

Conferencia en el 6º Encuentro de Matemáticas de Carmelo (Uruguay)

EL PROYECTO DESCARTES Y LA INNOVACIÓN EN EL APRENDIZAJE CON TIC

José R. Galo Sánchez

Colaborador del Proyecto Descartes

Córdoba (España) 22 de agosto de 2007

El proyecto *Descartes* y la innovación en el aprendizaje con tic

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 en particular las educativas, 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. Se constata que la repercusión del ordenador en la educación no es comparable a la que ha acaecido en otros ámbitos de la sociedad. De nuevo acontece la “cultura del rechazo” y el impacto docente mínimo.

El Proyecto *Descartes* —proyecto colaborativo— surge en 1998 con la intención de romper esa tendencia tradicional y tiene como principal finalidad promover nuevas formas de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas integrando las TIC. Cuenta con una herramienta informática, denominada también “*Descartes*”, que permite la elaboración de escenas educativas cuya característica esencial es la interactividad. *Descartes* es un *applet* (programa escrito en el lenguaje de programación *Java*, que puede insertarse en una página web), pero a diferencia de otros *applet* también es configurable interactivamente, por ello el usuario no sólo puede interactuar, sino que también puede proceder a su modificación sin necesidad de aprender el lenguaje de programación citado. Pero el verdadero valor de esta herramienta ha de centrarse en su elevado potencial didáctico, en particular en la consecución del aprendizaje significativo, bien receptivo o bien por descubrimiento. Dentro del proyecto *Descartes* se ha elaborado, y continúa el desarrollo, un banco de materiales que cubre gran parte del currículo de la educación secundaria y el bachillerato español (alumnado de 12 a 18 años), niveles en el que se centran los objetivos de dicho proyecto.

Durante el curso académico 2005/06 el Ministerio de Educación de España y la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía plantearon la “Experimentación *Descartes* en Andalucía” (*EDA*). Esta innovación se centró en la detección de las necesidades para la implementación del aprendizaje de las Matemáticas con TIC en un grupo numeroso de centros y en un periodo temporal y ámbito geográfico amplio. Se analizaron diferentes esquemas organizativos, procedimientos y metodologías, buscando contrastar experimentalmente su eficiencia, portabilidad, eficacia educativa y aplicabilidad a otras áreas. La experiencia adquirida en la *EDA*, su análisis y conclusiones muestran mecanismos mediante los que se puede producir impacto docente y conformar comunidad educativa. El alumnado dio una opinión favorable y estimó que su aprendizaje fue óptimo.

Una encuesta al profesorado que participó en la *EDA*, realizada un año después de su finalización, ha mostrado que la ilusión innovadora ha permanecido, que el profesorado ha continuado innovando y colaborando y la red profesional conformada les ha permitido plantearse un nuevo proyecto, un nuevo reto: los “Hermanamientos con *Descartes* desde Andalucía” (*HEDA*), cuyos objetivos básicos son la extensión de la experimentación a nivel departamental (en Matemáticas), a nivel interdepartamental en otras especialidades, el hermanamiento europeo (*e-twinning*), el trabajo colaborativo y la extensión de la red profesional; lo que se está plasmando en nuevos subproyectos dentro de Andalucía, Cataluña,... en la denominada *EDA2007* (Experimentación *Descartes* en el Aula) y *ETICA2007* (Experimentación TIC en el Aula) y está elaborándose un proyecto de asociaciones escolares entre comunidades autónomas (hermanamiento español).

Queremos transmitirles la ilusión “*ediana*”, aportar la experiencia adquirida para ayudarnos en nuevas experimentaciones en la búsqueda de nuevas experiencias, para que el clásico “enseñar a aprender”, enlace con el actual “aprender a aprender” y en un lazo infinito, tipo cinta de Möbius”, revitalicemos el “aprender a enseñar”, para que el conocimiento nos hermane en nuestra “aldea global”.

Síntesis de puntos desarrollados

- Contexto tecnológico y educativo. Brecha tecnológica entre la Sociedad y la Escuela.
- El proyecto Descartes:
 - Descartes: la herramienta.
 - Descartes: el proyecto de innovación educativa.
- Estrategias con Descartes en el aula, potenciador metodológico. ¿Es posible el cambio metodológico? ¿es necesario?
- Una experimentación con las TIC como motor de cambio metodológico: EDEDA
- Una experimentación colegiada en un ámbito temporal y geográfico amplio: EDA.
- ¿Es posible y viable la continuidad?: HEDA

Comentarios a las diapositivas

Diapositiva 1

Buenos días. Desde España les doy un cordial saludo a todos y a todas las asistentes a este sexto encuentro de Matemática de Carmelo.

Quien les habla es José Galo, Doctor en Matemáticas, colaborador del Proyecto Descartes y profesor de la Universidad de Córdoba en España y también profesor en enseñanza secundaria.

Quiero transmitirles un afectuoso saludo del coordinador del Proyecto Descartes, Juan Madrigal, quien siente no poder estar con ustedes ya que en España este mes de agosto es por antonomasia el mes vacacional. Estamos en plena canícula y en general reponiendo fuerzas para un esperado inicio escolar en septiembre. Para mí es todo un honor que hayan contado conmigo para transmitirles la ilusión, inquietudes, entresijos y perspectivas del proyecto Descartes.

Les comento que hemos acordado poner a disposición de la comunidad educativa esta presentación, para que si lo estiman pertinente puedan acceder a ella detenidamente y visitar los diferentes enlaces en los que bien no podremos entrar en detalle o bien es preferible una experimentación personal.

Diapositiva 2

Estamos a unos diez mil Kilómetros, diez millones de metros de distancia, un bonito número pues sirvió de base para la definición primigenia del metro basada en la medición del cuadrante de meridiano terrestre. Y esa distancia queda empequeñecida gracias a la técnica y tecnología, y nos sirve como primera muestra de cómo las Tecnologías de la Información y de la comunicación (las denominadas TIC) han penetrado en nuestra vida cotidiana cambiando costumbres y ampliando entre otras muchas posibilidades las de compartir, colaborar. Esperemos que esta tecnología no nos cree dificultades y durante esta hora de contacto permanezca estable permitiéndonos una comunicación continua.

Diapositiva 3

Gracias también a las TIC podemos acercarnos a la localidad desde la que les hablo, mi ciudad: Córdoba.

Aunque para ser más precisos deberíamos decir “gracias a las matemáticas que las sustentan” e incluso reivindicar, análogamente a como lo hacen algunas compañías con sus productos, un posible lema de “Mathematics inside”, “Matemáticas dentro” o “con base matemática”...

Diapositiva 4

Les decía podemos acercarnos a mi ciudad y mostrarles su monumento emblemático: la mezquita-catedral... Y el característico arco de herradura bicolor... reflejado también en el logotipo de mi Universidad.

Córdoba ha sido síntesis de culturas árabe, judía y cristiana, y en particular el califato de Córdoba que creó esta maravilla fue el nexo de unión y transmisión del saber matemático en la alta edad media europea. Alrededor del año 1120 el inglés Adelhard of Bath viajó a Córdoba para aprender árabe y aquí, con técnicas que podrían

catalogarse de espionaje científico, obtuvo una copia de un texto morisco de los *Elementos* de Euclides que sirvió de base de transmisión del perdido saber griego y germen del futuro conocimiento científico en Europa.

Diapositiva 5

E igualmente... retrocediendo...

Diapositiva 6

... podemos realizar un viaje virtual a su ciudad de Carmelo.

Diapositiva 7

... y observar el puente giratorio sobre el que he aprendido que versa una antigua leyenda: **"Todo aquel que te cruza regresa... siempre regresa"**. Por ello esta leyenda será cierta y seguro que regresaré y lo cruzaré en un viaje ya no virtual sino real.

Diapositiva 8

Nos encontramos en una situación en la que la Informática ha "miniaturizado" la información oral, la escrita y la visual, la ha condensado en soportes digitales cada vez más compactos, a la vez que permite la organización de un ágil sistema de búsqueda, localización y presentación de la misma. La conjunción e integración de la Informática y las comunicaciones, las TIC, nos permiten que la inconmensurable información que está físicamente distribuida en un amplio, extenso y diverso mundo, quede virtualmente sintetizada y al alcance de nuestra mano, y a su vez, nos facilitan su adecuado tratamiento conduciéndonos al conocimiento. Las TIC se constituyen en catalizadores de la "Sociedad del Conocimiento", permiten interactuar con el conocimiento para generar conocimiento.

Pero la Escuela, formando parte de la Sociedad, y siendo generadora, portadora y transmisora del conocimiento presenta en esa tendencia una determinada impermeabilidad con ella, una más lenta inmersión. Hay cierto contraste entre:

Por un lado una Sociedad "tecnológica", más bien, una sociedad que usa determinadas tecnologías de la información y de la comunicación, que integra en su vida cotidiana nuevos elementos y medios que parecen surgir de una nada insondable, como "agujero blanco" que, en contraposición a los "agujeros negros", se sintiera gratificado en rellenar nuestros bolsillos y casas de nuevos cachivaches que pierden vigencia y envejecen a la velocidad de la energía que los alimenta. Pero una sociedad que la mayoría de las veces usa esa tecnología sin conciencia de ella o sin conocimiento de lo que usa.

Y por otro una Escuela que enseña y forma, o al menos busca conseguirlo, valores, educación y conocimiento, que en su labor diaria, también como albo agujero, se satisface en devolver al éter de una nueva generación todo el saber o aprendizaje acumulado en todas las generaciones anteriores, una escuela informativa, que transmite conocimiento, pero que la mayoría de las veces es ajena, no es consciente —

o no quiere serlo— e ignora las posibilidades y cambios sociales que introducen las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación en la producción del conocimiento.

Diapositiva 9

Aunque siempre es positivo apoyarse en diferentes fuentes, como las citadas en esta diapositiva, es fácil de constatar, es algo fehaciente, que la repercusión de las TIC en la práctica educativa no es comparable a la acaecida en otros ámbitos sociales.

Basta un ejemplo, que he podido comprobar en una consulta estadística de Uruguay en la que se indica que en marzo de 2007 “el mercado uruguayo seguirá creciendo alcanzando niveles de penetración de telefonía celular cercana al 100%”. Es decir en un reparto estadístico todos los uruguayos tienen móvil.

Esta tasa de penetración en España se situó en el 106,3% en esa fecha.

Diapositiva 10

Sin embargo si acudimos al estudio de la OCDE “¿Están los alumnos preparados para un mundo tecnológico?” elaborado en base a datos recabados en el proyecto PISA de 2003 en el que participó Uruguay, podemos observar que en la Escuela el número de ordenadores en Uruguay es aproximadamente de 5 por cada 100 estudiantes, en España serían 8.

Diapositiva 11

¿Y cuál es el uso de Internet? Acudiendo al estudio de proweb realizado en 2005 en Uruguay, se refleja un importante aumento porcentual para funciones de comunicación, bien tipo correo electrónico o chat, y una significativa disminución en lo relativo al aspecto informativo, formativo o académico.

Pero esto acontece en Uruguay, en España y en general.

Diapositiva 12

Comúnmente el uso del ordenador en la escuela es siempre inferior al realizado en casa o en otros ámbitos.

Todo ello incide en la brecha tecnológica entre sociedad y escuela que ya he mencionado.

Diapositiva 13

Y es que en el estudio de la evolución histórica de los medios y tecnologías en el contexto escolar lo que se detecta es la denominada cultura del rechazo. La Escuela es una organización con una inercia que cambia muy pocos hábitos y en la que quizás (ustedes me corrigen si no estoy en lo cierto) las únicas tecnologías que ha aceptado son la de la imprenta (el libro) y “el bolígrafo”.

Diapositiva 14

Se da lo que Resneir denominó el mínimo impacto:

“cuando un nuevo medio entra en la escena educativa existe un gran interés y mucho entusiasmo sobre sus efectos en la enseñanza; sin embargo, este interés y entusiasmo decae y el examen revela que el medio ha tenido un mínimo impacto sobre las prácticas”

No obstante Resneir apunta que esto no ocurrirá con Internet.

Diapositiva 15

Y todo ello queda nítidamente puesto de manifiesto si acudimos al ejemplo apuntado por Seymour Papert, en el que nos comenta que si un médico del siglo XVIII apareciera ahora en un quirófano creería estar entre extraterrestres, observando a una persona en una mesa, abierto su cuerpo, y a las pocas horas podría dialogar con ella. Estaría rodeado de aparatos e instrumentos que no sabría usar, sería un lego entre colegas.

Sin embargo, si un maestro de la misma época apareciera en una de nuestras clases de matemáticas, no notaría demasiada diferencia, es más, si tuviera que sustituir al profesor actual lo podría hacer sin problema, continuando la explicación en el punto que se quedó.

Diapositiva 16

Y en un contexto análogo, casi similar al indicado, surge el Proyecto Descartes, proyecto promovido y soportado por el ministerio de educación español. Y surge con la intención de romper la tendencia tradicional señalada, teniendo como principal finalidad promover nuevas formas de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas integrando las TIC en el aula como herramienta didáctica. Hay tres líneas principales de trabajo: desarrollo de materiales, formación a distancia del profesorado e innovación en el aula.

Los materiales didácticos que se ofrecen son controlables por el profesor en un tiempo razonable, son fáciles de usar por los alumnos, cubren los contenidos de la etapa Secundaria (de 13 a 18 años en España), son adaptables, si se desea, por cada profesor y admiten el uso de diferentes modelos y metodologías.

Su difusión se ha realizado mediante su página web <http://descartes.cnice.mec.es> de la cual no hace falta memorizar la dirección, ya que si usan un buscador como Google y ponen Descartes tendrán como primer direccionamiento propuesto justo el correspondiente a esta página. La razón es sencilla, como saben, unos de los criterios por lo que Google indexa, ordena y muestra los resultados es por el número de accesos y enlaces a una página, y actualmente se contabiliza en los servidores del proyecto casi un millón de visitas mensuales, donde este cómputo se efectúa sólo con aquellos

accesos de más de cinco minutos de permanencia. Iberoamérica en general es uno de nuestros más fieles visitantes.

Diapositiva 17

Pero ¿Qué es Descartes?

Apliquemos la máxima de que “una imagen vale más de mil palabras” y accedamos a algunos ejemplos:

Observemos las imágenes animadas de esta página web. Inicialmente hay quién puede estar pensando que posiblemente son GIF animados, pero eso no es así pues podemos observar como pulsando el botón etiquetado como pausa esta animación se detiene.

Bueno puede ser un botón más de los posibles en una página web que sustituye el gif animado por una imagen fija...

Pero observemos que no, que en esa imagen, mejor dicho en esa escena de descartes, hay lo que denominamos un control gráfico etiquetado con la letra P y seleccionándolo con el ratón y desplazándolo la escena interactúa conmigo y siempre refleja un rectángulo cuyos lados se ajustan para que P sea un vértice de él...

Además tenemos un control numérico que bien variando el número manualmente o con los pulsadores adjuntos podemos observar como este número se corresponde con el número de lados del polígono regular dibujado y a su vez a partir del lado de este polígono y del radio de la circunferencia circunscrita podemos construir diferentes rectángulos asociados en los que varía la proporción. Algunos cuentan con su nombre propio que a su vez se refleja. Por ejemplo para $N=4$, a partir del cuadrado, obtenemos la proporción o rectángulo raíz de dos, a partir del hexágono tenemos el cuadrado, del octógono el rectángulo cordobés. Sí, rectángulo con el nombre de mi ciudad y sobre el que podrán consultar más en la página aquí enlazada, etiquetada como “las Matemáticas en la Belleza y la Belleza de las Matemáticas”. Y a partir del decágono obtenemos el bien conocido rectángulo áureo.

Pero hay todavía algo más si pulso el botón derecho del ratón se abre una nueva ventana que es la ventana de parametrización de Descartes que nos permite configurar interactivamente la escena mediante unos menús. Esto es lo que caracteriza a Descartes frente a otros applets interactivos.

Como ejemplo voy a cambiar el color de fondo, pero al igual que hago esto cualquier profesor podría cambiar la escena para adaptarla a su fin educativo sin más que aprender el significado de cada opción de menú y parámetros en el núcleo de edición de Descartes. Este conocimiento se adquiere consultando el manual o en los cursos de Descartes de los que posteriormente hablaré.

En la escena de la derecha podemos observar como Descartes puede representar figuras tridimensionales e interactuar con ellas para su adecuada visualización.

O cómo pueden combinarse figuras bidimensionales y tridimensionales en una escena e interactuar unas con otras.

Si cambiamos el valor de p vemos como varían coordinadamente la parábola y el paraboloide asociado.

O bien juntar en otra escena la belleza de los poliedros y cuerpos redondos con la belleza arquitectónica. Pudiendo cambiar el punto de vista y la escala.

En fin un aperitivo de lo que se puede hacer con Descartes.

Pero ¿Qué es Descartes?

Descartes es un applet, es decir, un programa en lenguaje Java que se difunde a través de la red y se ejecuta en el navegador. Se incluye en un página web, para ofrecer funciones o utilidades que no se pueden realizar con HTML.

Descartes es portable, independiente del sistema operativo, pues se ejecuta en la máquina virtual Java, que ha de estar instalada en el sistema operativo cliente, activada y habilitada para el navegador. ("plug-in")

Es deslocalizado, puede ejecutarse en local y remoto con iguales prestaciones y sin retoques.

Es interactivo, permite la interacción hombre-máquina.

Es configurable, se puede parametrizar, programar su presentación y su ejecución.

Y como hemos visto es **configurable interactivamente**, la configuración, parametrización y programación es interactiva, no requiere un aprendizaje de Java.

Es **Rentable**, la proporción productividad/aprendizaje es alta. Rápido aprendizaje.

Es **Económico**, el software es propiedad del Ministerio de Educación español. A nivel particular, en el desarrollo de su profesión docente pueden usarlo sin ningún coste siempre que se respeten las normas éticas básicas de reconocimiento de autoría y propiedad del applet y sus desarrollos, y que obviamente no se use de manera comercial, con fines lucrativos. Un acuerdo entre su ministerio de educación y el nuestro, seguro que será educativamente provechoso para todos.

Diapositiva 18

Pero Descartes es esencialmente un proyecto en Educación Matemática con TIC. La herramienta que hemos visto no es más que un recurso a partir del cual se pueden desarrollar unidades didácticas interactivas, lo cual requiere dar formación en la herramienta “Descartes”, así como el desarrollo y mantenimiento de la misma. Pero lo esencial, el objetivo principal, es promover un entorno de trabajo y desarrollo colaborativo que fomente la práctica TIC en el aula y permita la innovación en el aprendizaje de las Matemáticas.

Diapositiva 19

Y todo ello queda reflejado en la página principal del proyecto donde se pueden observar cinco ámbitos:

- el primero relativo a cursos de formación en la herramienta Descartes y en la experimentación en el aula, junto a los manuales de la herramienta en su versión 2D y 3D.
- un apartado relativo a contenidos curriculares desarrollados y que cubren la mayor parte de los contenidos correspondientes a la secundaria y bachillerato español (etapa de los 13 a los 18 años) organizados por etapas educativas y temáticamente. Además se cuenta con un buscador temático que en breve nos ofrecerá muchas más posibilidades.
- otro apartado relativo a las experiencias en el aula, algunas cortas y otras de más larga duración como lo que ahí está etiquetado como EDA que es el acrónimo de “Experimentación con Descartes en Andalucía” (Andalucía es mi región dentro de España, equivalente en cierto sentido a su departamento de Colonia, pero con una extensión aproximada de la mitad de Uruguay y una población de más de ocho millones de habitantes). Ya volveremos sobre esta experiencia.
- Un cuarto apartado relativo a los contenidos generales del proyecto y ayuda.
- Y finalmente enlaces a otros proyectos y un enlace de correo al que si escriben, les aseguro una rápida respuesta.

Diapositiva 20

Los ejemplos anteriores, que hemos visto, de escenas interactivas de Descartes habrán ya estimulado la imaginación y el buen hacer docente y seguro que ustedes ya han concebido diferentes posibilidades de uso de Descartes tanto en el aula como en casa, siempre con el objetivo de conseguir que el proceso de enseñanza-aprendizaje mejore, que sea óptimo.

Y ciertamente Descartes puede ayudarnos en el objetivo clásico de “Enseñar a Aprender”, el cual se aúna en el modelo actualmente en boga en Europa de formación

en competencias en la búsqueda del “Aprender a aprender”, y nosotros abogamos por cerrar el ciclo y establecer un lazo infinito tipo banda de Möbius en el que revitalicemos el “Aprender a Enseñar”.

Y Descartes puede ayudarnos sin imposición de modelo pedagógico ni metodología en la consecución de estos objetivos. Pero yo plantearía la necesidad de introducirse en la innovación porque es obvio que esta herramienta nos facilita la posibilidad de un cambio que conlleve una mejora cualitativa en el aprendizaje de nuestro alumnado y en nuestra labor docente.

Sin tratar de academizar, ni apostar por ningún modelo y metodología voy a tratar de poner diferentes usos posibles y encuadren ustedes las situaciones en las que podrían usarlo o piensen en otras variaciones o posibilidades, porque aquí con un poco de imaginación y un buen hacer docente se renueva la ilusión en el alumnado y el profesorado.

Diapositiva 21

Podemos usar Descartes como una pizarra, pero en este caso con la posibilidad de interactuar y poder cambiar el contenido de la misma de manera sencilla y ágil.

Por ejemplo la escena seleccionada en este caso nos permite dibujar cualquier función descrita por una composición de funciones elementales, con posibilidad de descripción a trozos. Basta describir adecuadamente la función que se desea representar y su gráfica será visualizada. Un adecuado desplazamiento del ratón y de sus botones permite cambiar la escala o efectuar una traslación a la zona de interés. Lo cual permite incidir al alumnado en la necesidad de estudiar una función en todo su dominio de definición ya que un comportamiento local no es suficiente.

Un simple cambio en la definición de la función nos permite representar otra gráfica. Por ejemplo observemos el comportamiento en un entorno del cero de la función $\text{sen}(1/x)$, o el comportamiento en ese entorno de $x \text{sen}(1/x)$, entre otra infinidad de posibilidades.

Diapositiva 22

El uso de Descartes en una pizarra electrónica permite potenciar la expresividad de los alumnos, su interés en aprender y la calidad de su aprendizaje. Esta pizarra interactiva y esta actividad pueden sustituirse por la interacción en el ordenador y la proyección sobre una pantalla.

Veamos como Joaquín nos enseña a determinar el ortocentro de cualquier triángulo.

Y ahora a Samuel realizando una encuesta en clase y analizando los datos recogidos.

Estos vídeos los tienen disponibles en el apartado de experiencias de nuestra web.

Diapositiva 23

Pero entre otras posibilidades les quiero destacar la de promover el aprendizaje significativo con Descartes.

Inicialmente un ejemplo de aprendizaje significativo guiado. El objetivo es el análisis de la función lineal. Faciliten esta escena a un alumno o pareja de alumnos junto a la guía que tienen al lado y dejémosles experimentar mediante la interacción.

Voy a hacer una simulación. Un valor de m positivo, por ejemplo, el que está puesto: 1, o pongamos 3, y ¿si pongo 2? Ahora uno negativo por ejemplo -2, o -3. Y ahora 0

Bueno, a continuación vendría el análisis y discusión entre los dos alumnos y su anotación en el cuaderno de sus conclusiones.

Centrémonos ahora en la variación de m (voy a activar el dejar rastro) ¿Qué pasa a medida que m es mayor?

Y ¿a medida que es menor?

Este ejemplo también me permite ponerles en evidencia un tópico no cierto: En general se oye que “Las TIC ralentizan el desarrollo del aprendizaje y aminora la cantidad de contenidos que son posibles impartir”, pero yo les pregunto ¿cuánto tiempo emplean ustedes en explicar y desarrollar estos conceptos relativos a la función lineal en una clase tradicional? ¿Cuál es su opinión acerca de la comprensión y efecto que genera la variación de la pendiente desarrollada con la metodología transmisora o en la aquí mostrada?

Pero en uso planificado de las TIC tenemos constatado que los contenidos desarrollados son al menos iguales y adicionalmente se puede incrementar la actividad y el interés del alumnado, la atención a la diversidad del docente y una mejora en la calidad del aprendizaje.

Es obvio que esta actividad puede y requiere ir acompañada de una revisión individual del profesor de las anotaciones efectuadas, o participar en esa discusión, o plantear una puesta en común del grupo y obtención de conclusiones. Esas son estrategias docentes que dependen del grupo y de la propia planificación docente. Pero lo que quiero remarcar es que los roles cambian: el alumnado pasa a ser el constructor de su aprendizaje y el docente interviene como arquitecto del mismo realizando una atención directa, personalizada y diversa.

Diapositiva 24

Pero el reto y las posibilidades son mayores.

El alumnado se adapta rápidamente a la gestión e interacción con Descartes y al nuevo proceso de aprendizaje.

Una vez que los alumnos ha realizado la actividad anterior, se asombrarán si permiten que accedan a esta escena y simplemente le dan la indicación ahí reflejada: “Trabaja con la escena y escribe las propiedades que observas...”

No me detengo, pero sí veamos los cambios que se producen al variar el coeficiente denotado como a .

Prueben con sus alumnos. Y verán como debaten, luchan en la defensa de sus posiciones, asumen los errores, descubren propiedades, en definitiva investigan, construyen y aprenden... Y los profesores también aprendemos con ellos.

Diapositiva 25

Pero como todo proceso educativo, todo este tipo de actividades requieren una planificación y una preparación de los recursos didácticos para que sean adecuados a los objetivos a conseguir y a la metodología a emplear. Pero hemos de señalar que la utilización de herramientas o sistemas informáticos, en cualquier proceso productivo, aumenta la necesidad de planificación, requiere la concreción de los objetivos y de los materiales a usar, así como su disponibilidad, su previa selección o desarrollo y su organización. El ordenador como sistema lógico exige una lógica previa para su adecuado uso. En momentos ocasionales, en una clase docente tradicional la experiencia permite su rápida organización mediante una calculada improvisación a través de la utilización de recursos materiales fáciles de manipular como papel y lápiz o tiza y pizarra y el acceso a nuestro banco personal de conocimientos que siempre nos acompaña en el cerebro. Esta calculada improvisación, decíamos, es posible porque en ella intervienen herramientas que son manipulables directamente por la inteligencia y habilidad humanas, pero a medida que un proceso usa tecnologías más especializadas o sofisticadas éste requiere en una proporcionalidad directa, más bien en una exigencia de crecimiento exponencial, mayor previsión, planificación y preparación de recursos para la consecución de los objetivos buscados.

Una experiencia TIC sin una concienzuda planificación puede dejarnos un mal regusto.

Por ello abogamos por un uso de las TIC en el aula, pero con una adecuada formación y ello es lo que se recoge y se busca transmitir en el curso denominado “Descartes en el aula”, de nuevo accesible en nuestra web, que guía a través de diferentes prácticas y fases para que nuestra experiencia TIC en el aula tenga ciertas garantías de éxito.

Incido en la necesidad de “Aprender a Enseñar”.

Diapositiva 26

En la planificación y desarrollo de actividades hemos comprobado la necesidad de que el trabajo interactivo que efectúa el alumnado con el ordenador quede reflejado en un soporte u hojas de actividades que además sirven de guía de aprendizaje, de cuaderno de trabajo, como registro de la actividad y guía de estudio. Por ello aconsejamos que

cada escena interactiva que se desee usar vaya acompañada de esta hoja de actividades.

Descartes cuenta con un módulo que permite registrar todo lo que hace el alumnado en su ordenador, pero está en fase de desarrollo otro módulo que gestione toda la excesiva información que se registra automáticamente y permita proporcionar al profesorado una elaborada información docente bien global del grupo, de una actividad concreta o bien individualizada para detectar las dificultades de un determinado alumno y programar su mejora.

Y en esta planificación hay que tener en cuenta que a la interactividad de las escenas Descartes, su movimiento, la incorporación de gráficos bi y tridimensionales, podemos sumar una característica como es la aleatoriedad o posibilidad en la que una escena presenta una instancia diferente en cada ejecución, lo que permite al alumnado realizar diferentes ejercicios sobre un mismo modelo de actividad. Y además puede incorporar una corrección automática.

Así en la actividad propuesta en esta diapositiva se marca como objetivo el descubrimiento de la relación de Euler relativa a las caras, aristas y vértices de un poliedro. Para ello los alumnos determinan estos elementos en diferentes instancias de la escena, calculan los elementos, la escena corrige su veracidad, lo trasladan a la hoja de actividades y deben inducir dicha relación.

Se construye el conocimiento.

Pero veámoslo en la escena... Observamos una instancia de esta escena con un determinado poliedro, pero cada vez que pulsemos la tecla inicio vemos un mismo ejercicio pero con diferentes datos al intervenir la aleatoriedad.

En este caso la figura se gira con el uso de un control gráfico en la pantalla y podemos contar las caras, aristas y vértices e incluirlas en la escena, corrigiendo ésta la exactitud del cómputo.

El reflejo de estos cálculos en la hoja de actividades para varias instancias de la escena permite al alumno inducir la relación de Euler "Caras más vértices es igual a aristas más dos"

Diapositiva 27

Y en esta línea de actividades voy a exponerles brevemente una experiencia personal de trabajo continuo en el aula con TIC, que se caracteriza por comprender un intervalo temporal amplio —dos trimestres—, un trabajo continuo con TIC —todos los días— y un uso de recursos interactivos aunados con un cambio metodológico. Todo en la línea ya indicada anteriormente de que el alumnado sea el constructor de su aprendizaje y el docente intervenga como arquitecto del mismo realizando una atención directa, personalizada y diversa.

Es lo que hemos llamado proyecto EDEDA y es un ejemplo de cambio metodológico drástico (de nuevo pongan en Google “Descartes y EDEDA” y localizarán los materiales de esta experiencia o usen el enlace incluido en esta imagen).

Diapositiva 28

Esta experiencia se ha llevado a cabo con alumnos de 14 años, durante el primer y tercer trimestre correspondientes al curso académico que hemos finalizado en España. Prevemos para el próximo curso abordar los tres trimestres.

Diapositiva 29

Los contenidos del primer trimestre se centran en la Aritmética de los números enteros y de los racionales.

En las imágenes cuentan con enlaces a estos materiales.

Diapositiva 30

Y los del tercer trimestre introducen a las funciones y aborda el estudio de la geometría espacial.

Diapositiva 31

A los materiales el alumnado accede en el aula y en casa.

En el aula se aborda un trabajo planificado y programado por el profesor mediante una guía secuencial que tienen que seguir y que viene marcada en los menús de acceso y está reflejada en las hojas de actividades antes citadas.

El alumnado en clase, por parejas, trabaja de manera continua con el ordenador realizando las actividades secuenciadas, pero tiene autonomía en su trabajo y en su temporalización, si bien se marcan diferentes hitos de control.

En clase el profesor atiende a las preguntas y dudas individuales que surgen, promueve y dinamiza el aprendizaje.

En determinadas situaciones el profesor da una explicación general al grupo, pero en general, el alumno realiza un trabajo personal.

Previamente el profesor ha tenido que planificar todo este trabajo, pero en este proyecto se puso como énfasis que el profesor actuara como profesor y no como programador informático. Todo el material utilizado en esta experiencia ha sido tomado de la web Descartes y el profesor lo que ha realizado es la selección del material que consideraba más adecuado, secuenciándolo, preparando las tareas, es decir, sólo en actividades docentes. Obviamente sí, es necesario cierto conocimiento TIC para saber cómo copiar una escena y pegarla en una página web, y algo de edición de páginas web y de textos.

En casa o en un acceso público el alumnado puede consultar de manera libre los materiales bien vía Internet o bien en local para lo que se le facilita una copia en CD-rom a quién lo solicita y de esta forma puede estudiar, repasar, practicar, adelantar actividades o reforzar su aprendizaje.

Diapositiva 32

Y con esta experiencia hemos abordado la comparación del modelo indicado, próximo o tendente al constructivismo, con el modelo transmisionista tradicional.

Diapositiva 33

En una población no muy amplia, pero que refleja la tendencia detectada en una experiencia más completa que después citaré, hemos confrontado los resultados de alumnos que siguieron el aprendizaje según el proyecto EDEDA y otros que siguieron el método tradicional.

Diapositiva 34

Según los resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones podemos apuntar como hechos estadísticamente significativos:

Los alumnos que siguieron la experiencia obtuvieron una nota media en Matemáticas mejor que aquellos que no realizaron dicha experiencia. Además se observa cómo, en la segunda evaluación, en la que todos los grupos siguieron un método tradicional la diferencia de notas no fue significativa.

Además las Matemáticas cambiaron su imagen de asignatura difícil, pues en los alumnos que siguieron la experiencia la nota media en Matemáticas fue superior a la nota media obtenida en el resto de asignaturas, mientras que aquellos que no siguieron la experiencia la nota media en Matemáticas permaneció inferior al resto.

La mejora fue también significativa para los alumnos EDEDA en las denominadas pruebas de diagnóstico, unas pruebas de nivel que efectúa la administración educativa a todos los alumnos de esta edad para obtener indicadores de la calidad de la formación adquirida.

Y aunque ahí no está reflejado se observó que las mejoras indicadas se produjeron de manera más significativa en aquellos alumnos que usualmente se encuadran en el denominado fracaso escolar.

Diapositiva 35

Y ¿qué expresó el alumnado implicado en la experiencia?

Mediante una encuesta realizada al final de cada trimestre se obtuvieron los resultados ahí reflejados, donde el rango numérico de valoración es de 1 a 5, correspondiéndose el uno con nada y el 5 con bastante, es decir siendo creciente la valoración positiva de la pregunta.

Podemos apuntar que el alumnado:

- Siente una atracción importante por el trabajo con el ordenador.
- Que subjetivamente su impresión es la de haber alcanzado un aprendizaje óptimo.
- Que observan más ventajas que inconvenientes en el uso de este método.
- Que se posicionan favorablemente en esta metodología frente a la tradicional.
- Que necesitan al profesor.

Diapositiva 36

Sintetizando podemos indicar, como conclusión de la experiencia EDEDA, que **“Si la introducción de las TIC no se limita al uso de nuevos recursos en modelos establecidos, sino que se efectúa con cambios metodológicos, la mejora alcanzada es estadísticamente significativa, señalando posibles actuaciones que puedan aminorar el fracaso escolar”**

Diapositiva 37

La experiencia anterior está encuadrada en una experimentación promovida por el proyecto Descartes y coordinada por el ministerio de educación español y la administración educativa andaluza, denominada Experimentación Descartes en Andalucía o proyecto EDA. Experimentación centrada en el uso prolongado de las TIC en el aula considerando un grupo numeroso de centros, un ámbito geográfico extenso y un periodo temporal amplio.

Diapositiva 38

El ámbito geográfico fue Andalucía, como ya les indiqué con una extensión aproximada de la mitad del territorio uruguayo.

Participaron treinta profesores de matemáticas de veintiocho centros en las etapas correspondientes a alumnos de 13 a 18 años, cubriendo todas las edades. Y el periodo de realización fue de septiembre de 2005 a enero de 2006 (cuatro meses).

Toda la información de esta experiencia la tienen de nuevo accesible en la página web de Descartes o en Google poniendo “Descartes EDA” o enlazada en esta presentación.

Diapositiva 39

Los objetivos globales eran:

- Determinar la formación necesaria para una adecuada implantación y uso de las TIC en el aprendizaje de las Matemáticas.
- Analizar lo que acontece en un uso prolongado de las TIC.

- Cuáles son las estrategias adecuadas para ese uso de las TIC.
- Validar la utilidad de los materiales Descartes.
- Comprobar la actitud del alumando.

Diapositiva 40

Muy rápidamente y en un alarde de síntesis de una experiencia tan intensa y amplia, puedo indicarles algunos resultados globales:

- La innovación radica en el profesorado, no en los medios (sólo 6 de los centros eran TIC). Centros TIC son centros que cuentan con una dotación informática en una ratio de un ordenador por cada dos alumnos, y aquí quiero poner de manifiesto que la dotación informática es importante, necesaria, pero es el profesorado quien innova y sorteas las dificultades en la consecución de su objetivo innovador.
- La experimentación se catalogó como éxito y éste se alcanzó gracias al curso tutorizado citado anteriormente de “Descartes en el aula”.
- La actitud del profesorado fue muy positiva y su dedicación fue superior a la de un curso académico digamos normal.
- EL profesorado estuvo muy motivado y su entusiasmo se transmitió al alumnado.

Diapositiva 41

- El alumnado dio una opinión favorable de la experimentación y estimó que su aprendizaje fue óptimo.
- Fue viable una atención a la diversidad.
- El profesorado al finalizar la experiencia se sintió capaz de abordar nuevas experiencias y deseaba hacerlo.
- Los experimentadores conformaron un grupo de trabajo colaborativo, red profesional o comunidad virtual.

Diapositiva 42

Y ello dio continuidad a la experimentación ya que fueron esos participantes los que promovieron, involucraron a otros centros y compañeros e implicaron a las administraciones educativas en una nueva experimentación, el proyecto que denominamos HEDA (ahora con hache) y cuyo significado es “Hermanamientos Escolares con Descartes desde Andalucía”. Actualmente está en desarrollo y pueden de nuevo acceder poniendo en un buscador “Descartes HEDA” o en este enlace.

Diapositiva 43

En este proyecto en el que colaboran más de cien profesores, las líneas de trabajo son:

- Utilización prolongada de las TIC, pero ya no sólo en Matemáticas sino en el resto de asignaturas globalmente.
- El aprendizaje colaborativo mediante el uso de las TIC, y la potenciación de las redes profesionales virtuales.
- Los hermanamientos escolares donde a través de las TIC centros distantes colaboran, realizan actividades y aprenden conjuntamente. Estos hermanamientos se plantean a nivel europeo donde la diversidad de lenguas y culturas requieren de estos hermanamientos para la conformación de esa unidad europea, y también a nivel español entre centros de diferentes regiones de nuestra nación

Diapositiva 44

y también a nivel español entre centros de diferentes regiones de nuestra nación. Así en este gráfico pueden observar una cuantificación de centros por comunidades españolas que se interrelacionan en diferentes proyectos cuya base promotora es Descartes.

Diapositiva 45

Y no les canso más sólo les lanzo algunas opiniones o frases generales:

- En la sociedad actual quedar al margen de las TIC se convierte en una nueva forma de analfabetismo y exclusión social.
- Para una sociedad que quiere ser protagonista de su futuro la incorporación de las TIC en las aulas se convierte en una prioridad.
- La incorporación de las TIC necesita propiciar la creación de nuevos entornos de enseñanza y aprendizaje.

Y es que ***Las TIC no son sólo un recurso didáctico más, sino un instrumento de cambio.***

Diapositiva 46

Y en ese contexto el docente ha de dar una nueva orientación de su profesión, una nueva actitud junto a una disposición a aprender a innovar educativa y tecnológicamente, a abordar nuevos esquemas organizativos, porque el docente es un agente de cambio y la transformación de la Escuela en parte le corresponde a él.

Diapositiva 47

En síntesis abordar el ciclo citado de “enseñar a aprender”, “aprender a aprender”, “aprender a enseñar”.

Diapositiva 48

En esta conferencia he tenido que comprimir muchas ilusiones y proyectos, mucho interés en aprender y en colaborar, en la obtención y producción de conocimiento; y quedaría satisfecho si he sido capaz de que al menos parte de esa ilusión colaborativa de Descartes haya calado en ustedes, que esta relación que hoy hemos iniciado se plasme en futuros proyectos conjuntos y en definitiva que la Escuela nos hermane en nuestra “aldea global”.

Les reitero el agradecimiento del proyecto Descartes por el interés que han manifestado en el mismo y el deseo de próximas colaboraciones. Felicitar a los organizadores de este sexto encuentro, en particular a aquellos con los que hemos mantenido un contacto más directo, los profesores Llaguno y Pittamiglio.

Les deseo una fructífera jornada. Un cordial saludo y estoy a su disposición.

Bibliografía

Area, Manuel (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.

http://www.uv.es/RELIEVE/v11n1/RELIEVEv11n1_1.htm. Consultado el 17 de agosto de 2007.

Area, M. (2002). La integración escolar de las nuevas tecnologías. Entre el deseo y la realidad. *Organización y Gestión Educativa*, nº 6, noviembre-diciembre, 14-189. <http://webpages.ull.es/users/manarea/Documentos/Integración.pdf>. Consultado el 17 de agosto de 2007.

Arnal, J.; Del Rincón, D.; Latorre, A. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Grup92

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.

Consejería de Educación, Junta de Andalucía. (2005). *La incorporación de las TIC a la Educación. Política Educativa en Andalucía para la Sociedad del Conocimiento*. Sevilla: Consejería de Educación.

http://www.juntadeandalucia.es/averroes/actualidad/documentos/jornadas1_2005/politica.pdf. Consultado el 17 de agosto de 2007.

Consejería Educación Junta de Andalucía y MEC. (2006). *Experimentación Descartes en Andalucía (EDA). Página del proyecto*. Madrid (España): Ministerio de Educación y Ciencia. http://descartes.cnice.mecd.es/WEB_EDA/web_EDA.htm. Consultado el 17 de agosto de 2007.

Crespo, I., Galo, J.R. y Cañas, J.J. (2007). Detalle de la experiencia adquirida en una experimentación innovadora colegiada. *II Jornadas internacionales sobre políticas*

- Educativas para la Sociedad del Conocimiento*. Granada.
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/jornadas_internacionales/docs/upload/172/0172C.pdf Consultado el 17 de agosto de 2007.
- Da Ponte, J. P. (2000). Tecnologías de informação e comunicação na formação de profesores: que desafios?, monográfico: Tic en la educación, *Revista Iberoamericana de Educación*, 24, 63-90.
- Del Rincón, D.; Arnal, J.; Latorre, A.; Sans, A. (1995). *Técnicas de investigación en Ciencias Sociales*. Madrid: Dykinson.
- Echevarría, J. (1999). *Los señores del aire: Telépolis y el tercer entorno*. Madrid: Destino Editorial.
- EDA (2005). *Curso Descartes en el Aula*. Madrid (España): Ministerio de Educación y Ciencia y Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. Consultado el 17 de agosto de 2007 desde http://descartes.cnice.mecd.es/presentacion/descartes_aula_web.html
- EDA (2005). *Documento base de la Experimentación Descartes en Andalucía*. Madrid (España): Ministerio de Educación y Ciencia y Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. Consultado 17 de agosto de 2007 desde http://descartes.cnice.mecd.es/WEB_EDA/Documentos/documento_base5.htm
- EDA (2006). *Experimentación Descartes en Andalucía*. Madrid (España): Ministerio de Educación y Ciencia y Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. Consultado el 17 de agosto de 2007 desde 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.
http://www.uco.es/informacion/webs/seiem/ActasSIMP/IXseiem_cordoba.pdf.
 Consultado el 17 de agosto de 2007.
- Galo, J.R. y Cañas, J.J. (2006a). *Analysis of a constructivist experiment with ICT in mathematics education*. Madrid (España): International Congress of Mathematicians, ICM 2006.
http://icm2006.org/AbsDef/Posters/abs_0857.pdf. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- Galo, J.R. y Cañas, J.J. (2006b). *Análisis de una experimentación constructivista con TIC en el aprendizaje de las Matemáticas*. Huesca (España): X Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (grupo Pensamiento Numérico y Algebraico), X SEIEM
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_alhaken_ii/galo/presentacionXSEIEM/GALO_XSEIEM.pdf. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- Galo, J.R., Cañas, J.J y Crespo, I. (2007a). El metro patrón inexacto para medir exactamente. // *Jornadas internacionales sobre políticas Educativas para la Sociedad del Conocimiento*. Granada.

- http://www.juntadeandalucia.es/averroes/jornadas_internacionales/docs/upload/997/0997C.pdf Consultado el 17 de agosto de 2007.
- Galo, J.R., Cañas, J.J y Crespo, I. (2007b). Una experiencia innovadora con las TIC como motor de cambio metodológico. *XIII Jornadas sobre Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas (JAEM)*. Granada. Pdte. Publicación.
- Galo, J. R., García-Mollá, J., Núñez, Á. y Rodríguez, J. (2007) La Experimentación Descartes en Andalucía. *XIII Jornadas sobre Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas (JAEM)*. Granada. Pdte. Publicación.
- García-Mollá, J., Galo, J.R. y Crespo, I. (2007). Hermanamientos Escolares con Descartes desde Andalucía. *II Jornadas internacionales sobre políticas Educativas para la Sociedad del Conocimiento*. Granada.
- http://www.juntadeandalucia.es/averroes/jornadas_internacionales/docs/upload/1104/1104C.pdf Consultado el 17 de agosto de 2007.
- HEDA (2007). *Hermanamientos Escolares con Descartes desde Andalucía*. Madrid: MEC y CEJA. Consultado el 29 de marzo de 2007 desde <http://descartes.cnice.mec.es/heda/>
- Hodas, S. (1993). Technology Refusal and the Organizational Culture of Schools. *Education Policy Analysis Archives*. Volume 1 Number 10, 1993. <http://epaa.asu.edu/epaa/v1n10.html>. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- Kristjánsdóttir, A. (2004). Theories of learning mathematics and development of powerful ICT environments: Competitors or collaborators? *Plenary and regular lectures, Abstracts 10th International Congress on Mathematics Education*. Pág. 67.
- Kulik, J. (1994). Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction. In Baker, E.L. and O'Neil, H.F. Jr. (Eds.), *Technology Assessment in Education and Training*. (pp. 9-33). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lewin, K. (1946). "Action research and minority problems". *Journal of Social Issues*, 2, 34-46, 1946.
- Marchesi, Á. (2004). *Qué será de nosotros, los malos alumnos*. Madrid: Ed. Alianza.
- Marchesi, Á. y Martín, E. (2003). *Tecnología y aprendizaje. Investigación sobre el impacto del ordenador en el aula*. Ed. SM. <http://www.piloto.librosvivos.net/>. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- Marqués, P. (2006). Metodologías de Investigación. Modelo para el Diseño de una Investigación Educativa. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. <http://dewey.uab.es/pmarques/edusoft.htm>. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- McFarlane, A.; Bonnett, M. y Williams, J. (2000). «Assessment and Multimedia Authoring - A Technology for Externalising Understanding and Recognising Achievement», *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, pp. 201-212.
- OCDE (2004). *Aprender para el mundo de mañana: Resumen de resultados- PISA 2003*. INECSE, Madrid, 2004. Consultado el 17 de agosto de 2007 desde <http://www.ince.mec.es/pub/pisa2003resumenocde.pdf>.

- OCDE. (2005a). *PISA 2003: Preguntas liberadas. Matemáticas y Solución de problemas*. Instituto Nacional de Evaluación y calidad del sistema educativo (INECSE), Madrid. <http://www.ince.mec.es/pub/pisa2003liberados.pdf>. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- OCDE. (2005b). *Resultados en España del estudio PISA 2000. Conocimientos y destrezas de los alumnos de 15 años*. Instituto Nacional de Evaluación y calidad del sistema educativo (INECSE), Madrid. <http://www.ince.mec.es/pub/pisa2000infnacional.pdf>. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- OCDE. (2006a). *PISA 2003: Preguntas liberadas. Matemáticas y Solución de problemas*. Instituto Nacional de Evaluación y calidad del sistema educativo (INECSE), Madrid. <http://www.ince.mec.es/pub/pisa2003liberados.pdf>. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- OCDE (2006b). *Are Students Ready for Technology-Rich World. Manual de análisis de datos. Usuarios SPSS*. OCDE, París, 2006. Consultado el 17 de agosto de 2007 desde <http://www.oecd.org/dataoecd/28/4/35995145.pdf>.
- Olson, J. and S. Eaton (1986). *Case Studies of Microcomputers in the Classroom*. Toronto, Queens' Printer for Ontario, the Ontario Institute for Studies in Education
- Parr, J. (2000). *A review of the literature on computer-assisted learning, particularly integrated learning systems, and outcomes with respect to literacy and numeracy*. Wellington, New Zealand: Ministry of Education. www.minedu.govt.nz/web/document/document_page.cfm?id=5499. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- Proyecto Descartes (1999). *Página del proyecto*. Madrid (España): Ministerio de Educación y Ciencia. <http://descartes.cnice.mecd.es/>. Consultado el 17 de agosto de 2007..
- Reeves, T.C. (1998). *The impact of media and technology in schools: A research report prepared for The Bertelsmann Foundation*. The University of Georgia. <http://itech1.coe.uga.edu/~treeves/edit6900/BertelsmannReeves98.pdf>. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- Reisner, R.A. (2001). A History Of Instructional Design and Technology: Part I. A History of Instructional Media. *Educational Technology Research and Development*, 49(1), 53-64.
- Rojano, T. (2003). Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: Proyecto de innovación en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas de México. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33, 135-165. <http://www.rieoei.org/rie33a07.htm>. Consultado el 17 de agosto de 2007.
- Rodríguez, C. Directora General de Innovación Educativa, Junta de Andalucía (2005). Las TIC y la Educación. Una política de integración en la Comunidad Autónoma de Andalucía. *III Congreso Internacional de Educared, Madrid* Consultado el 17 de agosto de 2007.. <http://www.educared.net/congresoiii/docs/ComunicacionEDUCARED.pdf>.

Tiana, A. Secretario General Educación MEC (2006). *Discurso acto de clausura*. I Jornadas sobre alfabetización digital. Madrid.

<http://www.fiap.org.es/webosic/DOC/JAD%20notainfoclausura.pdf>. Consultado el 17 de agosto de 2007.

Zhao, Y., Pugh, K., Sheldon, S., y Byers, J. (2002). "Conditions for classroom technology innovations: Executive summary". *Teachers College Record*, 104 (3) 482-515.