



USO DE LA TECNOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

GILBERTO NÁJERA NÚÑEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE DURANGO, CAMPUS CHIHUAHUA
gilnanu@hotmail.com

ARTURO GUZMÁN ARREDONDO

CENTRO DE ACTUALIZACIÓN DEL MAGISTERIO EN DURANGO
arguzar@hotmail.com

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito identificar el efecto que tiene el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, como apoyo didáctico, en el rendimiento académico de los alumnos de tercer grado de la escuela secundaria “Pdte. Adolfo Ruiz Cortines” en la ciudad de Ojinaga, Chihuahua. Los aportes teóricos del aprendizaje invisible y los resultados de investigaciones previas permitieron el planteamiento de una hipótesis que sostiene que el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria contribuye a incrementar el rendimiento académico de los estudiantes. La investigación se encuadra en el enfoque cuantitativo, desde una concepción pospositivista del conocimiento, aplicando el método experimental en un diseño cuasi experimental pretest-posttest con un grupo control. La intervención didáctica se desarrolló durante el primer bimestre del ciclo escolar 2014-2015 mediante la aplicación de secuencias didácticas en 23 hojas de trabajo y un examen de los contenidos correspondientes antes y después de la intervención. El análisis de los datos refleja que el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el grupo experimental permitió alcanzar un mayor rendimiento académico que en el grupo control, donde se aplicó la enseñanza convencional. Los resultados de la investigación apuntan a la necesidad de incorporar de manera sistemática e intencional estas herramientas en las aulas.

Palabras clave: Enseñanza de las matemáticas, Educación secundaria obligatoria, Rendimiento académico, Tecnologías de la información y de la comunicación.





INTRODUCCIÓN

Los sistemas educativos no pueden permanecer al margen de los avances tecnológicos que están modificando las formas de interrelación de las personas en los distintos ámbitos sociales, económicos y culturales alrededor del mundo (Brünner, 2003).

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se presentan como instrumentos poderosos para promover el aprendizaje. La presente investigación se centra en la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria, una práctica profesional que se ha venido transformando por la influencia del desarrollo de las tecnologías. Esta transformación no ha estado exenta de dificultades; muchos programas creados por los gobiernos para distribuir computadoras a las escuelas han resultado en pocos resultados efectivos, en relación con las grandes sumas invertidas y las grandes expectativas que se tenían (Pinto, 2006).

Los resultados que México ha obtenido en matemáticas en el Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA), de la edición 2000 a la 2012, muestran avances modestos, pasando de 387 a 413 puntos; en tanto que China registra un promedio de 613 puntos y la media aritmética de la OCDE es de 494 puntos. De acuerdo con los resultados de PISA 2012, el 55% de los alumnos mexicanos no alcanza el nivel básico de competencias en matemáticas (OCDE, 2013).

El gran desafío de México es mejorar y acelerar significativamente los resultados educativos para acercarse al promedio de la OCDE; meta que se espera ir logrando a través de las nuevas medidas que ha tomado el gobierno en la más reciente reforma educativa (SEP, 2013).

En la intersección del uso de las TIC y la preocupación por los bajos resultados en matemáticas, la presente investigación plantea como objetivo: Comprobar que el uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria, por parte del profesor, contribuye a un incremento positivo y significativo en el rendimiento de los alumnos de la escuela secundaria "Pdte. Adolfo Ruiz Cortines".





La escuela se encuentra en Ojinaga, ciudad que se ubica a 231 kilómetros de la capital del estado de Chihuahua, conocida como la perla del desierto. Cuenta con una población total de 26,304 habitantes (INEGI, 2011).

Los resultados de esta escuela secundaria en la Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) en la asignatura de matemáticas son preocupantes; aunque los alumnos de tercer grado obtuvieron una mejora considerable de 2012 a 2013 al disminuir el un 16% el nivel “insuficiente”, la mayoría (73%) aún se encuentran en los niveles de “insuficiente” y “elemental”.

El impacto que pueden causar las TIC en las prácticas educativas no depende tanto de la naturaleza y las características de las tecnologías, sino del uso didáctico que se hace de ellas; su uso se limita a ser una herramienta más en el proceso de educativo.

CONTENIDO

Desde el siglo anterior se han presentado propuestas de integración de tecnologías en la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria; una de éstas en el contexto español, bajo la hipótesis: el uso dirigido de tecnología informática incide positivamente en el aprendizaje de las matemáticas en educación secundaria (García García, García López, López Martín y Martínez Sánchez, 1997).

Los autores desarrollaron un trabajo experimental con ocho grupos de alumnos de ESO (Educación Secundaria Obligatoria) y BUP (Bachillerato Unificado Polivalente) de varios institutos de la provincia de Madrid, encontrando un alto grado de aceptación de las herramientas utilizadas y confirmando que el uso de tecnología informática permite mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

El Programa Sectorial de Educación 2013-2018 incluye en sus líneas de acción: asegurar la suficiencia y la calidad de los materiales educativos basados en las tecnologías de la información; y dotar a las escuelas de TIC para garantizar la calidad de los aprendizajes en la educación básica (SEP, 2013).





El aprendizaje invisible y la generación Millennials

Las competencias digitales son adquiridas por los estudiantes; el desafío es identificar cuáles se deben enseñar en entornos de aprendizaje formal y cuáles pueden ser adquiridas en el contexto informal. Estas competencias no se certifican y son “invisibles” para los centros educativos formales, a pesar de que potencian los conocimientos tácitos que en muchos casos resultan estrategias competitivas en la empleabilidad (Cobo y Moravec, 2011).

Con la inminente entrada de TIC a las aulas, los educadores se han visto rebasados por una nueva generación de alumnos que nacieron con esta tecnología que forma parte de su vida cotidiana, es decir, son nativos digitales. Esta generación Millennials está integrada por estudiantes que nacieron entre 1980 y 2000.

El International Education Advisory Board (s.f.) presenta algunas características del comportamiento de los estudiantes, los maestros y el sistema educativo ante la generación Millennials: los estudiantes Millennials en promedio invierten 6.5 horas diarias haciendo uso de diferentes recursos tecnológicos; los educadores son de la generación Baby Boom y se muestran renuentes a adaptar las nuevas tecnologías; y el sistema educativo ha realizado mejoras en los centros escolares.

Los costos asociados con la implementación de nuevos recursos tecnológicos en las instituciones académicas son abrumadores. El financiamiento del hardware, software, infraestructura, desarrollo profesional y soporte técnico debe ser una prioridad constante (International Education Advisory Board, s.f.).

Uso de las TIC en el aprendizaje de las matemáticas en secundaria

En los últimos años, las calculadoras y computadoras han entrado de lleno a las aulas y han tenido una influencia importante en la generación de nuevas formas de enseñar y aprender matemáticas desde los niveles educativos inferiores (Cedillo, 2006).

Villarreal Farah (2010) realizó una investigación en Chile, observando las clases de matemáticas de tres profesores y sus grupos de alumnos, mientras se encontraban trabajando en el marco de un proyecto que hace uso del Modelo interactivo para el aprendizaje matemático. En los hallazgos se destaca que los docentes usaron en muy pocas ocasiones el





recurso digital, en tanto que a los alumnos les permitió comprender el uso de la estrategia de ensayo y error.

La hipótesis que guía esta investigación: Si se utilizan estrategias de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de matemáticas, basadas en el uso de las tecnologías de la información, se incrementará el rendimiento académico de los alumnos de tercer grado de educación secundaria.

Se entiende por rendimiento académico una medida de las capacidades que manifiestan los alumnos como consecuencia de un proceso de instrucción o formación que se ha llevado a cabo en el salón de clase (Carrascal, 2011).

Método

Esta investigación se realizó bajo el enfoque cuantitativo y el método experimental (Campbell y Stanley, 1995). Se usó un diseño cuasiexperimental con pretest y posttest; se manipuló la variable independiente (uso de las TIC) y se observaron los cambios en la variable dependiente (rendimiento académico) en grupos de alumnos ya predeterminados. El procedimiento se ilustra así (X significa la implementación de la propuesta didáctica alternativa y O indica la medición del rendimiento académico):

GE O X O

GB O O

El experimento se realizó en el primer bimestre del ciclo escolar 2014-2015, durante los meses de agosto a octubre, en dos grupos de tercer grado de la escuela secundaria federal "Pdte. Adolfo Ruiz Cortines" de ciudad Ojinaga, Chihuahua. El grupo de 3º "E" (GE), constituido por 33 estudiantes, recibió el tratamiento experimental; y el grupo 3º "B" (GB), integrado por 37 estudiantes, actuó como grupo control y recibió una enseñanza convencional sin apoyo en las TIC.

Para alcanzar el nivel la validez interna que el diseño seleccionado permite, se atendieron las variables maduración, administración de test e instrumentación por parte del docente (experimentador), tratando de tener condiciones similares en ambos grupos.





El examen del pretest y el postest se planteó de acuerdo con los contenidos del programa oficial vigente (SEP, 2011). Los reactivos se clasificaron en tres ejes: sentido numérico y pensamiento algebraico (7 reactivos); forma espacio y medida (5 reactivos); y manejo de la información (16 reactivos). En total, el examen escrito (diseñado en coordinación con la Jefatura de enseñanza de matemáticas de la zona centro, Chihuahua) se integró con 28 reactivos.

En el examen se contabilizó un punto para cada reactivo, con excepción de: el reactivo 19 con un valor de 3.5 puntos, el reactivo 20 con 2 puntos, el reactivo 27 con 2 puntos y el reactivo 28 con 3 puntos. Para el análisis de la información recabada se utilizaron técnicas estadísticas con apoyo en el programa SPSS versión 22.

Los software informáticos utilizados en el grupo experimental fueron: Cabri II plus 1.4.5, Geogebra 4.4.45.0, ModelluX 0.4.05, Excel (Microsoft Office 2013) y emulador de calculadora científica (fx-82ES Casio).

El experimento se desarrolló mediante un conjunto de planes de clase que cubrieron un total de 23 hojas de trabajo, respetando el enfoque didáctico planteado en el programa oficial para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la educación secundaria.

Resultados

En el pretest, el grupo experimental 3° "E" obtiene una media de 21 puntos (desviación estándar 6.1) de un máximo probable de 34.5 puntos; mientras que el grupo control de 3° "B" obtiene una media de 19 puntos (desviación estándar 7.3).

Mediante la aplicación de la prueba de Levene, considerando los dos grupos como muestras independientes, con un 95% de nivel de confianza y una significancia $p=.205$ se afirma que sus varianzas son similares en el pretest.

El estadístico "t" adecuado para probar la hipótesis de igualdad de medias, que supone igualdad de varianzas, adopta un valor de 1.26 con 68 grados de libertad, un valor probabilístico asociado al estadístico de prueba de 0.211 (significancia bilateral), una diferencia promedio entre los dos grupos de 2.03, una diferencia de error estándar de 1.61 y un intervalo de confianza al 95% para dicha diferencia promedio entre -1.18 y 5.26. Al aplicar la regla de decisión se concluye estadísticamente que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de





medias; ambos grupos de alumnos tienen un promedio similar de rendimiento académico en el pretest.

Un comportamiento similar se constató en los resultados de rendimiento académico en el pretest, entre el grupo experimental y el grupo control, en cada uno de los tres ejes temáticos que explora el examen: sentido numérico y pensamiento algebraico; forma espacio y medida; y manejo de la información. Es decir, no existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento académico de los alumnos de ambos grupos en el pretest en general, ni al interior de los ejes que agrupan los contenidos curriculares contemplados en la propuesta experimental.

En el postest, de un puntaje máximo de 34.5 puntos, el grupo experimental 3° “E” obtiene un puntaje promedio de 25 puntos (desviación estándar de 5.5); mientras que el grupo control de 3° “B” registra una media de 21 puntos (desviación estándar de 7.3). Mientras el promedio de crecimiento de aciertos por alumno en el grupo control fue de 2 puntos positivos, en el grupo experimental fue de 4 puntos (el doble).

De acuerdo con el resultado de la significancia de la prueba de Levene ($p=.1$), se concluye que en el postest no existen diferencias de varianza entre los grupos de control y experimental, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Asumiendo la igualdad de varianzas, la prueba t de Student señala que sí existen diferencias estadísticamente significativas en relación con los puntajes del postest entre ambos grupos (significancia bilateral $p=0.02$). El valor de la significancia, menor que .05, permite rechazar la hipótesis nula, es decir, no se asume que los promedios en las calificaciones en ambos grupos son iguales; por tanto, existe una diferencia significativa en las medias aritméticas, favorable al grupo experimental.

Las medias aritméticas de los grupos experimental (21 puntos) y control (19 puntos) pasaron de ser similares, en el pretest, a registrar una diferencia estadísticamente significativa en el postest: 25 puntos en el grupo experimental y 21 puntos en el grupo control. Del pretest, los grupos pasaron de un rendimiento académico igual, donde no había diferencia significativa, a un postest donde se marca un incremento positivo de un grupo sobre otro, una vez que se





realiza una intervención didáctica haciendo uso de las tecnologías de la información y comunicación.

Mediante la aplicación de la prueba de Levene y el estadístico t de Student correspondiente, se concluye que en el eje “sentido numérico y pensamiento algebraico” la diferencia en el postest en ambos grupos no es estadísticamente significativa; es decir, el tratamiento experimental en este eje no presentó una mejora significativa.

A diferencia del eje “sentido numérico y pensamiento algebraico”, el comportamiento de los otros dos ejes temáticos, “forma, espacio y medida” y “manejo de la información”, sí registran diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el postest, en ambos casos favorable al grupo experimental.

La comparación de los resultados del pretest y el postest en cada grupo por separado (experimental y control), permite advertir que el crecimiento en ambos grupos fue estadísticamente significativo (se recuerda que el incremento en el grupo experimental pasó de un promedio de 21 a 25, y en el grupo control de 19 a 21). Esta afirmación se realiza con base en los resultados de la aplicación de la prueba t de Student para muestras relacionadas.

Se destaca que a pesar de que ambos grupos (experimental y control) lograron un rendimiento académico estadísticamente significativo al finalizar del tratamiento experimental, el grupo donde se aplicó la tecnología logra obtener mejores resultados.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados permiten concluir que no es posible rechazar la hipótesis de trabajo presentada; es decir, se sostiene que el uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas favorece el incremento en el rendimiento académico de los alumnos de tercer grado de educación secundaria.

La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en las escuelas secundarias debe considerar los aportes teóricos y de las investigaciones educativas, así como reconocer que el contexto escolar ha cambiado con la llegada de la generación Millenials y el ingreso irreversible de las TIC a las aulas (Cobo y Moravec, 2011, International Education Advisory Board, s.f.).





Integrar las TIC en el quehacer docente no es una tarea sencilla; requiere del tiempo suficiente para la planificación y el diseño de estrategias y actividades basadas en el uso de la tecnología que dé soporte y cubra los requerimientos de las asignaturas establecidas en el currículo.

Es menester de las políticas educativas y de las instituciones educativas indagar e incluir en sus programas de estudio nuevas y novedosas formas de enseñar, permitiendo que los alumnos se apropien y construyan el conocimiento; a la par, mejorar y facilitar la intervención del docente, proporcionando la adquisición de herramientas, metodología y capacitación didáctica pertinente; así, su productividad se verá reflejada en su implementación en el aula.

Los resultados de la investigación conducen a plantear nuevas líneas de investigación que contribuyan a complementar el presente trabajo. ¿Qué pasaría si se realizara el experimento durante un ciclo escolar completo?

Dentro de investigaciones transversales se podrían incluir factores de motivación de alumnos y docentes en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas mediante el uso de las TIC, así como el manejo y conocimiento de paquetes informáticos que potencian el aprendizaje.





BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Brünner, J. (2003). Educación e Internet ¿La próxima revolución? Santiago de Chile: Fondo de Cultura Económica.
- Campbell, D. T. y Stanley J. C. (1996). Diseños experimentales y Cuasiexperimentales en la investigación social. Buenos Aires: Amorrortu.
- Carrascal, S. N. (2011). Desarrollo de competencias mediante el alineamiento constructivo e interactivo. Montería, Colombia: Fondo Editorial Universidad de Córdoba.
- Cedillo, T. E. (2006). La enseñanza de las matemáticas en la escuela secundaria. Los sistemas algebraicos computarizados. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 11(28), 129-153. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/140/14002807.pdf>
- Cobo Romaní, C. y Moravec, J. W. (2011). Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- García García, I., García López, A., López Martín, J. Á. y Martínez Sánchez, Á. (1997). Una propuesta de integración de tecnologías en la enseñanza de las Matemáticas en Educación Secundaria. Madrid: MEC.
- INEGI. (2011). Perspectiva estadística Chihuahua. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx>
- International Education Advisory Board. (s.f.). Learning in the 21st Century: Teaching Today's Students on Their Terms. Disponible en: <http://www.certiport.com>
- OCDE. (2013). Programa para la evaluación internacional de alumnos (PISA): PISA 2012. Resultados México. Disponible en: <http://www.oecd.org>
- Pinto Carvalho, P. C. (2006). ¿Tecnología en la enseñanza de matemática o enseñanza de matemática para la tecnología? Simposio Iberoamericano de enseñanza Matemática. Publicacions de la Universitat Jaume.
- SEP. (2011). Programa de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica Secundaria. Matemáticas. México: Autor.





SEP. (2013). Programa Sectorial de Educación 2013-2018. México: Autor.

Villarreal Farah, G. (2010). Caracterización del uso de la tecnología, por profesores y alumnos, en la solución de problemas abiertos en matemática en el nivel de secundaria. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.

