

# EVALUACIÓN DE UN AMBIENTE DE APRENDIZAJE EXPERIMENTAL PARA LA MATEMÁTICA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR BASADO EN TECNOLOGÍAS DIGITALES

**María del Socorro Valero Cázarez**

CBTis No. 164, Cd. Madero, Tam.

Tel. 01-833-2568245, [paraklet@prodigy.net.mx](mailto:paraklet@prodigy.net.mx)

**Ma. Guadalupe Barba Sandoval**

CBTis No. 164, Cd. Madero, Tam.

Tel. 01-833-2162013, [mgbarba1@prodigy.net.mx](mailto:mgbarba1@prodigy.net.mx)

**Alejandro Del Castillo Escobedo**

Te. 01-833-2155438, [alejandro.delcastilloescobedo@gmail.com](mailto:alejandro.delcastilloescobedo@gmail.com)

**TEMA: EXPERIENCIAS EXITOSAS EN LA INNOVACIÓN EDUCATIVA  
SUBTEMA: PROYECTOS INNOVADORES**

## RESUMEN

En los últimos años han tomado importancia creciente las evaluaciones nacionales e internaciones sobre los sistemas educativos. En cada una de ellas, invariablemente los resultados de los estudiantes mexicanos ocupan las últimas posiciones lo cual se ha constituido en un reto para las autoridades educativas nacionales, particularmente en lo concerniente al desarrollo de habilidades matemáticas y verbales. En el presente trabajo, reportamos los resultados de una evaluación nacional obtenidos por un grupo de 42 estudiantes al concluir sus estudios en un bachillerato tecnológico público, quienes, en el transcurso de los mismos, desarrollaron, como parte de un programa experimental, una serie de prácticas de laboratorio con tecnología digital en sus cursos de matemáticas. Éstos resultados evidencian el soporte que las Tic's pueden brindar a fin de mejorar el desempeño del estudiante en la realización de actividades cognitivas de alto nivel al resolver problemas que demanden poner en juego razonamiento matemático.

**PALABRAS CLAVE:** Evaluación, Aprendizaje Experimental, Matemática, Tecnologías Digitales.

## ABSTRACT

*During last years, it has taken increasing importance national and international assessments over educational systems. In everyone of them, mexican students outcomes invariably are in last positions which has become in a challenge for national education authorities, particularly about development of math and verbal abilities. In this paper, we are reporting the outcomes of a national assessment from 42 students who were finishing their studies in a public technological high school, who during these years, developed, as part of an experimental program, a series of laboratory practices with digital technology en their math courses. These results show the support that Tic's can offer in order to improve student development carrying out high level cognitive activities to solve problems that demand apply math reasoning.*

**KEY WORDS:** Assessment, Experimental Learning, Mathematics, Digital Technologies.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace aproximadamente tres lustros, los sistemas educativos están siendo objeto de muchas presiones políticas para evaluar su rendimiento. Como resultado de ello, han aumentado los sistemas nacionales e internacionales de evaluación, los estudios transnacionales y las comparaciones entre países, que se utilizan como una medida relativa de la calidad global de la educación. De este modo, la evaluación externa ha ido mucho más allá de la comprobación de los niveles de conocimiento y comprensión del alumnado, habiendo llegado a ser un indicador de la capacidad de los profesores, del rendimiento de las escuelas y del propio sistema educativo (Pilot, 2000). Así, durante la última década se han puesto en marcha varios proyectos internacionales para evaluar los resultados del aprendizaje escolar en ciencias, entre otras materias, siendo los dos más importantes el de TIMSS y PISA (Acevedo, 2005). En México, desde 1994 el CENEVAL (Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior) proporciona información confiable y válida sobre los conocimientos y habilidades que adquieren las personas como beneficiarios de los programas educativos de diferentes niveles de educación formal e informal. Así mismo, en 2003 en nuestro país inicia actividades el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INNE). A partir de ese año, este instituto es responsable, entre otras cosas, de las pruebas nacionales de estándares de lectura y matemáticas a estudiantes de educación básica (Mendoza, 2007).

En el presente reporte, revisaremos los resultados del EXANI-II de CENEVAL, obtenidos por la generación 2005- 2008 del CBTis 164, de Cd. Madero, Tam. a la luz de las actividades realizadas como parte de un proyecto experimental de Laboratorio de Matemáticas basado en Tecnologías Digitales en la institución arriba mencionada.

## METODOLOGÍA

La investigación realizada es un estudio cuantitativo de los resultados obtenidos por un grupo de la generación 2005-2008 de un bachillerato tecnológico público, ubicado en la zona sur del estado de Tamaulipas, MÉXICO; dicha generación inició sus estudios de educación media superior con 17 grupos distribuidos en la forma siguiente:

<b>Especialidad</b>	<b>GRUPOS</b>	<b>TIPO DE BACHILLERATO</b>
Administración	A, B, J, K	Ciencias Económico–Administrativo
Computación	C, D, E, L, M, N	Ciencias Físico – Matemáticas
Electricidad	F, Q	C. F. M.
Electrónica	G, P	C. F. M.
Máquinas de Comb. Interna	H, O	C. F. M.
Mecánica	I	C. F. M.

La población objetivo fue el grupo B de la especialidad de Administración, del turno matutino, con 42 estudiantes cuyas edades oscilaban entre los 17 y los 20 años. Estos jóvenes tomaron sus cursos de matemáticas desde el 2º hasta el 6º semestre (Geometría y Trigonometría, Geometría Analítica, Cálculo, Probabilidad y Estadística y Matemática Aplicada) con una de las investigadoras. La currícula completa de Matemáticas<sup>1</sup> del bachillerato de la Dirección General de Educación Industrial y Tecnológica (DGETI) perteneciente a la Secretaría de Educación Pública y subsistema al que pertenece el bachillerato público en cuestión, comprende 316

---

<sup>1</sup> La Estructura del Bachillerato Tecnológico de la Reforma Curricular de la Educación Media Superior Tecnológica, se puede consultar en [http://www.dgeti.sep.gob.mx/site/Contenidos/Planes\\_Estudio\\_2006/Planes\\_2007/Estructura\\_del\\_Bachillerato.pdf](http://www.dgeti.sep.gob.mx/site/Contenidos/Planes_Estudio_2006/Planes_2007/Estructura_del_Bachillerato.pdf)

horas/clase a partir de la Reforma Curricular de 2004; antes, la currícula de matemáticas comprendía 400 horas/clase; un 21% más que la currícula actual.

**Actividades de Laboratorio.** Durante los cursos de Geometría Analítica, Cálculo, Probabilidad y Estadística y Matemática Aplicada, fueron incorporadas algunas actividades que fueron diseñadas ex profeso por el grupo de investigadores para ser desarrolladas en un laboratorio de matemáticas equipado con tecnología digital: calculadoras graficadoras TI – 84 plus, sensores de movimiento, temperatura, presión, intensidad luminosa, intensidad sonora y presión y software de geometría dinámica para computadora, que se constituyera en un verdadero escenario para la construcción de los aprendizajes. El número de prácticas de laboratorio por curso, que no demostrativas y si participativas, fue variado; en el 6° semestre, la totalidad del curso de Matemática Aplicada fue trabajado en el laboratorio.

Cada una de las prácticas consistió en el estudio de un fenómeno físico destacando la matemática presente en el mismo buscando que los estudiantes identificaran, durante la verificación del experimento, la presencia de elementos matemáticos tales como: variables, relaciones entre ellas, tipos de comportamientos y con ello, se procuró siempre dotar a los estudiantes de una visión determinística del mundo al promover la búsqueda de explicaciones, el análisis de información, formulación de hipótesis y realización de generalizaciones, todo esto en un ambiente de trabajo colaborativo.

**Instrumento de Evaluación.** El examen PREEXANI-II<sup>2</sup> (CENEVAL, 2007) fue aplicado, como años anteriores, a 414 estudiantes inscritos en los 17 grupos de 6° semestre de nuestro plantel el día 16 de abril del 2008, en una sola oportunidad<sup>3</sup>. Después de la aplicación, los exámenes fueron enviados para su calificación al CENEVAL, en Ciudad de México.

**Análisis de las Respuestas.** El reporte global de la institución fue enviado por CENEVAL al plantel educativo, conteniendo los resultados de los 414 sustentantes; fue clasificado por grupo y se obtuvieron los resultados promedio para cada una de las siete áreas evaluadas en el PREEXANI-II: Razonamiento Verbal, Razonamiento Matemático, Mundo Contemporáneo, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Matemáticas y Español. Por la naturaleza de este estudio, nos interesa destacar ciertos aspectos de estos resultados:

1° Es muy importante mencionar que nuestro grupo objetivo, el B, de la especialidad de Administración, fue el grupo que tuvo la más baja deserción de entre los 17 grupos que forman la generación 2005-2008 de la institución en cuestión: 14.3% contra el 44.2% promedio de la institución.

2° El grupo objetivo, ocupó, con 909 puntos, la 1ª posición en la clasificación general, en el área de Razonamiento Matemático, aún por arriba de los trece grupos del Bachillerato de Ciencias Físico–Matemáticas.

3° Si se pensara que nos encontramos ante un grupo con capacidades sobresalientes, deberíamos atender a los resultados obtenidos por este mismo grupo en las áreas de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales: posición 13 en Ciencias Naturales y 15 en Ciencias Sociales. Estos resultados no solo contrastan con los obtenidos por el grupo B en el área de Razonamiento Matemático sino que además muestran que, en un área como Ciencias Sociales, estrechamente vinculada a su área de especialidad, sus resultados son francamente bajos.

---

<sup>2</sup> Examen tipo EXANI-II, que se aplica a los estudiantes que egresan de bachillerato

<sup>3</sup> En <http://www.ceneval.edu.mx/portalceneval/docs/0/GuiaEXANI2.pdf> se localiza un examen tipo EXANI-II

Por otra parte, en el área de Matemáticas, el grupo objetivo se ubicó en la 8ª posición de la tabla general y en la 1ª de los grupos del Bachillerato de Ciencias Económico–Administrativas. ¿Por qué esta diferencia respecto a los resultados obtenidos en el área de Razonamiento Matemático? La explicación podría encontrarse en el hecho de que, al haberse desarrollado una parte de sus cursos de matemáticas en el laboratorio, parte del tiempo que debía haberse dedicado a cubrir los temas de la currícula de matemáticas, se destinó al trabajo experimental, el cual permitió que se desarrollaran en estos estudiantes habilidades cognitivas de alto nivel, según la Taxonomía de Bloom, y se adquirieran menos conocimientos disciplinares.

4º Conviene contrastar los resultados anteriores con los datos siguientes: CENEVAL utiliza una escala especial para expresar el resultado global de un sustentante, el IC (índice de CENEVAL), cuyo rango va de 700 a 1300 puntos, con un dominio satisfactorio de 1000 a 1149 puntos y un alto rendimiento de 1150 a 1300. Bien, para el caso del bachillerato donde se realizó el estudio, el IC promedio de la institución donde se realizó el estudio fue de 882.4 y el del 6º B fue de 892.2, casi 10 puntos arriba del promedio de la institución.

5º Para tener una visión más global de nuestros resultados revisemos las estadísticas nacionales de CENEVAL del año 2007<sup>4</sup> (información disponible más reciente). Solo en unos pocos estados de la república los resultados de CENEVAL del 2007 fueron satisfactorios; en Tamaulipas, las cosas parecen estar complicadas, pues por su promedio en Razonamiento Matemático, ocupa la posición 30 de 32 y, respecto de Matemáticas, se encuentra en la posición 27. Por su parte, nuestra población objetivo, en lo que respecta a Razonamiento Matemático, a pesar de ocupar el primer lugar del plantel con 909 puntos, 35.9 puntos arriba de la media del plantel, en términos de CENEVAL es no suficiente y además se encuentra debajo de la media estatal; así mismo, en Matemáticas también es no suficiente no obstante que su puntaje se ubica arriba del promedio local con 861 puntos, pero debajo de la media estatal, que es de 943 puntos

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio son evidencia de que la experiencia que el grupo objetivo vivió en el Laboratorio de Matemáticas basado en Tecnologías Digitales no tuvo repercusiones importantes en cuanto al aprendizaje de contenidos disciplinares pero sí incidió en el desarrollo de aquellas habilidades relacionadas con operaciones cognitivas de alto nivel, que la escuela pública mexicana de nivel medio superior poco atiende y que justamente son las que, en las evaluaciones internacionales (PISA, TIMSS) más se ponderan, ya que son las que le van a permitir al individuo enfrentar exitosamente los retos de un mundo globalizado y tecnificado. Así mismo, nuestros resultados sugieren la necesidad de revisar los tiempos que la currícula escolar destina al estudio de la matemática a fin de que nuestro modelo de bachillerato tecnológico tenga una doble orientación: disciplinar y formativa, como lo sugieren los estándares internacionales (el bachillerato de la UNAM, por ejemplo, destina un 30% más al estudio de la matemática<sup>5</sup>), y considerar la incorporación del uso de las TIC's, como recomienda el NCTM (2000). Al mismo tiempo, estos resultados nos marcan la ruta para el desarrollo de más investigación relacionada con los aprendizajes en entornos experimentales. Estas investigaciones futuras podrían clarificar en qué medida, estrategias de aprendizaje basadas en ambientes experimentales y en el uso de las TIC's repercuten en la disminución de los índices

---

<sup>4</sup> Se encuentran disponibles en <http://www.ceneval.edu.mx/portalceneval/index.php?q=docs.nav&cat=72>

<sup>5</sup> Se puede consultar en <http://www.cch.unam.mx/plandeestudios/index.php>

de deserción de nivel medio superior. En este sentido, se debe tener presente que, en la actualidad en nuestro país, solo 6 de cada 10 estudiantes que inician sus estudios de EMS, los concluyen (Mendoza, 2007). A juzgar por los números obtenidos en este estudio, proyectos como el reportado en el presente trabajo, podrían ayudar a incrementar la eficiencia terminal, que es otro de los grandes pendientes del subsistema de educación media superior mexicano.

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, J. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (2005), Vol. 2, N° 3, pp. 282-301

CENEVAL (2007) Examen Nacional de Egreso a la Educación Media Superior PREEXANI-II. Disponible en <http://www.ceneval.edu.mx/portalceneval/index.php?q=info.fichas.ficha1> Consultado el 10 de julio de 2008

Mendoza, D. (2007). Un enfoque para evaluar beneficios del aprendizaje centrados en la libertad humana. *Memorias de la IX Congreso Nacional de Investigación Educativa*, Mérida Yucatán

Pilot, A. (2000). The concept of “basic scientific knowledge” through some of the reforms recently undertaken in science and technology teaching in European States. En M. Poisson (Ed.), *Science education for contemporary society: problems, issues and dilemmas*. Final report of the International Workshop on The reform in the teaching of science and technology at primary and secondary level in Asia: Comparative reference to Europe. Part IV: *New approaches in science and technology education*, pp. 104-110. Beijing, China (27-31 March, 2000). International Bureau of Education, The Chinese National Commission for UNESCO. En <http://www.ibe.unesco.org/National/China/chifinal.htm>.

## ANEXO

### EXPERIENCIA PROFESIONAL

#### María del Socorro Valero Cázarez

La Dra. María del Socorro Valero Cázarez es egresada del Doctorado en Ciencias en Matemática Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, en donde se graduó bajo la dirección del Dr. Crisólogo Dolores Flores con la tesis *Estabilidad y Cambio de Concepciones Alternativas acerca del Análisis de Funciones en Situación Escolar*. Es profesora Titular "C" en el Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 164 de Cd. Madero, Tam. en donde además, es Jefa del Laboratorio de Matemáticas. Forma parte de un grupo de trabajo cuya línea de investigación se relaciona con el desarrollo de diseños curriculares que tienen, como elemento fundamental, la corporización de la matemática del cambio y la variación a través de la elaboración de actividades cuya estructura se basa en el uso de tecnología de calculadoras graficadoras y sensores electrónicos y en el diseño de software computacional.

#### Ma. Guadalupe Barba Sandoval

La Mtra. Ma. Guadalupe Barba Sandoval es egresada de la Maestría en Educación con Especialidad en Matemáticas por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Es profesora Titular "C" del Centro de Bachillerato Tecnológico y de servicios No. 164, de Cd. Madero, Tam. Forma parte de un grupo de trabajo cuya línea de investigación se relaciona con el desarrollo de diseños curriculares que tienen, como elemento fundamental, la corporización de la matemática del cambio y la variación a través de la elaboración de actividades cuya estructura se basa en el uso de tecnología de calculadoras graficadoras y sensores electrónicos y en el diseño de software computacional.

#### Alejandro Del Castillo Escobedo

El Mtro. Alejandro Del Castillo Escobedo cursó los estudios de Maestría en Matemática Educativa del CINVESTAV. Se graduó en la Maestría en Ciencias Computacionales del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de Tonatzintla, Puebla. Actualmente, se encuentra en la fase final de sus estudios de Doctorado en Matemática Educativa en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional. Es profesor Titular "C" del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No, 164. y es profesor Titular "C" del Instituto Tecnológico de Cd, Madero, Tam. Forma parte de un grupo de trabajo cuya línea de investigación se relaciona con el desarrollo de diseños curriculares que tienen, como elemento fundamental, la corporización de la matemática del cambio y la variación a través de la elaboración de actividades cuya estructura se basa en el uso de tecnología de calculadoras graficadoras y sensores electrónicos y en el diseño de software computacional.