

Aprendizaje continuo con *Descartes* en el aula

Galo Sánchez, José R.

Proyecto Descartes

Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa

Ministerio de Educación, Política Social y Deporte

C/ Torrelaguna 58, 28027 Madrid, jose.galo@roble.pntic.mec.es

Resumen

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) están inmersas en el desarrollo diario de nuestra Sociedad. Las políticas educativas empujan a una incorporación de las TIC, pero la Escuela protagoniza una lenta inmersión en una actitud que no, necesariamente, puede encuadrarse en “la cultura del rechazo”. Se persigue introducir nuevas herramientas, pero se suele obviar la necesidad de un cambio metodológico. Aquí se refleja lo acontecido en una experimentación, realizada durante tres años, basada en un trabajo continuo y diario con TIC y una metodología activa, participativa y colaborativa entre discentes y docente, tendente al establecimiento de un lazo común de aprendizaje consistente en: “Enseñar a Aprender, Aprender a Aprender, Aprender a Enseñar”.

1. Introducción

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 Sociedad ha incorporado velozmente estas tecnologías en su desarrollo diario, siendo usual catalogar nuestra sociedad como la “Sociedad de la Información”, si bien se apunta, se desea y se busca que ésta se conforme como “Sociedad del Conocimiento”. La Escuela, formando parte primordial de la Sociedad, y siendo generadora y portadora del Conocimiento, muestra cierta impermeabilidad con esta tecnología, una más lenta inmersión. La repercusión del ordenador en la educación no es comparable a la acaecida en otros ámbitos donde la información también es el elemento esencial, ello se refleja no sólo a nivel local, sino globalmente como puede consultarse en diversos estudios, por ejemplo los de McFARLANE *et al.* [6] y ROJANO [12], así como en los informes de la OCDE [7] y [8]. Hay cierto contraste entre una sociedad tecnológica, más bien una sociedad que usa las TIC la mayoría de las veces sin un conocimiento profundo de ellas, y una

Escuela que transmite y genera conocimiento ignorando las TIC.

Las políticas educativas empujan a incorporar las TIC en la Escuela y podemos constatar, en el estudio del CNICE y Red.es [1], la existencia de una suficiente dotación y disponibilidad de herramientas TIC en las aulas. Pero en ese estudio, también, se observa paradójicamente que el profesorado siendo mayoritariamente usuario habitual diario de las TIC (un 52%) usa muy poco éstas en su trabajo docente y en sus relaciones con los miembros de la comunidad educativa. Así pues la lenta inmersión no necesariamente puede encuadrarse en “la cultura del rechazo”, indicada por HODAS [5], a un cambio tecnológico sino que pudiera estar producida por otras causas, como planteamientos estratégicos no totalmente adecuados, o por un modelo de formación permanente del profesorado centrado excesivamente en el aprendizaje de las herramientas TIC, en lugar del aprendizaje de las técnicas y metodología necesarias para su incorporación al aula y que fomenten la experimentación e innovación directa en ella. En dicho estudio, incluso, llega a observarse que el alumnado en usos educativos y formativos, dedica más porcentaje de su tiempo con las TIC en casa que en el aula. Todo ello refleja una inercia que tiende a la introducción de nuevos recursos en modelos previamente establecidos, donde las TIC suelen intervenir como herramientas auxiliares para el aprendizaje, insertadas en modelos pedagógicos y metodologías experimentadas en entornos no TIC. Y generalmente 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).

Dentro del sintético y denso contexto educativo señalado es donde ubicamos la experiencia que presentamos en esta comunicación. Una experiencia desarrollada durante tres cursos escolares —desde 2005 a 2008—, con grupos de segundo de ESO, basada en un trabajo continuo y diario con TIC, y

que buscara efectuar un análisis cualitativo y cuantitativo sobre el aprendizaje de las Matemáticas con TIC, pero 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 analizar y 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 las 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. Se consideró que en la experimentación las características intrínsecas de estos 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 una metodología activa, participativa y colaborativa entre discentes y docente, tendente al establecimiento de un lazo común de aprendizaje, tipo “möbiusiano”, consistente en “Enseñar a Aprender, Aprender a Aprender, Aprender a Enseñar”.

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, mejorando su calidad, y que esta unión es el mecanismo necesario para integración efectiva de las TIC en el aula.

2. Método

La experimentación se ha realizado en el Instituto de Enseñanza Secundaria “Alhaken II” de Córdoba (España) que está 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. Es un centro que imparte enseñanza secundaria obligatoria y Bachillerato. Se ha desarrollado en el periodo correspondiente a tres cursos académicos, desde 2005 a 2008, centrándose en el nivel de segundo de educación secundaria obligatoria. En cada curso académico se ha ido progresivamente incrementando el tiempo y los contenidos abordados y desarrollados con TIC, hasta cubrir prácticamente todos los correspondientes al nivel señalado.

La experiencia se inició inmersa en una actuación colegiada, promovida por el Ministerio de Educación y Ciencia de España (actualmente Ministerio de Educación, Política Social y Deporte MEPSYD) y la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía (CEJA), y por iniciativa del proyecto “Descartes” [10], adscrito al Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa (CNICE) de dicho ministerio. Esta actuación se denominó “Experimentación Descartes en Andalucía” (EDA [4] y [9]) y se desarrolló desde septiembre de 2005 a enero de 2006, en ella se impartieron los contenidos correspondientes al primer trimestre —Aritmética— con recursos y herramientas TIC. En el curso siguiente, mediante un proyecto de innovación, se continuó la experiencia ampliando los contenidos con los correspondientes a tercer trimestre —Geometría e Introducción al Análisis— cubriendo el trabajo continuo en el aula con TIC durante dos trimestres. Finalmente en el curso 2007/2008 y también dentro de otro proyecto de innovación promovido por el CNICE en colaboración con la CEJA, se complementó y completó la actuación abordando, adicionalmente, el segundo trimestre y los temas correspondientes a la Introducción al Álgebra y Ecuaciones polinómicas de primer y segundo grado.

Los principios básicos marcados en el proceso se pueden concretar en:

- a) Un contenido docente no distinguible con el entorno docente más cercano, es decir, el Departamento didáctico, y para ello se mantienen todos y cada uno de los contenidos conceptuales establecidos en la programación del mismo.
- b) Un cambio metodológico donde el alumno se constituye en el principal autor de su aprendizaje y el profesor en uno indirecto, organizador y director del proceso, pero con un intervencionismo diluido. El profesor planifica, dispone los recursos, ejerce de organizador, motiva, pero en el aula no es el elemento conductor. En ella, efectúa un seguimiento de la actividad, resuelve dudas a nivel particular, detecta dificultades, explica dudas generales cuando se estima necesario, realiza un seguimiento y marca un ritmo de trabajo respetando la diversidad y capacidad de los alumnos.
- c) Una labor docente, es decir, el profesor no cambia su papel convirtiéndose en un programador, sino que ejerce labores de búsqueda, selección, ordenación y planificación del uso de objetos de aprendizaje, retoca levemente, pero no se constituye en desarrollador de nuevos recursos. Mantiene un rol análogo al clásico en la clase tradicional: usa un libro, modifica o adapta lo en él contenido,

prepara actividades y recursos adicionales, pero no se configura como escritor. Para ello se ha accedido y se han usado recursos didácticos desarrollados dentro del Proyecto “Descartes” [10].

- d) Una planificación de medios para que el proceso no se vea influido por la diferente posibilidad de acceso a la tecnología, cubriendo las diferentes posibilidades de disponibilidad o no de sistemas informáticos y de acceso a las comunicaciones.
- e) Una evaluación del proceso, buscando una comparación cualitativa y cuantitativa de los resultados obtenidos por el alumnado participante en la experimentación y los obtenidos por el resto de alumnos del nivel objeto de la experiencia.

Los materiales y recursos educativos han sido seleccionados entre los ofertados en el Proyecto Descartes [10], constatando que es posible acceder a la red y disponer de los suficientes medios y recursos educativos digitales, no siendo necesario que el docente cambie su labor, ni la especialización. Así pues se ha efectuado una selección y compilación de materiales que cubren los contenidos planificados. Las escenas interactivas incorporadas se ordenaron, secuenciaron e identificaron unívocamente, con una etiqueta, con objeto de poder elaborar unas hojas de actividades en las que se plantearan tareas y cuestiones que orientaran, ayudaran y condujeran al alumnado en su trabajo y aprendizaje diario. Todos estos recursos están disponibles en la web:

http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_alhaken_ii/webHEDAAIhakenII/

Los alumnos de los grupos participantes en la experimentación realizan su proceso de aprendizaje en un aula en la que cada dos alumnos comparten un ordenador. Casi todo el tiempo lectivo se dedica a una labor personal del discente, realizando actividades interactivas secuenciadas. En ellas se plantean 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, en muchos casos, también se realiza de manera automática y es indicada al alumnado con una finalidad igualmente formativa. El alumnado tiene autonomía en la temporalización y realización de las actividades, pero se indican planificaciones o distribuciones temporales que lo orienten en su proceso de aprendizaje y se marcan hitos de seguimiento para que el docente aporte una orientación individual. La disponibilidad de los recursos en la red permitió el libre acceso a ellos fuera del ámbito y periodo lectivo escolar.

Para la evaluación global tanto de los grupos experimentales como de los no experimentales se han seguido los criterios recogidos en la programación departamental, que según establece la normativa vigente conducen a una nota de evaluación con un rango numérico de cero a diez. En el proceso de evaluación los alumnos de los grupos de experimentación han realizado algunas pruebas usando el ordenador, pero en general las pruebas de conocimientos se han sustentado en el formato clásico sobre papel.

En la primera fase, también como elemento comparativo y de referencia, entre todos los profesores de Matemáticas implicados se preparó un examen global común, tradicional, que realizaron todos los alumnos. Para el tratamiento estadístico se registró la información relativa a algunos caracteres descriptivos de cada elemento de la población: curso, sexo, participante o no en la experimentación, 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—, calificaciones obtenidas en las evaluaciones trimestrales y finales, nota media de todas las asignaturas en dichas evaluaciones.

En fases sucesivas el análisis se ha sustentado considerando los datos de las evaluaciones, y como elementos comparativo principal se han recopilado los resultados obtenidos por el alumnado en las denominadas “pruebas de diagnóstico”, desarrolladas en los dos cursos posteriores a los de la experimentación.

Los análisis estadísticos de la información se realizaron tanto globalmente como segmentando por género, y en especial, en un primer momento, 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 participantes o no 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%.

En cada fase de la experimentación se ha pasado una encuesta al alumnado participante en la experiencia donde se recaba su opinión sobre el aprendizaje ejercitado y el proceso abordado. Los ítems de las preguntas pueden consultarse en la Tabla 1.

3. Resultados

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico de la primera fase se resumen en los siguientes apartados:

- a) Atendiendo exclusivamente a la nota del ejercicio común se tiene que no hay diferencia significativa entre los alumnos participante en la experimentación y los no participantes (EDA y no EDA), tanto globalmente como segmentando la población.
- b) 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 se obtiene que la mejora es significativa para los que tienen matemáticas pendientes, para los alumnos PIL, y mejoran tanto los que no tienen asignaturas pendientes o tienen menos de tres mejoran como aquellos con más de dos asignaturas pendientes. Ver Fig. 1 y Fig. 2
- c) 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, y en los no EDA esa nota es significativamente inferior a la nota media.
- d) No se obtuvo ninguna diferencia significativa para el atributo género.
- e) En los alumnos EDA, ante un mismo examen, la media obtenida es significativamente mejor cuando se hace con ordenador en lugar de en papel.

Los resultados de las pruebas de diagnóstico, correspondientes a los años 2006 y 2007, donde se comparan las medias aritméticas obtenidas por el alumnado según participara o no en la experimentación, y desglosado por las dimensiones competenciales y los bloques de contenidos correspondientes a cada año (Tabla 2 y Tabla 3), están reflejados en la Fig.3 y Fig. 4.

La media aritmética de la puntuación aportada por el alumnado como respuesta a las preguntas formuladas en las encuestas realizadas al final de cada periodo está reflejada en la Tabla 1.

4. 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.

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.

- [1] CNICE y Red.es, “Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la Educación. Informe sobre la implantación y el uso de las TIC en los Centros Docentes de Educación Primaria y Secundaria (Curso 2005-06)”. Instituto de Evaluación y Asesoramiento Educativo, Madrid, 2007.
http://www.cnice.mec.es/noticias/informe_tic/
- [2] GALO, J.R. y CAÑAS, J.J. “Análisis de una experimentación constructivista con TIC en el aprendizaje de las matemáticas”. *X Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM), grupo PNA*. Huesca., 2006.
- [3] GALO, J.R. y CAÑAS, J.J. “Analysis of a constructivist experience with ICT in mathematical education”. *International Congress of Mathematicians* Madrid, 2006.
- [4] GALO, J.R., GARCÍA-MOLLÁ, J., NUÑEZ, A. y RODRÍGUEZ-AGUILERA, J. “La experimentación Descartes en Andalucía”. *XIII Jornadas sobre el Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas*, Granada., 2007.
- [5] HODAS, S. “Technology Refusal and the Organizational Culture of Schools”. *Education Policy Analysis Archives*. Volume 1 Number 10, 1993.
<http://epaa.asu.edu/epaa/v1n10.html>
- [6] McFARLANE, A.; BONNETT, M. y WILLIAMS, J. “Assessment and Multimedia Authoring - A Technology for Externalising Understanding and Recognising Achievement”. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, pp. 201-212, 2000.
- [7] OCDE. “Are Students Ready for Technology-Rich World”. Instituto Nacional de Evaluación y calidad del sistema educativo (INECSE). OCDE, 2006.
<http://www.oecd.org/dataoecd/28/4/35995145.pdf>
- [8] OCDE. “Aprender para el mundo de mañana: Resumen de resultados- PISA 2003”. INECSE, Madrid, 2004.
<http://www.ince.mec.es/pub/pisa2003resumenocde.pdf>
- [9] PROYECTO DESCARTES. “Experimentación Descartes en Andalucía, EDA2005”. Ministerio de Educación y Ciencia y Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, 2006.
http://descartes.cnice.mecd.es/index_eda.html
- [10] PROYECTO DESCARTES. “Página del proyecto”. Ministerio de Educación, Política Social y Deporte (1999-2008).
<http://descartes.cnice.mecd.es/>
- [11] REISNER, R.A. “A History Of Instructional Design and Technology: Part I. A History of Instructional

Media”. *Educational Technology Research and Development*, 49(1), 53-64, 2001.

- [12] ROJANO, T., “Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar”. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33, 135-165, 2003.
<http://www.rieoei.org/rie33a07.htm>

Encuesta al alumnado	Media
¿Te ha gustado trabajar con el ordenador?	4,34
¿Has tenido que consultar al profesor?	3,35
¿Has visto ventajas en el aprendizaje con el ordenador?	3,41
¿Has visto inconvenientes en el aprendizaje con el ordenador?	2,35
¿Has aprendido los conceptos que has trabajado?	4,06
¿Es mejor que la clase tradicional?	3,53
¿Has trabajado mejor que en la clase tradicional?	3,48
¿Te gustaría aprender las Matemáticas con Descartes?	3,63

Tabla 1. Media aritmética de la puntuación que aporta el alumnado participante en la experimentación como respuesta a la encuesta realizada al final de cada periodo de trabajo. Las respuestas están en el rango 1 a 5.

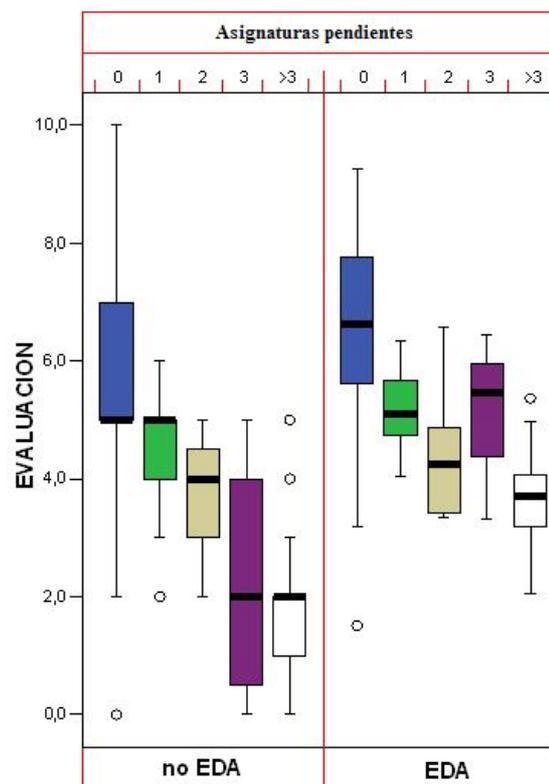


Fig. 1. Análisis comparativo de los resultados obtenidos por el alumnado en la evaluación según participara o no la experimentación y por el número de asignaturas pendientes del curso anterior.

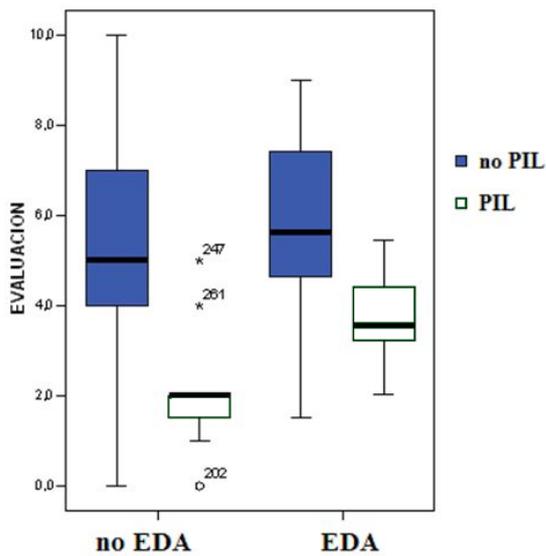


Fig. 2. Resultados obtenidos en la evaluación según hubieran promocionado por imperativo legal en el curso anterior y según participaron o no en la experimentación.

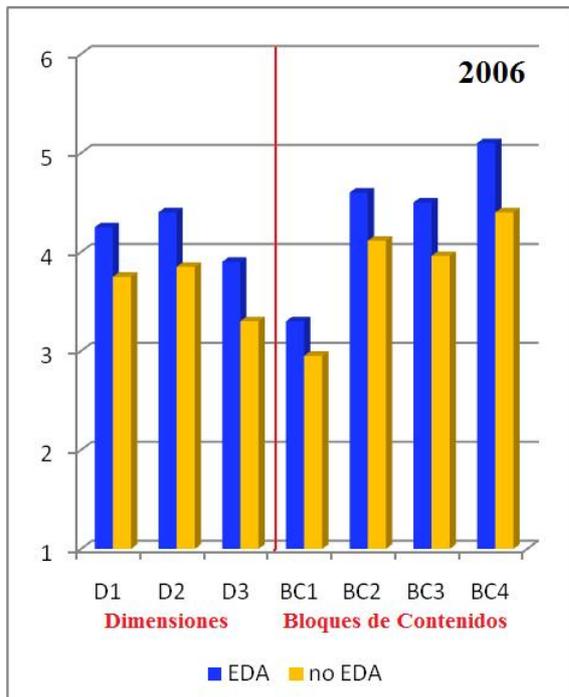


Fig. 3. Resultados obtenidos por el alumnado en las pruebas de diagnóstico celebradas en 2006, según participaron o no en la experimentación en el curso anterior y desglosados por dimensiones y bloques de contenidos. Rango de 1 a 6.

Dimensiones	
D1	Organizar, comprender e interpretar información
D2	Expresar
D3	Plantear y resolver problemas
Bloques de contenidos	
BC1	Números y medida
BC2	Geometría
BC3	Funciones y su representación gráfica
BC4	Estadística y azar

Tabla 2. Dimensiones y Bloques de contenidos correspondientes a las pruebas de diagnóstico celebradas en 2006

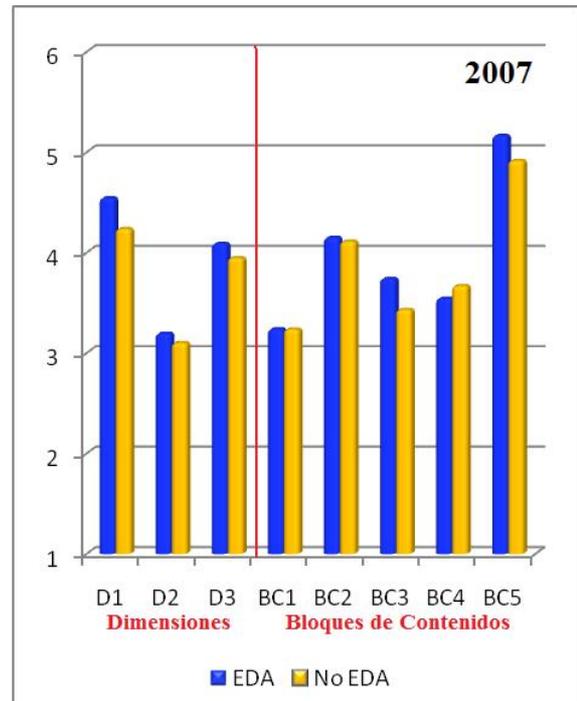


Fig. 4. Resultados obtenidos por el alumnado en las pruebas de diagnóstico celebradas en 2007, según participaron o no en la experimentación en el curso anterior y desglosados por dimensiones y bloques de contenidos. Rango de 1 a 6.

Dimensiones	
D1	Organizar, comprender e interpretar información
D2	Expresión matemática
D3	Plantear y resolver problemas
Bloques de contenidos	
BC1	Geometría
BC2	Álgebra
BC3	Números y medidas
BC4	Estadística y azar
BC5	Funciones

Tabla 3. Dimensiones y Bloques de contenidos correspondientes a las pruebas de diagnóstico celebradas en 2007