas importantes en relación con las interrogantes sobre el pensamiento y las representaciones mentales (Sigel, 1999). Así, una de las barreras que enfrentaba la psicología del desarrollo cognoscitivo ha sido el estudio físico-evidencial de la representación cognoscitiva, está siendo hoy superada por la certidumbre de localización de la actividad y funcionamiento cerebral mediante el registro de imágenes digitalizadas en tiempo real.

En estos estudios se produce información confiable sobre muchas formas de procesos mentales, emocionales y actitudinales que incluyen las entidades llamadas representaciones y que antes no eran susceptibles de verificación y examinación tangible, pero que hoy hacen posible –gracias a la imagenología digital del cerebro– verificar los procesos efectivos de aprendizaje matemático. Al respecto se ha afirmado que las tecnologías de la proyección de imagen están permitiendo a investigadores probar conceptos teóricos de la representación cognoscitiva más exactos (Sigel, 1999).

En este sentido, la revolución tecnológica constituye un campo de ampliación de la investigación de la neurología, del componente cognoscitivo y actitudinal y de la pedagogía en nuevas direcciones incluyendo la inteligencia artificial, las actividades derivadas de la representación, las aplicaciones de representaciones en el aprendizaje, la actividad de memoria, los procesos de pensamiento, y los mecanismos que controlan la for-

mación de esas representaciones. Estas aplicaciones permiten asegurar que las bases de datos sobre la neuro-psico-tecnología estarán en pleno crecimiento en los próximos años (Sigel, 1999; Webster, 1991).

En resumen, en el conjunto de información multidisciplinaria se ha abierto un mundo de interrogantes científicas derivadas de una convergencia e integración de la tecnología, la neurología, la psicología y la enseñanza y aprendizaje de la matemática dentro y fuera de la escuela, que auguran una metamorfosis espectacular de la educación matemática y que involucra un cambio radical en los contenidos, materiales, símbolos, lenguaje, imágenes, medios, estrategias, procedimientos y metas de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la disciplina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, P.L. (2006). El teletrabajo en Uruguay: Una exitosa realidad en expansión. Memoria de Grado. Licenciado en Dirección de Empresas. Especialista en Capital Humano y Teletrabajo.
- ARAYA, E. (2003). Orígenes Máquinas. Disponible en línea en la página Web: <http://www.inf.uach.cl/earaya> [03/12/2005]
- BRUNER, J.J. (2005). Nuevas competencias, exigencias profesionales y life long learning. Disponible en línea en: http://mt.educarchile.cl/mt/jjbrunner/archives/2005/08/nuevas_competen.html
- FELDSTEIN, M. (2005). The Digital Promise: Using Technology to Transform Learning. eLearn Magazine. SUNY Learning Network.
- GODINO, J.D. & BATANERO, C. (1994). Significado personal e institucional de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 14(3), 325-355.
- DE GUZMÁN, M. (2002) Enseñanza de las ciencias y la matemática. OEI. Disponible en línea en: www.groups.msn.com/cgj4ulm362gqklh4g4qtuud87/ [06/05/05]
- KILPATRICK, J. & SWAFFORD, J. (2002). Helping Children learn mathematics. Mathematics Learning Study Committee: National Research Council.

- MITCHAM, C. (1994). *Thinking Through Technology: The Path between Engineering and Philosophy*, Chicago, Chicago Univ. Press.
- MUERZA, A. (2004). *Inteligencia Artificial*. Disponible en línea en la página web: <http://www.consumer.es/accesible/es/tecnologia/hardware/2004/05/25>
- NCTM (1989). *Curriculum and Evaluation*. National Council of Teachers of Mathematics Reston, VA.
- NCTM (1995). *Assessment Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics. Reston, VA.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics. Reston, VA.
- ORDONEZ, J. (2004). *Ciencia, Tecnología e Historia*. FCE. España.
- O'FARRILL, Y. (2000). *Sistema Entrenador Inteligente con Tecnología Multimedia*. Optima-Geometría. *Revista Latinoamericana de investigación en Matemática Educativa*. Vol. 002, 03, pp. 99-129.
- OROZCO, C. (2006). *Algunas alternativas didácticas y sus implicaciones en el aprendizaje de contenidos de la teoría de conjuntos*. Trabajo de ascenso, no publicado. Universidad de Carabobo.
- PAZ, A. (2002). *Problemas y perspectivas de la Educación Matemática universitaria*. Centro de Investigaciones Pedagógicas (Cipesa). Grupo de Investigación en Educación Matemática y Computacional. Universidad Santiago de Cali, Colombia.
- RAMOS, A.B. (2005). *Análisis de la noción de función presente en los alumnos cursantes de la asignatura Introducción a la Matemática de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales*. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad de Carabobo.
- SENK, S. and THOMPSON, D. (2003). *Standards-Based School Mathematics Curricula*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Mahwah, New Jersey.
- SIGEL, I.E. (1999). *Development of mental representation: Theories and applications*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- VÁSQUEZ, E. (2003). *Notas críticas sobre tecnología y sociedad Serie: Cidse. Documentos de Trabajo*. Universidad de Cali, Colombia.
- WAITS, B.K. & DEMANA, F. (2000). *Calculators in Mathematics Teaching and Learning Past, Present, and Future*. In Burke, M. J. and Curcio, F.R. (Ed.), *Learning Mathematics for a New Century* (pp. 51-80). Va: Reston, Va: NCTM.
- WEBSTER, A. (1991). *Science, Technology and Society*. New Directions. Londres, MacMillan.