

# UNA EXPERIENCIA INNOVADORA CON LAS TIC COMO MOTOR DE CAMBIO METODOLÓGICO

**José R. Galo Sánchez<sup>1,2</sup>, Juan J. Cañas Escamilla<sup>2</sup>, Inmaculada Crespo Calvo<sup>3</sup>**  
ma1gasaj@uco.es, juanjesuscaes.averroes@juntadeandalucia.es, inmacrespo@auna.com

<sup>1</sup>Universidad de Córdoba, Dpto. de Informática y Análisis Numérico.

<sup>2</sup>I.E.S. “Alhaken II” de Córdoba.

<sup>3</sup>I.E.S. “Pablo de Céspedes” de Córdoba.

## Resumen

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) han introducido un drástico y veloz cambio en la Sociedad. Las políticas globales y las educativas en particular buscan permeabilizar la sociedad de la información y la de la formación en la Sociedad del Conocimiento. La Escuela, síntesis intergeneracional, acoge una brecha tecnológica generacional que pone en cuestión metodologías y procedimientos de aprendizaje. El paso a aulas tecnificadas no va aunado con el cambio metodológico, se introducen nuevos recursos en modelos previamente establecidos y las experiencias se centran en usos esporádicos, no sistemáticos, aislados y de corta duración.

En esta comunicación se detallan las fases, y lo acontecido en ellas, de una innovación —en el aprendizaje de las Matemáticas— efectuada sobre la premisa de que las TIC sean motor de cambio metodológico y que se integren en el proceso educativo de manera continua, diaria, sistemática y en un amplio intervalo temporal. Se contrasta la hipótesis de que la conjunción metodológica y de recursos planteada puede ser una alternativa válida para la consecución del fin educativo con una calidad superior a la tradicional, verificándose que la mejora alcanzada es estadísticamente significativa y señalando posibles actuaciones para aminorar el fracaso escolar. Igualmente se ha observado una mejora significativa en los resultados obtenidos en las denominadas “pruebas de diagnóstico”.

Palabras clave: Sociedad del conocimiento, TIC, cambio metodológico, constructivismo, recursos educativos, Descartes, pruebas de diagnóstico.

2000 Mathematics Subject Classification: 97D10, 97C80, 97U70

# AN INNOVATIVE EXPERIENCE WITH ICT AS THE DRIVING FORCE FOR A METHODOLOGICAL CHANGE

## Abstract

Information and Communication Technologies (ICT) have brought about a drastic and quick change in Society. Global politics in general and education politics in particular tend to turn society of information and training into a Knowledge Society. The School, intergenerational synthesis, harbours a technological generation gap which has cast doubt on methodologies and procedures of learning. The step to technological classrooms is not joined with a methodological change, new resources are introduced in pre-established models and experiences are centred in sporadic, non-systematic, isolated and short-length use.

In this paper we present the details of the phases –and what has happened in them– of an innovative experience in mathematical learning, made over the premise that ICT will be the driving force for the methodological change and will be integrated into the educational process in a continuous, daily and systematic way and for a considerable amount of time. It is shown that the conjunction of methodology and resources proposed can be a valid alternative to achieve the educational aim with a superior quality to the traditional, verifying that the obtained improvement is statistically meaningful and it points out possible interventions to reduce scholastic failure. Likewise, a meaningful improvement of the results reached in the so-called “diagnostic test” has been observed.

Keywords: Knowledge Society, ICT, methodological change, constructivism, educational resources, Descartes, diagnostic test

## Agradecimientos:

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía mediante el proyecto de Investigación Educativa PIV-031/06 y el proyecto EDA (Experimentación Descartes en Andalucía) y por el Ministerio de Educación de España, Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa, mediante el Proyecto Descartes, subproyecto EDA.

## UNA EXPERIENCIA INNOVADORA CON LAS TIC COMO MOTOR DE CAMBIO METODOLÓGICO

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) han introducido un drástico, profundo y veloz cambio en la Sociedad, han provocado una revolución cultural. La Escuela, síntesis intergeneracional, acoge una brecha tecnológica generacional que pone en cuestión metodologías y procedimientos de aprendizaje. Diversos estudios analíticos y comparativos de ámbito internacional y nacional alcanzan una amplia difusión mediática cuestionando los resultados educativos de nuestra Escuela, generando preocupación y ocupación. Las políticas globales y las educativas en particular buscan permeabilizar y aunar la sociedad de la información y la de la formación en la Sociedad del Conocimiento, pero el cambio externo de las aulas tecnificadas no va aunado con el cambio metodológico. La lenta inmersión educativa con TIC acontece incluso en los centros que cuentan con suficientes medios y con un profesorado formado en ellos, se introducen nuevos recursos en modelos previamente establecidos, las TIC suelen intervenir como herramientas auxiliares para el aprendizaje, insertadas en modelos pedagógicos y metodologías vivenciadas en entornos no TIC y las experiencias se centran en usos esporádicos, no sistemáticos, aislados y de corta duración (algunos minutos, algunas horas, algunos días en los que las TIC se incluyen dentro de un desarrollo tradicional, conceptualmente no TIC). Hay una falta de experiencia que fundamente y explique si se alcanzan los fines educativos con una calidad, al menos, similar a la obtenida sin TIC. En la búsqueda de esa experiencia puede consultarse la revisión efectuada en el trabajo de Area (2005) y el de Figueras (2005) y podemos acudir, como referencia comparativa, a la experimentación efectuada por Marchesi *et al.* (2003) en dieciséis centros de enseñanza secundaria, en el curso escolar 2002/03. En esta última optaron por un diseño que contemplara unas condiciones que fueran representativas de la acción pedagógica, esencialmente transmisiva, de la mayoría de los docentes y que permitieran la comparación entre el uso del ordenador y el libro de texto.

Ubicados dentro del sintético y denso contexto educativo señalado —inmersos, a su vez, en una actuación colegiada promovida por el Ministerio de Educación y Ciencia español y la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía denominada “Experimentación Descartes en Andalucía” (ver EDA, 2006 y Tiana 2006)—, durante el periodo de tiempo transcurrido desde septiembre de 2005 a enero de 2006 se abordó en el Instituto de Educación Secundaria “Alhaken II” de Córdoba (España) una innovación educativa que es el objeto de estudio y detalle en esta comunicación. Una innovación que buscaba efectuar un análisis cualitativo y cuantitativo sobre el aprendizaje de las Matemáticas con TIC en un contexto metodológico acorde con los recursos tecnológicos usados y en el que las TIC fueran motor de cambio y estuvieran integradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de una manera continua, diaria, sistemática y programada en un amplio intervalo temporal. Es decir, una experiencia que permitiera evaluar lo que acontece en un entorno en el que las TIC abandonan su protagonismo mal adquirido y el aprendizaje, de nuevo, es el centro de estudio y de atención. Una práctica que permitiera analizar la influencia del uso de la TIC en el proceso formativo del alumnado con una perspectiva global, pero que en particular contemplara su incidencia en la diversidad de alumnado y situaciones que conviven en las aulas, en concreto un análisis de la influencia producida en alumnos con elevado número de asignaturas pendientes y repetidores, es decir, en los que a priori se manifiesta una mayor dificultad de aprendizaje y que suelen incorporarse en el ámbito del fracaso escolar. A diferencia del estudio de Marchesi *et al.* (2003), se consideró que la experimentación no debería reducirse a la introducción de nuevos recursos y medios en modelos pedagógicos establecidos, sino que las características intrínsecas de los recursos tecnológicos, entre ellas la interactividad persona-máquina, deberían ir parejas con una metodología que las potenciara. Una metodología que contemplara la atención a la diversidad, el diferente ritmo de aprendizaje, las diversas vivencias, el entorno y la formación previa de cada persona. Y todo ello donde mejor se consideró que se enmarcaba era en el constructivismo (ver p. ej. Coll *et al.*, 2000 y 2002).

Consecuentemente se buscó contrastar la hipótesis de que la conjunción metodológica y de recursos planteada podría ser una alternativa válida para la consecución del fin educativo con

una calidad superior a la tradicional. Y en particular que podría ser un medio para aminorar el fracaso escolar en esta materia.

## Método

La experimentación se realizó en el IES “Alhaken II” de Córdoba (España) ubicado en una zona de crecimiento de la ciudad que engloba a un sector poblacional situado en un contexto socio-económico de clase media y constituido por familias cuyos progenitores, en general, son profesionales con estudios al menos secundarios. El centro contaba con 22 grupos de enseñanza secundaria obligatoria (ESO) y 8 de Bachillerato, con 635 y 209 alumnos respectivamente.

La población objeto de estudio estuvo constituida por todos los grupos de segundo y tercero de ESO (cinco y seis respectivamente) con un total de 290 alumnos. De ellos, dos grupos de segundo y otros dos de tercero, 106 alumnos, fueron los que siguieron un proceso de aprendizaje con recursos TIC (en lo sucesivo: grupos EDA) y el resto sin ellos (grupos “no EDA”).

La experiencia se realizó ininterrumpidamente durante el primer trimestre del curso. En este periodo se desarrollaron los contenidos aprobados en la programación departamental: Aritmética de los números enteros y racionales para segundo de ESO y de los números racionales y reales en el nivel de tercero. Para su desarrollo en los grupos EDA se efectuó una selección de recursos a partir de los existentes en la web del Proyecto Descartes (1999). En la dirección web [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_alhaken\\_ii/webEDA/](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_alhaken_ii/webEDA/) se puede acceder a la compilación realizada. En los grupos no EDA el modelo pedagógico considerado fue transmisivo, conductista, sin embargo en los grupos EDA se consideró uno esencialmente cognitivo, constructivista.

Los alumnos de los grupos EDA realizaron su proceso de aprendizaje en un aula con un ordenador por cada dos de ellos. Todo el tiempo lectivo (112 horas) se dedicó a una labor personal del discente, realizando actividades interactivas secuenciadas. En ellas se planteaban ejercicios y cuestiones en las que los datos numéricos son generados aleatoriamente —por tanto, cada ejercicio se presenta diferente en cada ejecución— permitiendo que el alumno practique tantas veces como desee con distintos datos. La corrección también se realizaba de manera automática y era indicada al alumnado. Éste tenía autonomía en la temporalización y realización de las actividades, pero se marcaron tres hitos de seguimiento para la orientación individual. La disponibilidad de los recursos en la red permitió el libre acceso a ellos fuera del ámbito y periodo lectivo escolar. Planificado el trabajo, los recursos, los medios y las actividades, en el aula el profesor desarrolló una actividad de seguimiento individual y diverso, de resolución de dudas, de motivación, de coordinación, con un intervencionismo mínimo. Cada alumno se constituyó en el autor y motor de su aprendizaje, estableciendo su ritmo de trabajo.

Para la evaluación global tanto de los grupos EDA como los no EDA se siguieron los criterios recogidos en la programación departamental, que según establece la normativa vigente conducen a una nota de evaluación trimestral con un rango numérico de cero a diez. En el proceso de evaluación los alumnos EDA realizaron algunas pruebas usando el ordenador y otras sobre papel. También para cada nivel, entre todos los profesores de Matemáticas implicados, se preparó un examen global común, tradicional, que realizaron todos los alumnos.

Finalizada la experimentación se pasó una encuesta al alumnado EDA donde se recababa su opinión sobre el aprendizaje ejercitado. Igualmente se recopilaron los resultados obtenidos por el alumnado de segundo de ESO en las pruebas de diagnóstico que se desarrollaron en el inicio del curso posterior a la experimentación (curso 2006/07).

Para el tratamiento estadístico se registró la información relativa a algunos caracteres descriptivos de cada elemento de la población: curso, sexo, ser participante o no en la EDA, ser repetidor de curso, tener las matemáticas pendientes de cursos anteriores, número de asignaturas pendientes, haber promocionado por imperativo legal (PIL) —alumnos que no han superado los objetivos del curso, pero que según la normativa no pueden repetir—, nota en el ejercicio común, nota en la evaluación trimestral, nota media de todas las asignaturas en dicha evaluación trimestral y puntuación desglosada obtenida en las pruebas de diagnóstico. Para los alumnos EDA también se contó con los datos relativos de las pruebas adicionales y de las encuestas.

El análisis estadístico de la información se realizó tanto globalmente como segmentando por niveles de enseñanza y género, y en especial se contempló lo acaecido en los alumnos con

asignaturas pendientes, repetidores y PIL. Para el análisis comparativo de las medidas estadísticas relativas a las muestras de alumnos EDA y no EDA se usó el test paramétrico t de Student para muestras independientes. Para la observancia de la homogeneidad de muestras se utilizó la prueba F de Snedecor. Cuando la segmentación conducía a muestras pequeñas (inferior a treinta) se usaron test no paramétricos (U de Mann-Whitney). La comparación de medias en muestras dependientes se realizó con el test t de Student para datos apareados. Se fijó un nivel de confianza en todo el estudio del 95%.

## **Resultados**

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico se resumen en los siguientes apartados:

- Atendiendo exclusivamente a la nota del ejercicio común se tiene que no hay diferencia significativa entre los alumnos EDA y no EDA, tanto globalmente como segmentando la población.
- Considerando la nota de evaluación se obtiene que globalmente hay una mejora de los alumnos EDA, frente al resto, que es estadísticamente significativa. Y segmentado la población, en estos alumnos EDA se tiene que: por niveles de enseñanza la mejora es significativa en segundo de ESO; los que tienen matemáticas pendientes mejoran significativamente; la mejora de los alumnos PIL es también significativa; los que no tienen asignaturas pendientes o tienen menos de tres mejoran significativamente tanto globalmente como en segundo y en aquellos con más de dos asignaturas pendientes la mejora es significativa globalmente y por niveles.
- Realizando una comparativa de la nota de evaluación obtenida en la asignatura de matemáticas y la nota media del resto de las asignaturas, se tiene que en los alumnos EDA la primera supera a la segunda de manera significativa, global y segmentando por niveles, y en los no EDA esa nota es significativamente inferior a la nota media globalmente y en segundo.
- No se obtuvo ninguna diferencia significativa para el atributo género.
- En los alumnos EDA, ante un mismo examen, la media obtenida es significativamente mejor cuando se hace con ordenador en lugar de en papel.
- Se observó una mejora, también significativa, en el resultado global obtenido por los alumnos EDA en las denominadas “pruebas de diagnóstico”. La mejora se localiza tanto en las dimensiones y elementos de competencia como en los bloques de contenidos, siendo significativa en la “justificación de resultados expresando argumentos con base matemática”, “comprensión de la información presentada en formato gráfico”, “expresión utilizando vocabulario y símbolos matemáticos” y “selección de los datos apropiados para la resolución de un problema”.

## **Discusión**

Los resultados estadísticos permiten la discusión y el planteamiento de las siguientes conclusiones:

Si la evaluación se aborda sin considerar el modelo pedagógico, sólo con un examen tradicional en papel, se obtiene que el aprendizaje alcanzado es similar independientemente de la metodología y recursos empleados. Según ello la posible resistencia a cambiar de metodología o de recursos no tendría fundamento.

Atendiendo a la nota de evaluación global se observa que los alumnos EDA obtienen mejores resultados con diferencias que son estadísticamente significativas. En especial, se ha comprobado que comparativamente no sólo mejoran los alumnos cuyos resultados académicos anteriores eran buenos o aceptables, sino que esta mejora significativa se ha alcanzado en aquellos que parten con un historial de mayores dificultades académicas, alumnos que se encuadran en el denominado fracaso escolar. Esta mejora cuantitativa puede fundamentarse cualitativamente en el cambio actitudinal observado en esos alumnos que se introducen en un nuevo rol, motivados por la introducción de una nueva metodología y por el tipo de recursos interactivos usados. En este nuevo papel, dichos alumnos, recuperan el protagonismo de su aprendizaje, experimentan inmediatamente su progreso al contar con una corrección individual

automática de lo que hacen, lo que les motiva a continuar o a reintentar, recuperan una iniciativa de trabajo —perdida en el aula tradicional— y se marcan un ritmo personal que la atención individualizada, y por tanto diversa, del profesor permite incentivar. La recuperación de la autoestima conduce al abandono de la pasividad —que les impedía la adquisición de nuevos conocimientos, destrezas y competencias— y permite la introducción de nuevas acciones a medio y largo plazo que logren su integración escolar y su desarrollo personal.

Tradicionalmente se constata que la asignatura de Matemáticas cuenta con unos resultados inferiores a la media del resto de asignaturas, sin embargo aquí se observa un cambio de ubicación.

En los alumnos EDA los resultados de la prueba realizada con ordenador son significativamente mejores que los realizados en papel. Esto refrenda el principio teórico de que la evaluación de un proceso educativo debe de corresponderse con el método seguido en el aprendizaje e incide en que la introducción de las TIC requiere nuevos planteamientos organizativos.

La opinión manifestada por los alumnos EDA es muy favorable a la experimentación realizada, desean continuar con ella y consideran que su aprendizaje fue óptimo. En concreto se observa que hay una importante atracción por el ordenador. Este resultado, que podría ser esperado a priori, no tendría por qué producirse a posteriori si los recursos no hubieran mantenido suficientemente el interés de unos alumnos-usuarios tan críticos y tan expertos en entornos gráficos interactivos. A ello, hay que unir la impresión subjetiva de que el aprendizaje ha sido óptimo. El alumnado experimenta más ventajas que inconvenientes y se posiciona favorable a la experiencia en su contraste con la metodología tradicional. A su vez se refleja la necesidad de un profesor que apoye, guíe y coordine el proceso educativo. Lo aquí obtenido contrasta con lo indicado por Marchesi *et al.* (2003), donde la opinión inicial favorable al aprendizaje con ordenador gira a un desfavorable 80% de alumnos que después de la experiencia piensa que aprende menos.

Consecuentemente se observa que si la introducción de las TIC no se limita al uso de nuevos recursos en modelos establecidos, sino que se efectúa en conjunción con cambios metodológicos, la mejora alcanzada es estadísticamente significativa, señalando posibles actuaciones para aminorar el fracaso escolar y para la obtención de un adecuado bagaje competencial. Ello apoya las hipótesis iniciales de este estudio.

## Referencias

- Area, M. (2005). Las tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, v. 11, n. 1. Consultado el 25 de marzo de 2007 desde [http://www.uv.es/RELIEVE/v11n1/RELIEVEv11n1\\_1.htm](http://www.uv.es/RELIEVE/v11n1/RELIEVEv11n1_1.htm).
- Coll, C. *et al.* (2000). *El constructivismo en la práctica*. Barcelona: Ed. Graó.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A. (2002). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Ed. Graó.
- EDA (2006). *Experimentación Descartes en Andalucía*. Madrid (España): Ministerio de Educación y Ciencia y Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. Consultado el 25 de marzo de 2007 desde [http://descartes.cnice.mecd.es/WEB\\_EDA/web\\_EDA.htm](http://descartes.cnice.mecd.es/WEB_EDA/web_EDA.htm)
- Figueras, O. (2005). Atrapados en la explosión del uso de las tecnologías de la información y comunicación. *Actas de IX Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, IX SEIEM*, 11-16. Consultado el 25 de marzo desde [http://www.uco.es/informacion/webs/seiem/ActasSIMP/IXseiem\\_cordoba.pdf](http://www.uco.es/informacion/webs/seiem/ActasSIMP/IXseiem_cordoba.pdf).
- Marchesi, Á. y Martín, E. (2003). *Tecnología y aprendizaje. Investigación sobre el impacto del ordenador en el aula*. Ed. SM. Consultado desde <http://www.piloto.librosvivos.net/> el 25 de marzo de 2007.
- Proyecto Descartes (1999). *Página del proyecto*. Madrid (España): Ministerio de Educación y Ciencia. Consultado el 25 de marzo de 2007 desde <http://descartes.cnice.mecd.es/>.
- Tiana, A. (2006). *Discurso acto de clausura*. I Jornadas sobre alfabetización digital. Madrid. Consultado desde <http://www.fiap.org.es/webosic/DOC/JAD%20notainfoclausura.pdf> el 25 de marzo de 2007.