

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD DE GRANADA



Trabajo de investigación tutelada

---

**Caracterización de los usos didácticos del profesor, de la PDI  
en educación matemática: una revisión bibliográfica**

**Elisa Santana Gil  
Granada, 2012**

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD DE GRANADA



## **Caracterización de los usos didácticos de la PDI por parte del profesor de matemáticas: una revisión bibliográfica**

Trabajo de investigación tutelada realizado bajo la dirección de los doctores José Luís Lupiáñez y Pablo Flores Martínez del Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, que presenta Elisa Santana Gil para su aprobación por el Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.

Dñ. Elisa Santana Gil

Vº Bº de los directores

Dr. D. José Luis Lupiáñez Gómez

Dr. D. Pablo Flores Martínez

**Granada, 2012**

## Indice

Introducción.....	5
Capítulo I. Justificación del problema.....	7
I.1. Importancia actual de las TIC .....	7
I.2. La Pizarra Digital .....	9
I.3. Identificación del problema de investigación.....	11
Capítulo II. Fundamentación .....	12
II.1. La PDI.....	12
II. 2. La PDI en la Educación Matemática .....	13
II.3. Fases de Glover y sus colaboradores .....	15
II. 4. Etapas del desarrollo de los profesores en el uso de la PDI.....	17
II.5. Antecedentes .....	18
Capítulo III. Objetivos y preguntas de investigación .....	20
III.1. Preguntas de investigación .....	20
III.2. Objetivo general .....	20
III.3. Objetivos específicos.....	20
Capítulo IV. Metodología.....	21
IV.1. Tipo de investigación .....	21
IV.2. Recolección de datos .....	22
IV. 3. Análisis de documentos.....	25
Capítulo V. Resultados .....	27
V.1. Análisis de los documentos .....	27
Capítulo VI. Conclusiones.....	42
Capítulo VII. Bibliografía .....	44
Anexo 1 .....	50



## ***Introducción***

La Pizarra Digital Interactiva (PDI) es un recurso tecnológico novedoso en educación que cada día se incorpora en mayor medida en los contextos y metodologías educativas. Existen gran variedad de recursos que pueden ser usados por los docentes en sus clases, y están en constante renovación, pero su uso no está totalmente implantado en los centros y no todos los profesores tienen acceso a ella ni reciben igual formación sobre cómo usarla. Esto conlleva que no haya aún una metodología clara sobre las PDI, y por lo tanto no existen unas pautas sobre el uso que los profesores pueden hacer de las PDI en el aula. Una de las grandes carencias actuales, es el impacto educativo que pueden generar este tipo de recursos informáticos:

*Carecemos de un corpus teórico suficientemente sistematizado que (...) explique o conceptualice cómo se generan procesos de innovación y mejora educativa trabajando con ordenadores en los centros y aulas. Es decir, tenemos mucha información empírica sobre las TIC en las escuelas, pero nos falta construir una teoría sobre este fenómeno particular de la realidad escolar que nos permita comprender qué sucede cuando los ordenadores entran en las escuelas, las causas de la resistencia del profesorado a integrar estas tecnologías en su práctica docente, o cómo implementar exitosamente estrategias de incorporación escolar de las TIC en un determinado contexto nacional o regional. (Area, 2010, p. 81)*

Nuestro interés en este trabajo es estudiar las oportunidades que brindan las PDI en la actividad docente, describiendo y caracterizando los posibles usos que puede hacer de ellas el profesor en el aula de matemáticas. Para ello, realizaremos una búsqueda y una selección de documentos en los que se describen estos usos y los analizaremos para dar una clasificación que pueda avanzar en esa dirección. Asimismo, este trabajo nos brinda un marco de actuación futura en el que pretendemos profundizar en la actividad docente del profesor cuando usa PDI.

El informe de este Trabajo de Fin de Máster se compone de seis capítulos. En el primero realizaremos una justificación de la relevancia del problema en la actualidad, así como un primer planteamiento de éste. Seguidamente, en el segundo capítulo, fundamentamos la investigación llevada a cabo en base a la importancia actual de las TIC y la PDI y su influencia en el campo de la Didáctica de las Matemáticas.

En el tercer capítulo delimitaremos la pregunta y los objetivos que hemos afrontado con nuestro estudio y en el cuarto describimos la metodología seguida y el tipo de investigación en el que se enmarca nuestro estudio.

Por último, en el capítulo cinco se exponen los resultados del estudio, para concluir en el capítulo seis con las conclusiones obtenidas de nuestra investigación. Además se incluye un capítulo con la bibliografía consultada y un anexo en el que se detallan los resúmenes de los documentos que fueron objeto de nuestro estudio final.

## ***Capítulo I. Justificación del problema***

Como ya hemos mencionado, las Pizarras Digitales Interactivas (PDI) son relativamente nuevas en los entornos educativos y su incorporación en las aulas forma parte del auge de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación. Por ello, comenzaremos por describir la importancia de las TIC para a continuación analizar qué es una PDI.

### **I.1. Importancia actual de las TIC**

Nos encontramos ante una sociedad en la que se están experimentando importantes cambios. Manuel Castells (1997), destaca que el motor de todos estos cambios son las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

El uso de las TIC está transformando todos los hábitos existentes en los últimos siglos. Estos cambios son aún más fuertes en el ámbito de los estudiantes ya que éstos están naciendo en una sociedad totalmente digitalizada. Por este motivo, las TIC influyen directamente sobre los procesos de enseñanza aprendizaje, lo que se refleja en las nuevas normativas educativas:

En la Orden ECI/221/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Primaria, el artículo 6, Competencias básicas, recoge que la competencia digital es una de las competencias básicas que el alumnado deberá adquirir en la enseñanza básica. Esta competencia consiste en disponer de habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información, y para transformarla en conocimiento.

En el apartado 2 del artículo 8, Principios metodológicos, puede leerse: “La metodología didáctica será fundamentalmente, comunicativa, activa y participativa, y dirigida al logro de los objetivos, especialmente aquellos aspectos más directamente relacionados con las competencias básicas”.

El proyecto educativo, al que hace referencia el artículo 121.1 de la LOE, debe fijar la concreción de las competencias básicas y en consecuencia de la competencia digital en el currículo de cada centro decente, como parte de su autonomía pedagógica y organizativa.

La secuenciación del tratamiento de la información y competencia digital (TICD) para los diferentes cursos y áreas, debe basarse en las pautas establecidas en los Reales Decretos 1513/2006, de 7 de diciembre, y 1631/2006, de 29 de diciembre y en los decretos de ordenación curricular de las Comunidades Autónomas.

Esta idea también la recoge el documento de UNESCO sobre competencias TIC para docentes, que fue presentado el 8 de Enero de 2008 en Londres.

*El objetivo del proyecto relativo a las Normas UNESCO sobre Competencias en TIC para Docentes (NUCTICD) es mejorar la práctica de los docentes en todas las áreas de su labor profesional. Al combinar las competencias en TIC con innovaciones en la pedagogía, el plan de estudios y la organización del centro docente, las Normas se han concebido para la formación profesional de los docentes que van a utilizar las competencias y recursos en TIC para mejorar su enseñanza, cooperar con sus colegas y, en última instancia, poder convertirse en líderes de la innovación dentro de sus respectivas instituciones. La finalidad global del proyecto no sólo es mejorar la práctica de los docentes, sino también hacerlo de manera que contribuya a mejorar la calidad del sistema educativo, a fin de que éste pueda forjar ciudadanos más instruidos e informados y trabajadores muy calificados que hagan progresar el desarrollo económico y social de sus países (2007, p. 2).*

El conjunto de trabajos, estudios, investigaciones, informes evaluativos desarrollados en esta última década sobre las TIC podría clasificarse en cuatro grandes prioridades (Area, 2005):

- Estudios sobre indicadores cuantitativos que describen y miden la situación de la penetración y uso de TIC en los sistemas escolares a través de ratios o puntuaciones concretas de una serie de dimensiones.
- Estudios sobre los efectos de las TIC en el rendimiento y aprendizaje del alumnado.
- Estudios sobre las perspectivas, opiniones y actitudes de los agentes educativos externos (administradores, supervisores, equipos de apoyo) y del profesorado hacia el uso e integración de las tecnologías en las aulas y centros escolares.



- Estudios sobre las prácticas de uso de las TIC en los centros y aulas desarrollados en contextos reales.

Nuestra investigación se sitúa en la cuarta de esas prioridades, ya que exploramos el papel que pueden jugar las PDI en el aula de matemáticas, analizando los posibles usos que el profesor puede hacer de ellas. El impacto de la tecnología en la actividad docente del profesor en el aula, sigue siendo objeto de estudio en Educación Matemática. Drijvers y sus colaboradores (2010) sostienen que a pesar del reconocido potencial que tiene la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje, su integración en el aula tiene aún importantes lagunas que superar y que el profesor juega un papel crítico en ese proceso. Estos autores afirman que:

*Para ayudar a los profesores a sacar provecho de la tecnología en la enseñanza cotidiana de las matemáticas, es importante tener más información acerca de qué técnicas docentes son las que emergen en una clase con tecnología y cómo ésta se relaciona con la visión de los profesores de la educación matemática y el papel que la propia tecnología juega en ella (p. 214).*

## **I.2. La Pizarra Digital**

Entre los recursos que ofrecen las TIC, se encuentran las Pizarras Digitales Interactivas (PDI). Que fueron introducidas en el mundo de las tecnologías, en 1991, por Smart Technologies, aunque aparecieron en la educación algo más tarde. Muchos han sido los cambios que han sufrido en estos 21 años y varias las empresas que las desarrollan hoy en día (Smart, Promethean, entre otras).

Actualmente, según datos de Smart Technologies<sup>1</sup>, las pizarras digitales son usadas en más de 50 países, con más de dos millones de PDI instaladas en aulas desde primaria a secundaria,

Las PDI, junto a Internet, constituyen la base tecnológica de la llamada Escuela Tic 2.0., proyecto diseñado por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía que

---

<sup>1</sup> <http://smarttech.com/>

fue presentado a principios de los cursos escolares 2009/2010 y 2010/2011 al profesorado de los centros educativos andaluces de Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria. Este programa, intenta que las tecnologías de la información y comunicación se conviertan en una herramienta fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje, comenzando por dotar de PDI a todos los centros educativos andaluces y de portátiles a los alumnos.

Para el uso de la pizarra digital necesitamos al menos una pantalla interactiva sensible, un ordenador multimedia compatible con el software de la PDI que nos lo proporciona el fabricante y un proyector conectado al ordenador. Si además disponemos de internet y de algunos softwares complementarios podremos dar rienda a las ventajas que las PDI nos ofrecen en las aulas.

En el Software proporcionado con la pizarra u obtenido por separado, se incluye una variedad de funciones, incluyendo aquellas que replican las tecnologías no digitales tales como rotafolios, pizarras de borrado en seco, proyectores, proyectores de diapositivas y reproductores de vídeo, así como otros que no eran posibles en una pizarra tradicional o una pantalla vertical, tales como:

- Arrastrar y soltar (los objetos se pueden mover)
- Ocultar y revelar (objetos colocados sobre los demás se puede quitar)
- Realzar (color transparente se puede colocar sobre la escritura u otros objetos)
- Animación (los objetos pueden rotar, ampliar y mover a lo largo de una ruta determinada)
- Almacenamiento indefinido y recuperación rápida del material
- Retroalimentación (cuando un objeto particular se toca, una respuesta visual o auditiva se genera. (Glover et al., 2005)

Finalmente podemos destacar que, con la PDI, también se pueden usar aplicaciones propias del ordenador (Excel, PowePoint, Geogebra...), aprovechar el acceso a internet y usar recursos digitales especialmente realizados para el aula que permiten una mayor visualización e interacción entre alumno-profesor-material.

### **I.3. Identificación del problema de investigación**

A la vista de toda esta información, podemos afirmar que los usos que los profesores de matemáticas hacen de la PDI son merecedores de estudio, y que resulta de interés analizarlos en el campo de la Educación Matemática.

Ya que existen diferentes caminos para analizarlos, y en vista a la diversidad de estudios, publicaciones e investigaciones sobre el tema, hemos decidido realizar una selección de publicaciones con una búsqueda de documentos de investigación en diferentes bases de datos y analizar los usos que se describen en ellos. Por lo que nuestro estudio podría servir como base o ayuda para futuras investigaciones sobre la actividad docente del profesor e incluso para que éstos puedan disponer de una serie de recomendaciones para explorar cómo sacar partido desde un punto de vista didáctico a la PDI en sus lecciones de matemáticas.

## ***Capítulo II. Fundamentación***

Como ya hemos descrito la relevancia de las TIC en educación, para fundamentar nuestro estudio, comenzaremos justificando la relevancia de las PDI en el campo de la didáctica y qué aportaciones nos ofrecen en las aulas, para continuar con su importancia en la Didáctica de la Matemática.

Una preocupación importante es el uso que se hace de la pizarra por parte de los profesores. Si queremos comprender y difundir el uso educativo de la PDI en la enseñanza de las matemáticas debemos estudiar qué usos pueden hacerse, según lo que se aprecia en la literatura de investigación. Por ello hemos examinado diferentes marcos teóricos, quedándonos con el análisis en que Glover et al (2005), clasifican diferentes fases de utilización de la PDI por parte de los profesores. Por último observaremos algunos antecedentes de estudios sobre las PDI en educación.

### **II.1. La PDI**

Marqués (2006) define Pizarra Digital como un sistema tecnológico que consiste en un ordenador multimedia conectado a Internet y un vídeo-proyector (o cañón) que proyecta a gran tamaño sobre una pantalla o pared lo que muestra el monitor del ordenador.

Como ya señalamos en el capítulo anterior, la introducción de las TIC en educación ha dado lugar a cambios sustanciales en la metodología de enseñanza, aunque también se han potenciado métodos tradicionales, basados en la presentación de información, cuando se emplean con este fin. Por tanto se refuerza la idea de que los materiales y recursos por si mismos no suponen un cambio en la enseñanza, a menos que se basen en explotar sus cualidades educativas y adaptarlos a nuevos retos. La pizarra digital, que además tiene la particularidad de encerrar un recurso clásico en la enseñanza de las matemáticas, como es la pizarra, ha dado lugar a una gran diversidad de formas de utilizarla, encontrándose actualmente en constante evolución. Debido a todas estas ventajas, la pizarra interactiva permite una progresiva innovación en las prácticas docentes, una mejora de la motivación y atención de los alumnos y la disponibilidad de nuevas herramientas para atender la diversidad de los alumnos, especialmente a aquellos con discapacidades o dificultades severas o moderadas para el

aprendizaje, como señala el informe “Red.es”. (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2006).

En este informe se señalan como beneficios generales de las PDI, el aumento de la eficiencia y eficacia en el proceso de enseñanza y que es un recurso aplicable a todas las etapas educativas. Por otro lado, como beneficios para los docentes indican que es un recurso flexible y adaptable a diferentes estrategias docentes, posibilita el acceso a una tecnología TIC atractiva y de uso sencillo, favorece el interés de los docentes por la innovación y el desarrollo profesional y ahorra tiempo a los docentes al poder grabar, imprimir y reutilizar las lecciones. Por último como beneficios para los alumnos señala el aumento de la motivación y aprendizaje de éstos y que es beneficiosa para alumnos con diferentes discapacidades.

Por otra parte, Marqués (2006), señala que la pizarra digital también conlleva algunos problemas que es necesario considerar para reducir su impacto, entre otros, que hay que prever una buena luminosidad y una resolución suficiente del video proyector, los problemas logísticos que pueden evitarse con una buena instalación fija del video proyector, es una tecnología costosa y de mantenimiento costoso, la calibración se puede perder si el video proyector es móvil y se requiere formación para poder aprovechar al máximo las prestaciones del software asociado.

A la vista de todas las aportaciones que nos ofrecen las PDI, los profesores encuentran unas posibilidades didácticas que la pizarra tradicional y los libros de texto no les ofrecen, por lo que si quieren aprovechar al máximo las posibilidades que les ofrece deben modificar su metodología docente. Por lo que resulta de interés poder caracterizar los usos de los profesores para poder llegar a definir unas nuevas metodologías adaptadas a la PDI.

## **II. 2. La PDI en la Educación Matemática**

Una vez observadas las aportaciones de las TIC y las PDI a la educación nos centraremos las aportaciones que estas hacen al campo de la Didáctica de las Matemáticas.

A través de la tecnología puede potenciarse la implicación de los alumnos en las ideas matemáticas abstractas, además la tecnología ofrece posibilidades de adaptación de la enseñanza a las necesidades especiales de los alumnos (NCTM, 2003):

*El uso eficaz de la tecnología en las clases de matemáticas depende del profesor. La tecnología no es una panacea. Como cualquier herramienta, puede ser usada bien o deficientemente. Los profesores deberían utilizar la tecnología para enriquecer las oportunidades de aprendizaje de sus alumnos, seleccionando o creando tareas matemáticas que se beneficien de lo que ella puede hacer. (p. 27)*

La tecnología puede ayudar a los profesores a relacionar el desarrollo de las destrezas y los procedimientos con el desarrollo más general del conocimiento matemático. Debido al carácter gráfico y visual de las matemáticas la PDI puede servir para facilitar la visualización e interacción de los alumnos con las gráficas y figuras, por lo que con un uso apropiado de la tecnología, los estudiantes pueden aprender más matemáticas y con mayor profundidad (Dunham y Dick, 1994).

Por otro lado, la existencia de muchas aplicaciones en la red con actividades interactivas para los alumnos, sirve de gran ayuda a los profesores, mientras que la interactividad que éstas les ofrece a los alumnos motiva su interés y participación.

Las PDI proporcionan la facilidad para modificar la visualización electrónica, y guardar e imprimir la información mostrada. Y ofrecen la posibilidad de combinar el texto escrito, símbolos y diagramas en un mismo soporte electrónico, Greiffenhagen (2000).

Como Ball (2003) destaca, el uso de las pizarras digitales interactivas en aulas pueden influir en la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas porque:

- Una imagen compartida en el aula fomenta la discusión.
- El ritmo de la lección se incrementa, debido a que el profesor no pierde el tiempo pensando en la siguiente pregunta, escribiéndolo en la pizarra, etc.
- Anima a los profesores a planificar lecciones con actividades interactivas que involucren a toda la clase.
- El profesor puede ser percibido como un aprendiz al lado de los alumnos.
- El profesor puede observar la clase.

- El profesor puede concentrarse en las respuestas de los alumnos, porque el programa está impulsando la lección.
- Se pueden diseñar o adquirir sencillos programas dedicados a temas específicos de matemáticas.
- Se pueden cambiar rápidamente números, diagramas y gráficos.
- Hay gran disponibilidad de imágenes dinámicas que pueden modificarse con un lápiz digital o el dedo.
- Es fácil cambiar entre los diferentes modos cuando se está utilizando diferentes programas.

Queda fundamentado, por tanto, que las PDI en el campo de la Didáctica de la Matemática pueden servir para mejorar la enseñanza y aprendizaje de los alumnos, pero que esto depende en gran medida del uso que los profesores hagan de ella.

Pasamos ahora a enumerar algunas clasificaciones de los usos que los profesores pueden realizar de la PDI y la tecnología en sus aulas.

### **II.3. Fases de Glover y sus colaboradores**

En la primera fase de la investigación “Developing Pedagogic Skills for the Use of the Interactive Whiteboard in Mathematics”, Glover y sus colaboradores (2005), desarrollan una tipología para clasificar las lecciones de matemáticas con las PDI. Sus investigaciones les llevan a considerar que los usos que hacen los profesores son acumulativos, concibiendo los diversos usos como un proceso de evolución. Fruto de ella los profesores pasan por tres fases pedagógicas que evolucionan al hacerse más fluido el uso de la PDI, gracias a nuevas técnicas y a la adquisición de una mayor comprensión de la interactividad.

Estas fases son las siguientes:

- **Apoyo didáctico.** Esta fase se caracteriza por que el profesor hace algún uso de la PDI pero sólo como un apoyo visual a la lección y no como una estrategia integral para el desarrollo conceptual. El efecto es que los alumnos ven el uso de la PDI como una novedad en la lección, pero en términos pedagógicos, ilustra, en lugar de desarrollar conceptos. Sin embargo, los maestros suelen empezar a utilizar sus propios materiales

"tradicionalmente" a través de PowerPoint, Excel o programas producidos comercialmente.

- **Interactiva.** Fase que marca una progresión de la etapa de apoyo didáctico, ya que se utiliza para incorporar elementos de la lección, que los alumnos deben pensar, mediante el uso de variados estímulos verbales, visuales y estéticos. Hay una tendencia a explorar más a fondo el potencial del PowerPoint, Excel y las herramientas de software que incluye la PDI. La PDI se convierte en el foco de atención del alumno por lo general para ilustrar, desarrollar y probar conceptos discretos. En esta fase, hay momentos en los que el profesor hace uso de los enfoques convencionales para asegurar el desarrollo cognitivo y no hay evidencia de la falta ocasional de confianza en la tecnología o su poder de enseñanza. La PDI ya no es una novedad para los alumnos, está integrada en la enseñanza y el aprendizaje del aula, pero su potencial no se desarrolla completamente. Por lo general, en esta etapa los maestros avanzan técnicamente en lugar de interactivamente, produciendo a menudo presentaciones sofisticadas, pero estáticas.
- **Mejora interactiva.** Es una progresión de la etapa anterior, marcada por un cambio en el pensamiento del profesor, que trata de utilizar la tecnología como una parte integral de la mayoría de sus clases y que integra el concepto y el desarrollo cognitivo, de manera que explota la capacidad interactiva de la tecnología. Como resultado, los profesores son conscientes de las técnicas que tienen disponibles, son fluidos en su uso, y estructuran la lección de modo que existe una oportunidad real para que los alumnos respondan a los estímulos de la PDI, ya sea de manera individual, en parejas o grupos, a través del aprendizaje activo. La PDI se utiliza como un medio de discusión del sistema, para explorar alternativas, explicar procesos, desarrollar hipótesis o estructuras y probarlos por medio de diversas aplicaciones. En esta etapa los maestros muestran una mejor comprensión del proceso de aprendizaje, hablan sobre las formas en que la tecnología puede apoyar el aprendizaje, y muestran ingenio a la hora de desarrollar materiales para satisfacer las necesidades específicas de aprendizaje, incluyendo la diferenciación de tareas para los alumnos, a menudo centradas en la PDI. Son conscientes de la contribución de la PDI



a diferentes tipos de aprendizajes y tratan de utilizarla de dos maneras; a través del protagonismo de los alumnos en el aprendizaje activo, con un uso mayor de trabajo en parejas y en grupo, y mediante el movimiento de los datos de la pizarra de una manera similar al activo para que la verbal y visual estén relacionadas con cambios espaciales que tienen un impacto en el alumno. Esta etapa se caracteriza también por un considerable intercambio de información entre maestro-alumno.

#### **II. 4. Etapas del desarrollo de los profesores en el uso de la PDI**

Beauchamp (2004) sugiere un marco de transición genérico para describir las etapas de desarrollo en el uso de los profesores de la PDI, desde el principiante hasta el experto. Las etapas consideran el sistema operativo en uso y la gestión de archivos, habilidades mecánicas, los usos de programas y la gestión del aula y la pedagogía. Los cinco niveles se resumen como:

- **Sustitución de la pizarra tradicional.** El profesor sigue trabajando con un estilo de enseñanza similar. No hay "ningún cambio fundamental en la pedagogía necesaria para la integración de las nuevas tecnologías "(p. 331).
- **Usuario Aprendiz.** Esta etapa de desarrollo "se caracteriza por el uso de una gama más amplia de habilidades informáticas existentes en un contexto de enseñanza, a pesar de que las lecciones aún son lineales en gran medida" (p. 334). Los estudiantes utilizan la pizarra dentro de las lecciones y se utilizan programas conocidos como PowerPoint, como un medio para obtener información con el mínimo uso de materiales externos procedentes de Internet.
- **Usuario Iniciado.** El cambio fundamental en esta etapa es la "conciencia del potencial de la PDI para cambiar y mejorar la práctica" (p. 338). Emerge una nueva pedagogía que combina las habilidades del profesor y de los alumnos para explorar una gran gama de recursos. Presenta una mayor participación de los alumnos, sin embargo, está planificada por el profesor y es una acción física. El alumno se limita a la manipulación de herramientas de la PDI que no conducen al desarrollo conceptual.

- **Usuario Avanzado.** El maestro se encuentra ahora en una fase de exploración, donde nuevas funciones como hipervínculos, archivos de sonido y gráficos, se agregan a la estructura de la lección existente. Los estudiantes están comprometidos como participantes activos, lo que puede implicar el acceso del estudiante al bloc de clase.
- **Usuario Sinérgico.** La fundamentación de la etapa final es "el crecimiento de la igualdad entre profesor y alumno". Se centra en las oportunidades para crear "escenarios de aprendizaje nuevos" donde el maestro demuestra "una interacción intuitiva con la tecnología que facilita una estructura de la lección más fluida" (p. 343).

## II.5. Antecedentes

La presencia de un elevado número de documentos e investigaciones sobre las PDI, no sólo en las aulas de matemáticas sino en cualquier materia y que éstas se empleen en todo el mundo, dan muestra de la importancia del estudio de este campo en la actualidad.

Algunos ejemplos pueden verse en la investigación de Glover y Miller (2001), en la que se analiza el impacto de la introducción de la pizarra digital en una escuela secundaria, desde el punto de vista de los profesores y de los alumnos. Así como numerosas publicaciones de informes y manuales para el uso de las PDI en las aulas en España, como Red.es (MCIT, 2006), informe en el que se intenta dar respuesta a interrogantes como qué beneficios se obtienen con el empleo de las PDI en las aulas, qué tipo de pizarra se ha de seleccionar, qué aspectos han de ser considerados para asegurar el éxito de la iniciativa y qué impacto va a tener la actuación en el proceso educativo. O el proyecto del grupo DIM de Marqués (2006), que presenta todo lo que un profesor debería saber sobre la PDI, y sugiere algunos buenos modelos de utilización de eficacia didáctica demostrada.

Fuera de España, también encontramos informes de este tipo, como el del National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics (NCETM, 2010), informe centrado en primer lugar en el desarrollo y mejora del uso de las TIC en las clases de matemáticas y en segundo lugar haciendo una reflexión sobre la frecuencia de uso de las TIC por los docentes y los alumnos en las clases de matemáticas.

Por otro lado, ya que la selección de los documentos a estudiar en nuestro trabajo consiste en una revisión bibliográfica, cabe señalar que existen varios documentos que realizan una revisión bibliográfica sobre las PDI en educación en general. Son, por ejemplo, SMART Technologies Inc. (2005), en el que se recopilan varios estudios de caso en Estados Unidos, Reino Unido y Australia, para ayudar a los educadores a sopesar los beneficios del uso de las PDI en las aulas; DiGregorio y Sobel-Lojeski, (2010) llevan a cabo una revisión de la literatura para comprender mejor la investigación hasta la fecha sobre la PDI, analizando su efecto en la pedagogía, la motivación, la interacción, la percepción, el aprendizaje y los logros de los escolares. O por último la realizada por Glover, Millar, Averis y Door (2005), que describen la progresión que se ha producido en la introducción de la tecnología en las escuelas o universidades y los beneficios percibidos en la motivación de los alumnos y los profesores.

## ***Capítulo III. Objetivos y preguntas de investigación***

Una vez mostrado el contexto y la fundamentación de nuestra investigación, pasamos a concretar las preguntas que nos surgieron el estudio y que nos llevaron a definir nuestro objetivo general, para después concretarlo en ciertos objetivos específicos.

### **III.1. Preguntas de investigación**

Después de lo expuesto, sobre lo novedoso y relevante de las PDI en el campo de la educación matemática, nos hemos propuesto afrontar la siguiente pregunta: *¿Cómo usan los profesores de matemáticas la pizarra digital en sus clases?*

### **III.2. Objetivo general**

En consonancia con la pregunta anterior, el objetivo general de este trabajo es *analizar y caracterizar el papel de la PDI en la actividad docente del profesor, mediante un análisis de los artículos seleccionados tras una revisión de literatura de investigación de Educación Matemática entre los años 2000 y 2012.*

### **III.3. Objetivos específicos**

El objetivo anterior se puede concretar en los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar y clasificar las publicaciones existentes en ciertas bases de datos, sobre las PDIs en el campo de la educación matemática, desde el año 2000 hasta mayo de 2012.
2. Elegir de los documentos anteriores aquellos que muestren usos por parte de los profesores.
3. Analizar y caracterizar los usos que se describen en cada uno de los artículos seleccionados.

## *Capítulo IV. Metodología*

En este capítulo describiremos la metodología empleada en el estudio, especificando en primer lugar el tipo de investigación que hemos llevado a cabo, para seguidamente describir los medios usados para la búsqueda de documentos y concluir explicando cómo hemos llegado a los criterios de clasificación usados.

### **IV.1. Tipo de investigación**

Nuestro estudio consta de dos fases. La primera, en la que seleccionamos los documentos que someteremos a estudio, es una revisión bibliográfica centrada en los artículos e investigaciones existentes sobre la pizarra digital en el campo de la Didáctica de la Matemática. En la segunda describimos, analizamos y caracterizamos los posibles usos derivados de esa búsqueda.

Según Sampieri y sus colaboradores (1998), los tipos de investigación de revisión bibliográfica pueden ser:

- **Exploratoria:** Básicamente cuando el tema es poco estudiado o no ha sido estudiado antes o bien cuando se aplica en un contexto distinto al ámbito que se aplicó previamente.
- **Descriptiva:** cuando el objetivo es medir y especificar las propiedades más concretas de lo que estamos analizando.
- **De Correlación:** Es la medida o fuerza de relación entre dos variables. Es comprobar el comportamiento de un concepto en función de otro. Cuando mayor sea el número de variables que correlacionan, mayor será la eficacia de la explicación del comportamiento de la variable independiente.
- **Explicativa:** Busca la causa de porqué ocurren las cosas o ciertos sucesos. Es más estructurada que las anteriores y significa que tratará de encontrar la causa basándose en documentos o teorías (evidencias).

De acuerdo a esta clasificación, nuestro estudio es de naturaleza exploratoria-descriptiva, ya que exploramos los documentos existentes para después seleccionar y analizar los que permiten afrontar los objetivos propuestos.

## IV.2. Recolección de datos

Para realizar la búsqueda de los documentos, hemos indagado en diferentes bases de datos. La elección de estas bases fue realizada en las bases de datos estudiadas en la asignatura “Métodos para la gestión y evaluación de la investigación en Didáctica de la Matemáticas” del Máster en Didáctica de Matemáticas de la Universidad de Granada. Estas bases de datos fueron:

- **MathEduc**<sup>2</sup>, es la única base de datos de referencia internacional que ofrece una panorámica mundial de la literatura sobre la investigación, la teoría y la práctica en la educación matemática. MathEduc también abarca la educación en ciencias de la computación a nivel elemental. El alcance incluye literatura para todos los niveles de la escuela hasta la enseñanza universitaria, formación de profesores, capacitación laboral. Cerca de 500 revistas de todo el mundo son evaluadas, así como libros y material didáctico.
- **SCOPUS**<sup>3</sup>, es una base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. Cubre aproximadamente 18,000 títulos de más de 5,000 editores internacionales, incluyendo la cobertura de 16,500 revistas revisadas por pares de las áreas de ciencias, tecnología, medicina y ciencias sociales incluyendo artes y humanidades.
- **Web of Science (WOS)**<sup>4</sup>, es un servicio online de información científica, suministrado por Thomson Reuters, integrado en ISI Web of Knowledge, WoK. Facilita el acceso a un conjunto de bases de datos en las que aparecen citas de artículos de revistas científicas, libros y otros tipos de material impreso que abarcan todos los campos del conocimiento académico. Permite acceder a las publicaciones previas de una determinada investigación publicada a través del acceso a sus referencias bibliográficas citadas, o también, a las publicaciones que citan un documento determinado para descubrir el impacto de un trabajo científico sobre la investigación actual. Por último, permite conectarse al texto completo de publicaciones primarias y otros recursos y acceder a ellos

---

<sup>2</sup> <http://www.zentralblatt-math.org/matheduc/>

<sup>3</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Scopus>

<sup>4</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Web\\_of\\_Science](http://es.wikipedia.org/wiki/Web_of_Science)

mediante un sistema de búsqueda basado en palabras clave. Incluye 7 bases de datos, estas bases de datos indexan el contenido de casi 10,000 revistas de ciencia, tecnología, ciencias sociales, artes, y humanidades y más de 100,000 actas de conferencias y congresos. Se actualiza semanalmente.

- **DIALNET**<sup>5</sup>, es un portal de difusión de la producción científica hispana, que inició su funcionamiento en el año 2001, especializado en ciencias humanas y sociales. Su base de datos, de acceso libre, fue creada por la Universidad de La Rioja (España). Incluye una hemeroteca virtual que contiene los índices de las revistas científicas y humanísticas de España, Portugal y Latinoamérica, incluyendo también libros (monografías), tesis doctorales, homenajes y otros tipos de documentos.

Los criterios de selección de los artículos que pusimos en juego fueron:

1. En primer lugar, que contengan en las palabras clave alguno de los términos, “pizarra digital interactiva” o “interactive whiteboard”
2. Que en su título o resumen aparezca el término “matemáticas” o “mathematics”.
3. A continuación, pasar al análisis del documento y elegir sólo los que expongan usos que los profesores de matemáticas hacen de la PDI en sus clases.

Por ejemplo, uno de los documentos que encontramos en la primera búsqueda en la base de datos SCOPUS, es Syh-Jong y Meng-Fang (2012), con el título “Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards”, en el que aparece expresamente el término “interactive whiteboards”, por lo que satisface la primera selección. Pero además, cita el término “mathematics”, por lo que también cubre el criterio 2. Al leer su resumen podríamos pensar que habla sobre los usos que los profesores taiwaneses hacen de la PDI, pero al realizar una lectura más profunda del documento descubrimos que éste no describe los usos, sino que analiza los resultados de unos test realizados a profesores y alumnos para observar el impacto de la PDI en el conocimiento y contenido pedagógico tecnológico,

---

<sup>5</sup> <http://dialnet.unirioja.es/>

por lo que finalmente descartamos este documento por no servirnos para nuestro estudio.

Al realizar la búsqueda en las distintas bases, obtenemos una cantidad de resultados (1) al seleccionar los documentos que contienen el término “pizarra digital interactiva” o “interactive whiteboard”, al elegir sólo los que contiene los términos “matemáticas” o “mathematics” en su resumen o título, obtenemos una nueva cifra (2), por último al realizar una lectura de sus resúmenes y en algunos casos de los textos al completo, elegir los que describan usos por parte de los profesores., seleccionamos sólo los de nuestro interés (3). El número de resultados obtenidos en cada caso para cada base de datos puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. *Resumen de documentos obtenidos en cada fase de la búsqueda en las bases de datos*

Base de datos	Documentos encontrados (1)	Documentos seleccionados (2)	Documentos Estudiados (3)
MathEduc	42	22	7
SCOPUS	168	15	1 (ya en MathEduc)
WOS	137	12	1 (ya en SCOPUS)
DIALNET	74	3	1

Finalmente obtuvimos 8 artículos para ser objeto de nuestro estudio, que aparecen descritos en la Tabla 2.

Tabla 2. *Artículos sometidos a estudio en esta investigación*

Autor y Año	Título	Publicación
A. Greiffenhagen, C (2000)	From traditional blackboards to interactive whiteboards: a pilot study to inform system design	Proceedings of the 24th International Conference Psychology of Mathematics Education (PME 24, Hiroshima, Japan, July 23–27, 2000), Volume 2, pp. 305–313



---

B. Ball Barbara, (2003)	Teaching and Learning Mathematics with an interactive whiteboard	Micromath, 4-7, 2003
C. Miller, D.J, Glover, D & Averis, D. (2003)	The impact of interactive whiteboards on classroom practice: examples drawn from the teaching of mathematics in secondary schools in England.	The Mathematics Education into the 21st Century Project: Proceedings of the International Conference The Decidable and the Undecidable in Mathematics Education, Brno, Czech Republic. ISBN 83-919465-1-7
D. Penny Knight, Jennie Pennant and Jennifer Piggott, (2004)	What does it mean to "Use the Interactive Whiteboard" in the daily numeracy lesson?	Micromath 20, No. 2, 14-16,2004
E. Miller, D., Glover, D. and Averis, D. (2005)	Presentation and pedagogy: the effective use of interactive whiteboards in mathematics lessons	D. Hewitt and A. Noyes (Eds), Proceedings of the sixth British Congress of Mathematics Education held at the University of Warwick, pp. 105- 112
F. Vincent FREAL (2009)	Le Tableau Blanc Interactif en Mathematiques, un outil qui facilite l'apprentissage?	REPERES - IREM. N° 74, 23-29- janvier 2009
G. Maria José Rey, (2010)	Una experiencia TIC en la clase de matemáticas	DIM, (2010), 1669-3748 N° 19
H. Penelope Serow & Rosemary Callingham (2011)	Levels of use of Interactive Whiteboard technology in the primary mathematics classroom	Technology, Pedagogy and Education, 20:2, 161-173

---

### IV. 3. Análisis de documentos

Una vez seleccionados los ocho documentos anteriores, pasamos a el análisis de cada uno de ellos. En cada documento realizamos las siguientes acciones. En primer lugar hacemos una lectura previa para comprender el artículo, volvemos a leer el artículo e

identificamos los usos que se describen, desglosándolos, para terminar analizándolos y clasificándolos, tal y como mostramos en el siguiente capítulo.

## ***Capítulo V. Resultados***

Pasamos ahora a desarrollar los resultados que hemos obtenido en las dos fases de nuestro estudio. En primer lugar describiremos los resultados obtenidos en la búsqueda y selección de documentos y posteriormente realizamos el análisis y clasificación de estos.

El proceso de búsqueda y selección de documentos ya ha sido detallado en IV.2., por lo que a continuación expondremos una serie de tablas en las que se recogen diferentes características de los documentos.

Para comenzar mostramos la Tabla 3, en la que se clasifican los 8 textos estudiados según versen sobre profesores de primaria o secundaria, indicándose, en los casos que sean conocidos, los cursos o edades de los alumnos entre paréntesis junto al identificador del documento.

Tabla 3. *Clasificación de los documentos por nivel educativo*

Primaria	Secundaria
C (Y7 en UK equivale a 6° de Primaria)	A
D	B (Y9 en UK equivalente a 2° ESO)
F (CM1y CM2 Francia equivalente a 4° y 5° de Primaria)	E F (3° de ESO)
G (de 5 a 12 años en Australia, equivalente a Primaria)	

### **V.1. Análisis de los documentos**

Usamos la codificación de los documentos de la Tabla 3 para describirlos.

**A.** Greiffenhagen (2000), “From traditional blackboards to interactive whiteboards: a pilot study to inform system design”, (De las pizarras tradicionales a las Pizarras Digitales Interactivas: un estudio piloto sobre el diseño del sistema). En este estudio se

analiza a un profesor de matemáticas de secundaria durante tres meses mediante grabaciones de cada sesión y se le realiza una entrevista al término de cada una de ellas.

Cada sesión se divide en dos partes, la primera en la que el profesor introduce un nuevo tema o revisa el anterior, y la segunda, en la que los alumnos trabajan solos o en parejas las preguntas del libro de texto. Esta organización es bastante común en la enseñanza de las matemáticas, Jarworski (1994, p. 8).

La PDI sólo es usada en la primera parte, en la que escribe sus explicaciones, señalando cómo diferencia frente a la pizarra tradicional, ya que puede guardar sus lecciones que luego pueden ser recuperadas, imprimidas, enviadas por internet, etc.

A la vista de los usos descritos en esta investigación podemos decir que este profesor usa la PDI como un apoyo visual a la lección y no como una estrategia integral para el desarrollo conceptual, por lo que podríamos enmarcarlo en la fase de “Apoyo Didáctico” de Glover et al. (2005), y claramente éste usa la PDI como Pizarra tradicional sin variar su metodología anterior, luego podemos decir que se trata de una sustitución de la Pizarra Tradicional, según la clasificación de Beauchamp(2004).

**B. Ball (2003).** “Teaching and Learning mathematics with an interactive whiteboard”, (La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con una Pizarra Digital Interactiva). En este estudio intentan dar respuesta a cómo el uso de las PDI cambia lo que ocurre en clase de matemáticas, mediante la observación de dos profesores de Birmingham, dos lecciones del primer profesor y una del segundo.

El primer profesor usa la pizarra en la primera lección, durante toda la clase, incluso para pasar lista. Comienza con 12 preguntas de revisión preparadas con anterioridad por el profesor y que mostró en la PDI mediante una presentación muy profesional, que dotaba la actividad de un ritmo rápido. Cada vez que tocaba la pantalla aparecía una pregunta y al volverla a tocar aparecía su solución. Con esto hacía un uso efectivo de la interactividad de la PDI.

En la segunda lección, el profesor presenta el tema de la probabilidad y combinatoria con el uso de la PDI, en la que aparecen dos dados y al tocar en la pantalla los dados muestran dos resultados aleatorios y la suma de estos, estas sumas van quedando registrados en la pantalla, por lo que los alumnos van observando las

frecuencias de cada suma en todo momento. Con esta aplicación, el profesor es capaz de centrar toda su atención en los alumnos.

Del segundo profesor, sólo observan una lección, que comienza con tres actividades de calentamiento. En la primera actividad, la PDI genera aleatoriamente números de dos o tres dígitos y el profesor pide a los alumnos que dupliquen y que obtengan su mitad. Los números cambian cuando toca la pantalla, los alumnos respondían a coro en voz alta a sus cuestiones, si el profesor escuchaba a un número significativo de alumnos que respondían incorrectamente, paraba y repasaba el cálculo para corregir su error.

La segunda actividad se realiza con un programa que muestra ecuaciones de la forma  $x+a = b$  ó  $ax = b$ , con  $a$  y  $b$  enteros generados al azar. Esta es una actividad rutinaria reforzada por la PDI ya que el profesor se centra en los alumnos sin necesidad de estar pensando en la siguiente ecuación. Si los alumnos no respondían correctamente el profesor cambiaba la pantalla a folio y explicaba como solucionar la ecuación correctamente.

La tercera y última actividad, muestra una cuadrícula de Excel diseñada por el profesor, que contiene números y espacios en blanco, de manera que los números de cada fila se obtienen de restarle tres al de la izquierda y los de cada columna al sumarle cinco al de arriba. El profesor señalaba una celda en blanco y pedía a los alumnos decidir que número debería ocupar esa celda y con un segundo clic aparecía la solución.

Al término de estas actividades, pasa a la parte principal de la lección que consta de una introducción a las gráficas de funciones cuadráticas utilizando el software Geometer's Sketchpad y algunos archivos de Excel preparados con anterioridad. El profesor cambiaba rápidamente del programa gráfico al modo folio y usaba su lápiz electrónico para demostrar y discutir con los alumnos las variaciones de la gráfica al cambiar los valores de la ecuación.

Finalmente podemos concluir que las tres lecciones observadas habían tenido preparación previa, y que ese material podría ser usado por otros profesores. Además resaltar que los alumnos tuvieron una respuesta positiva de este uso de la PDI.

Por todo lo observado, podemos enmarcar a estos dos profesores en la fase de “Mejora Interactiva” de Glover et al, (2005). Sin embargo, es más difícil concretar si estos profesores son Usuarios “Avanzados” o “Sinérgicos”, según la clasificación de Beauchamp (2004), aunque debido a la mayor interacción entre profesor- alumnos y la fluidez que logran de las lecciones, concluiremos que son Usuarios Sinérgicos.

C. Miller, Glover & Averis (2003b o 2004). “The impact of interactive whiteboards on classroom practice: examples drawn from the teaching of mathematics in secondary schools in England” (El impacto de la Pizarra Digital Interactiva en la práctica de clase: ejemplos extraídos de la enseñanza de las matemáticas en escuelas secundarias de Inglaterra). Se observan a doce profesores de escuelas del noreste de Midlands, a los que se les estructuran las lecciones sobre el concepto de fracción.

Los profesores comienzan utilizando la PDI como una pizarra tradicional, escribiendo ejemplos y explicaciones en ella, pero cuando es necesario volver a algún concepto que no ha sido comprendido bien por algún alumno recuperaban las pantallas guardadas. Esto ocurrió en cinco de las clases. Y en cinco lecciones los alumnos usan el cuaderno. En todas las lecciones los profesores mostraban algún intento para usar la tecnología de la PDI. En tres lecciones usaron la PDI para generar fracciones aleatorias con el lanzamiento de dados. En las cinco lecciones que usaron las fracciones en el muro se fomentó la comprensión de la equivalencia de fracciones. En una sola lección se usó la impresora para imprimir copias de la PDI.

En una lección los alumnos usaron la PDI para examinar las respuestas de otros compañeros. Los profesores mostraron diversos grados de disposición a utilizar el potencial de la escritura a través de pantallas prediseñadas y funciones tales como el sombreado, el movimiento y rotación, según su fluidez en el uso del software suministrado. Dos profesores utilizaron la PDI con una pizarra normal adyacente para facilitar la comprensión de los alumnos. Todos menos uno de los profesores utilizan la PDI como parte de una estrategia de mejora del aprendizaje. En todas las lecciones se observó interacción profesor-alumno.

Todos los profesores estaban utilizando los materiales proporcionados para satisfacer las necesidades prescritas del Currículo Nacional y se podría pensar que esto limitaría la flexibilidad en la enseñanza. La evidencia es que los seis profesores utilizan

el material de maneras diferentes e incluso cuatro insertan materiales de su propia invención.

En la Tabla 5, incluimos el análisis de seis lecciones sobre el mismo tópico (las fracciones), clasificadas según el marco pedagógico siguiente:

1. Exposición: la esquematización de un proceso o un principio.
2. Demostración: la aplicación de un proceso o principio.
3. Ejemplificación: el uso de proceso o principio.
4. Conceptualización: el desarrollo de conceptos a partir de la consideración de los datos.

Tabla 5. *Análisis de las sesiones frente al marco de aprendizaje*

Lección	Exposición	Demostración	Ejemplificación	Conceptualización	% uso de la PDI en clase
A	Uso de la PDI con la fracción simple	Efectos de la simplificación sin usar la PDI	Uso de pantallas del programa para iniciar el ejercicio – PDI como ilustración	Uso de la pizarra ordinaria como explicación a los alumnos del numerador y denominador. Uso mínimo de la PDI	76%
B	Uso de la PDI para esbozar el principio del numerador y denominador	Uso de material preparado para la manipulación interactiva de figuras en la PDI	En la pantalla de la PDI se manipulan fracciones, mientras que otros grupos usan sus cuadernos	Volver a la PDI para el desarrollo de la sesión sobre equivalencia	98%
C	Uso de la PDI para comprobar la comprensión de las	Ilustración de fracciones con figuras con cierto uso PDI	Dos ejemplos en la PDI, y los alumnos pasan a realizar ejercicios del	Vuelta al muro de fracciones de la PDI para esbozar la idea de fracción menor que y mayor	86%

	fracciones		libro	que	
D	Uso de la PDI para introducir la equivalencia de fracciones	Equivalencia de fracciones en el muro de fracciones de la PDI con la participación de algún alumno	Ejercicios en la PDI y en la Pizarra Tradicional con resultados mostrados por el profesor	Desarrollo de reglas de adición y sustracción copiadas en el cuaderno de ejercicios	82%
E	Uso de la PDI para introducir las cantidades de fracciones	Demostración usando la PDI de la relación entre fracciones	Igualar progresos a través de ejemplos sobre la PDI con el uso de las pizarras digitales por los alumnos	Uso de la pizarra contigua para resumir la lección	84%
F	Uso de la PDI para ilustrar el significado de fracción	Ilustraciones en la PDI de las fracciones del muro de fracciones	Uso de la PDI para guiar los ejercicios con un marco similar sobre la PDI y el libro	Uso de la PDI para asegurar la comprensión. Ejercicios de igualado con resultados PDI	96%

A la vista de los datos de la Tabla 5 y de las observaciones anteriores, podemos concluir que estos profesores hacen un uso mayoritario de la PDI que podemos enmarcar como “Apoyo Didáctico”, según las fases de Glover et al, (2005) y como “Sustitución de la Pizarra Tradicional” en la clasificación de Beauchamp (2004). Cabe señalar que en algunas lecciones algunos profesores dan muestra de una tendencia hacia la fase “Interactiva” (Glover et al, 2005) o el “Usuario Aprendiz”, como por ejemplo en el aumento de la interactividad profesor-alumno o el uso de algunas herramientas de la PDI.

**D. Knight, Pennant and Piggott (2004).** “What does it mean to ‘Use the Interactive Whiteboard’ in the daily numeracy lesson?” (¿Cuál es el significado de ‘uso de la



Pizarra Digital Interactiva' en las lecciones diarias de matemáticas?). En esta investigación se observa cómo 6 profesores de Bracknell usan la PDI, pero con una interpretación diferente de lo que cada uno llama "uso de la PDI". Los profesores usaron la PDI con su metodología habitual, que significa emplearla como una Pizarra Tradicional. Pero intentaron ampliar el uso de la PDI con el uso de software. Y se procedió a la observación de éstos para analizar los usos que cada uno hacía.

De estas observaciones se identificaron cinco contextos básicos para el uso de la PDI:

- El profesor como demostrador.
- El profesor como modelador.
- Profesor de control - invitando a los alumnos ( compartido ).
- Alumnos de control con el "maestro" asesoramiento ( guiada ).
- Los alumnos trabajan de forma independiente.

"**Demostración**", fue utilizado para describir aportación del maestro que simplemente demostró el proceso matemático, por ejemplo cómo sumar dos números de tres dígitos o funciones de software.

"**Modelización**", sugiere el modelado del pensamiento matemático, con la ayuda del software PDI (modelado metacognitivo).

"**Compartir**", ocurre cuando el maestro tiene el control de la PDI e invita a los alumnos a participar en una tarea.

"**Guiada**", destaca el papel de los alumnos, con orientaciones del docentes sobre temas de contenido, de dirección o técnicas.

"**Los alumnos trabajan de forma independiente**", ya sea en pequeños grupos o en solitario en IWB. El tamaño de la imagen y la interactividad de los grupos, medios y pequeños, le permite compartir ideas con mayor facilidad que si estuvieran sentados en torno a una sola pantalla de ordenador.

Compararemos cada una de las metodologías encontradas con las fases de Glover et al (2005) y la clasificación de Beauchamp (2004).

El profesor como demostrador usa la PDI con un enfoque tradicional sin aportaciones propias, ni aprovecha el software potencialmente, por lo que podemos concluir que se encuentra en la fase de “Apoyo Didáctico” o de “Sustitución de la Pizarra Tradicional”.

El profesor como modelador ya hace uso de algunas herramientas disponibles, por lo que podemos decir que se encuentra en la fase “Interactiva” o que es un “Usuario Aprendiz”.

El profesor compartido sigue estando en la fase “Interactiva” de Glover et al (2005), pero ya se considera “Usuario Iniciado”, al presentar una mayor participación de los alumnos.

El profesor como guía puede ya considerarse un profesor en la fase de “Mejora Interactiva” y es un “Usuario Avanzado”.

Cuando “los alumnos trabajan de forma independiente”, es por que el profesor consigue una autonomía total de los alumnos, sus clases son fluidas. Por todo ello este profesor se encuentra en la fase de “Mejora Interactiva” y es un “Usuario Sinérgico”.

**E.** Miller, Glover and Averis (2005), “Presentation and pedagogy: the effective use of interactive whiteboards in mathematics lessons” (Presentación y pedagogía: el uso eficaz de las Pizarras Digitales Interactivas en las clases de matemáticas). En este artículo se estudian a 12 profesores de secundaria para comprobar la eficacia de la enseñanza cuando se usa la tecnología de la PDI. Se realiza la grabación de 37 clases y se llevan a cabo entrevistas y debates con los profesores.

Usan la clasificación de Glover et al. (2005) para enmarcar los usos que los profesores hacen en sus clases, apreciando que la mayoría usan el enfoque de “apoyo didáctico”, caracterizado por clases en las que el profesor hace un cierto uso de la PDI pero sólo como soporte visual y no como parte integral. Señalan que los profesores que usan la PDI desde hace más de un año el uso avanza más allá del “apoyo didáctico”.

Todos los profesores participantes trataban de aprovechar los siguientes tres principios pedagógicos: (a) una estructura de lección en base a una introducción, una fase de desarrollo y una sesión de debate, (b) el aprendizaje de conceptos como base

para la comprensión cognitiva, y (c) un reconocimiento de que los alumnos aprenden de diferentes maneras. Esta toma de conciencia daba a los maestros un marco para la preparación de las clases. Además, los maestros eran conscientes de la necesidad de maximizar la interacción entre ellos, los alumnos y los materiales de aprendizaje. Esto se logra a través del aprovechamiento de las oportunidades en que pueden manipular, tanto el profesor como el alumno, provocar siempre que puedan las respuestas inmediatas del software, utilizando estrategias compartidas para las evaluaciones, dando oportunidades para introducir materiales en la PDI y empleando la PDI como centro y catalizador en las lecciones.

Dos tercios de las clases observadas se podrían caracterizar por tener mayor ritmo. También hubo evidencia de cambios en la forma en que se gestionaban las clases. Todos, menos uno de los profesores entrevistados, mantiene un registro completo de los materiales que se habían desarrollado y la forma en que habían sido utilizados. Nueve de las doce escuelas habían desarrollado reuniones departamentales compartiendo sistemas, de modo que los materiales estaban disponibles para todos los grupos con acceso a la PDI. En tres de las lecciones de aprendizaje observadas se estimulaba a través de software específicos de la PDI, como un medio de mantener la comprensión individual y grupal. Los maestros eran cada vez más adeptos a recordar qué materiales eran adecuados para mostrar el mismo concepto de diferentes maneras, asegurando la comprensión y la retención. La conciencia de la necesidad de lograr el desarrollo cognitivo de los alumnos y de estudiar el lugar que deben tener los conceptos dentro de las lecciones, se muestra en la referencia frecuente que hacen los profesores y los alumnos a la secuenciación de las ideas, en disponer de una serie de ejemplos preparados apropiados "a la edad y capacidad" y en la capacidad de adaptación de los materiales para permitir los "enfoques alternativos y el uso de diferentes formas de aprendizaje".

Como se menciona al inicio, la mayoría de las actuaciones pueden encuadrarse como "Apoyo Didáctico" o "Sustitución de la Pizarra Tradicional", Beauchamp (2004), aunque cuanto más tiempo usan la PDI más se aproximan a la fase "Interactiva", o también un acercamiento de los profesores al "Usuario Aprendiz" e incluso al "Iniciado".

F. Freal (2009). “Le tableau blanc interactif en mathématiques, un outil qui facilite l'apprentissage?” (La Pizarra Digital Interactiva en matemáticas, ¿una herramienta para facilitar el aprendizaje?). Narra la actividad realizada por un profesor en 4º y 5º de primaria con tres actividades diferentes:

**Actividad 1.** Aborda la división con decimales, usando la PDI como pizarra tradicional, va anotando diferentes divisiones, escribiendo a la derecha la tabla de multiplicar necesaria para la división, y resolviéndola en la pizarra con la colaboración de los alumnos a coro. Algunos alumnos trabajan en la pizarra y otros en su cuaderno. Y realizan otras divisiones, en cada división el profesor analiza los errores cometidos por los alumnos que se encuentran en la PDI, y cuando es necesario recupera pantallas para la revisión de errores pasados o para recordar un procedimiento.

**Actividad 2.** Se trata de resolver multiplicaciones de número de dos cifras en horizontal, al igual que antes el profesor usa la PDI para escribir explicaciones, ejemplos y aclaraciones. Los alumnos trabajan en su cuaderno y algunos en la PDI y se observan los errores cometidos. Usa la PDI para validación y análisis conjunto de errores.

**Actividad 3.** El profesor propone con el mismo formato que las dos actividades anteriores, una suma larga en horizontal, y usa la PDI para crear un debate en el aula en el que los alumnos analizan sus propios errores y los de los compañeros.

En las tres actividades el profesor hace un uso similar de la PDI. Esta metodología es en principio un “Apoyo Didáctico” o una “Sustitución de la Pizarra Tradicional”, ya que el profesor usa la PDI para anotar, exponer y corregir. Pero al ofrecer a los alumnos la posibilidad de acceso a pantallas anteriores, corregir sus errores y fomentar el debate entre los alumnos con el análisis de los errores podemos decir que este profesor está evolucionando hacia “Usuario Aprendiz” o la fase “Interactiva”, aunque aún no se encuentra completamente en ella.

G. Rey (2012), “Una experiencia TIC en la clase de matemáticas”. Describe y analiza una experiencia con la PDI en un aula de 3º de ESO, sobre la unidad didáctica de ecuaciones y sistemas de ecuaciones .

La profesora comienza invitando a un alumno a preparar una presentación sobre lo estudiado los dos cursos anteriores sobre ecuaciones de primer grado, usando la PDI. En la clase siguiente la alumna lo expone, y tras la exposición hay un turno de preguntas respondidas por la alumna y luego la profesora precisa algunos aspectos que piensa que no han quedado suficientemente claros. El resto de la lección realizan ejercicios y problemas del libro de texto. En la lección siguiente realizan y corrigen actividades del libro de texto.

Con las ecuaciones de segundo grado, vuelve a realizar el mismo procedimiento y un alumno expone su presentación en la sesión siguiente. Esta vez el alumno no es capaz de responder a algunas de las preguntas de sus compañeros por lo que la profesora debe intervenir antes para responder a dichas cuestiones. El resto de la sesión tiene una estructura similar a la primera.

En las siguientes sesiones volvió a su esquema habitual de clase en el que sin usar la PDI explica un concepto nuevo a los alumnos y luego los alumnos realizan ejercicios. Esta vez no hay interacción entre los alumnos ya que estos desconocen el tema y no se preguntan entre ellos, sino que acuden directamente a la profesora.

Por último para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, como es un tema ya conocido, repite el esquema de las primeras lecciones seleccionando un alumno para que realice una exposición en la PDI sobre el tema y sus compañeros le hagan cuestiones. Para terminar la sesión con la realización de ejercicios del libro de texto. La unidad finaliza con 2 sesiones más dedicadas a la realización y corrección de actividades.

En principio esta profesora hace un uso de la PDI que consideramos de la fase “Interactiva” o de “Usuario Aprendiz” ya que usa presentaciones de PowerPoint, y fomenta la participación de los alumnos. Pero al no hacer el mismo uso en todas sus lecciones, podemos decir que el resto de lecciones en las que no hay presentaciones de los alumnos sería de “Sustitución de la Pizarra Tradicional” o de “Apoyo Didáctico”.

**H. Serow, & Callingham, (2011), “Levels of use of Interactive Whiteboard technology in the primary mathematics classroom” (Niveles de uso de la tecnología de la Pizarra**

Digital Interactiva en una clase de matemáticas de primaria). Se analizan a tres profesores en las aulas de primaria de Australia (de 5 a 12 años).

A continuación incluiré la clasificación que ellos obtienen de su análisis ya que la consideramos muy clara; esta clasificación se basa en la clasificación de Beauchamp (2004), expuesta en II.3.

Los resultados se presentan en cuatro categorías del uso de la tecnología de la PDI por parte del maestro, seguido de una síntesis de la manera en que las categorías definidas se alinean con el marco de Beauchamp (2004).

**Categoría uno: Sustitución de la pizarra tradicional.** Sustitución de dos de los tres profesores, es decir, en la Escuela Mark David A y en la escuela B, en su mayoría muestran la primera fase de transición del marco de Beauchamp (2004), es decir, sustitución de la pizarra tradicional. En una escuela, Mark hizo un menor uso de la PDI. Usó algunas características del software de la PDI eficazmente para desarrollar la comprensión de los estudiantes. En particular, utilizó la función de centro de atención o una cortina para revelar poco a poco una forma bidimensional, Esta fue una estrategia utilizada por el profesor antes de la disponibilidad de la tecnología PDI. La PDI se utilizó para reemplazar el cartón previamente utilizado para revelar la forma desconocida.

**Categoría dos: Usuario Aprendiz.** Los alumnos de la Escuela elaboran un informe en PowerPoint sobre los ángulos y las estrategias utilizadas alineado estrechamente con el nivel que Beauchamp (2004) llama de usuario Aprendiz. Además de PowerPoint, Mark también hace uso de materiales de apoyo prestados por vía electrónica por el sistema educativo a través de internet, así como otros sitios públicos de Internet, incluyendo TeacherTube<sup>6</sup>. Esto motiva e interesa a los estudiantes en temas de matemáticas, sin embargo, había una falta de compromiso crítico con el material presentado en línea. Había un uso limitado de material externo y su uso se mantuvo en forma de una herramienta de presentación.

En la Escuela David, B había planeado e implementado una unidad completamente on-line de trabajo en torno a las propiedades de las formas. Los

---

<sup>6</sup> <http://www.Teachertube.com>

estudiantes estaban haciendo un uso más extenso de la tecnología de numerosas maneras, incluyendo la exploración de la forma, la creación de una presentación de PowerPoint y la presentación de esta para la evaluación electrónica a través de la intranet de la escuela. Los estudiantes fueron capaces de actuar con autonomía en la elección de formas de explorar, y era evidente que muchos habían elegido formas relativamente inusuales, tales como nonágonos. El uso de la plataforma de la escuela parece estar restringido a las personas que lo cogen turnos para practicar el uso de la herramienta, aunque David comentó que él estaba usando esto de otras maneras en temas fuera de las matemáticas.

**Categoría tres: Usuario Iniciado.** Sólo un profesor, Escuela de Agnes C, demostró el uso de la tecnología de la PDI consecuente con el nivel de usuario iniciado. El enfoque de este aula estaba en el trabajo en grupo, con varias actividades todos trataban el mismo tema general de objetos en 3D y sus propiedades. Agnes había establecido algunas reglas para el uso de la plataforma de la escuela. Cada estudiante tuvo que dar un giro para que en colaboración el grupo creara una representación de un objeto 3D. En la lección observada, un grupo estaba trabajando en cooperación con 'papel' puntos isomórficos y el bloc de la escuela para dibujar una pirámide de base cuadrada. Esto generó mucha discusión entre los estudiantes en el grupo sobre dónde trazar las líneas y si la representación era exacta. El resto de la clase estaba llevando a cabo una variedad de actividades, incluyendo la construcción con materiales concretos, al escribir sobre una forma elegida en sus libros de matemáticas y el uso de paquetes de dibujo en las computadoras para explorar formas 3D. Agnes dijo que ella sentía que el aspecto más poderoso de la tecnología de la PDI fue que creó conversaciones entre los estudiantes.

**Categoría cuatro: Deficiencia técnica o retraining.** La última categoría de uso de los maestros no es evidente en el marco de Beauchamp(2004), pero era evidente en las escuelas B y C en el inicio del proyecto. Esta categoría se refiere a la falta de uso de los maestros de la tecnología de la PDI debido a un interés predominante por dificultades técnicas, limitaciones de tiempo y la falta de idoneidad, percibido de los conceptos específicos para el uso PDI en el aula (John & Baggott La Velle, 2004). David, en la Escuela B, hizo un amplio uso de la tecnología durante el proyecto, incluyendo la plataforma de la escuela, sin embargo, hubo un período en el que se

retrasó sobre la aplicación de la tecnología en el aula. David hizo declaraciones tales como "que necesitaba para conseguir mi cabeza alrededor de ella en primer lugar." Él también encontró algunas dificultades para trabajar con la tecnología hasta que fue capaz de configurar el equipo necesario y el proyector de datos de forma permanente en su salón de clases.

Dos temas comunes surgieron en las reuniones de profesores en relación con el uso docente en este nivel. El primero es la dificultad de ponerse en marcha con la tecnología. Aparte de Mark en una escuela, que tenía una gran PDI fija en su salón de clases, las otras escuelas no tenían experiencia en el uso de la PDI y no tenían el hardware adecuado disponible fácilmente.

Para concluir con los resultados, recogemos un resumen de las clasificaciones expuestas en la Tabla 6.

Tabla 6. *Clasificación de los usos de la PDI en cada documento*

Texto	Fases Glover Et Al (2005)	Clasificación Beauchamp (2004)
A	Apoyo Didáctico	Sustitución de la Pizarra Tradicional
B	Mejora Interactiva	Usuario Sinérgico
C	Apoyo Didáctico que se acerca a la fase Interactiva	Sustitución de la PT que se acerca a Usuario Aprendiz
D:	Demostrador	Sustitución de la PT.
	Modelador	Usuario Aprendiz
	Compartido	Usuario Iniciado
	Guía	Usuario Avanzado
	Alumnos trabajan solos	Usuario Sinérgico
E	Apoyo Didáctico con la frecuencia de uso se aproxima a Interactiva	Sustitución de la PT. con la frecuencia de uso se aproxima a Usuario Aprendiz
F	1º. Apoyo Didáctico	1º Sustitucion de la PT.
	2º Interactiva	2º Usuario Aprendiz
G	Sesiones con participación	Sesiones con participación



	de alumnos: Interactiva Sesiones sin participación: Apoyo Didáctico	de alumnos: Usuario Aprendiz Sesiones sin participación: Sustitución de la P.T.
H	Categoría uno: Apoyo Didáctico Categoría dos: Interactiva Categoría tres: Interactiva Categoría cuatro: no comparable	Categoría uno: Sustitución de la PT. Categoría dos: Usuario Aprendiz Categoría tres: Usuario Iniciado Categoría cuatro: no comparable

## ***Capítulo VI. Conclusiones***

De la recolección de datos realizada, podemos concluir que en las bases de datos revisadas existen 52 artículos que traten sobre investigaciones sobre la PDI y las matemáticas de los que sólo 8 exponen usos de la PDI por parte de los profesores. De estos ocho documentos, 4 versan sobre maestros de Educación Primaria y 4 sobre profesores de Educación Secundaria. Por tanto, concluimos que existe una presencia discreta de investigaciones sobre PDI en la literatura de investigación recogida en las bases de datos consultadas, si bien éstas, ponen de manifiesto diferentes acercamientos a la potencialidad didáctica de este recurso en el aula de matemáticas.

Los marcos de Glover et al. (2005) y Beauchamp (2004) han resultado útiles y pertinentes para analizar los usos que hacen los profesores de la PDI. Hemos profundizado en las relaciones entre ambos acercamientos, pues hemos podido observar la relación de “equivalencia” entre la fase de Apoyo Didáctico de Glover et al., con la de Sustitución de la Pizarra Tradicional de Beauchamp. Por otro lado, la fase Interactiva se solapa con los Usuarios Aprendiz e Iniciado y la fase de Mejora Interactiva con los Usuarios Avanzados y Sinérgicos.

Del análisis de los ocho documentos, podemos concluir que seis de ellos describen usos que son comparables con la sea de “Apoyo Didáctico” de Glover et al. (2005) y con la “sustitución de la Pizarra Tradicional” de Beauchamp (2004). En cinco documentos se describen usos comparables con la fase Interactiva de Glover et al. y en tres de ellos se describen usos que se asemejan a “Mejora Interactiva”. Por otro lado, en cuatro de los documentos los profesores descritos son usuarios Aprendices, en dos Iniciados en uno Avanzado y en dos Sinérgicos. Es decir, que en su gran mayoría se presentan usos discretos, de poca complejidad, que no llegan a explotar todas las posibilidades que brindan las PDI. Lagrange y Monaghan (2009) señalan que las técnicas que se usan en un aula tradicional no pueden ser aplicadas de una manera rutinaria cuando la tecnología está disponible.

Este hecho nos abre nuevas perspectivas de exploración, pues nos proponemos plantear una investigación que estudie los condicionantes y las limitaciones que este tipo de dispositivos pueden imponer a los docentes. Lagrange y Monaghan (Op. Cit.)

argumentan que la disponibilidad de tecnología aumenta la complejidad y, como consecuencia, modifica la estabilidad de las prácticas docentes del profesor. Nos proponemos analizar la práctica de uno o varios profesores que usen PDI de manera habitual en sus clases, para identificar los restos y las dificultades a las que se enfrenta así como el uso didáctico que hacen de ellas.

## **Capítulo VII. Bibliografía**

- Area, M. (2010). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos. Un estudio de casos. *Revista de Educación*, 352. Mayo-Agosto 2010, 77-97.
- Averis, D. & Miller, D. J., (2005). The interactive whiteboard and the PGCE, *Mathematics Education Review*, 17, 44-55. Disponible en <http://bit.ly/mer17iwbmiller>
- Ball, B. (2003). Teaching and learning mathematics with an interactive whiteboard. *Micromath Spring 2003*, 4-7.
- Beauchamp, G. (2004). Teacher use of the interactive whiteboard in primary schools: Towards an effective transition framework. *Technology, Pedagogy and Education*, 13, 327-348.
- Castells, M. (1997). *La Sociedad Red. La era de la información. Economía, sociedad y cultura, Vol. 1*. Madrid: Alianza Editorial.
- DiGregorio, P. & Sobel-Lojeski, K. (2010). The effects of Interactive Whiteboards (IWBs) on student performance and learning: A Literature Review. *J. Educational Technology Systems*, Vol. 38(3) 255-312.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75, 213-234.
- Dunham, P. H., & Dick, T. P. (1994). Research on graphing calculators. *Mathematics Teacher*, 87, 440-445.
- Freal, V. (2009). Le tableau blanc interactif en mathématiques, un outil qui facilite l'apprentissage? *Repères - Irem. N° 74* - Janvier 2009, 23-29.
- [http://www.univ-irem.fr/spip.php?article=71&id\\_numero=74&id\\_article\\_reperes=504](http://www.univ-irem.fr/spip.php?article=71&id_numero=74&id_article_reperes=504)

Glover, D. & Miller, D.J. (2001). Running with technology: the pedagogic impact of the large-scale introduction of interactive whiteboards in one secondary school. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 10, (No. 3). 257-276.

<http://www.informaworld.com/smpp/content~db=all~content=a739086631>

Glover, D. & Miller, D.J. (2002). Running with technology: the impact of the large-scale introduction of IAWs in one secondary school. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 10 (3). 257-276.

Glover, D. & Miller, D.J. (2003). Players in the Management of Change: introducing interactive whiteboards into schools. *Management in Education*, Vol. 17 (No. 1) 20-23.

<http://mie.sagepub.com/content/vol17/issue1/>

Glover, D., Miller, D.J & Averis D. (2004). Panacea or prop: the role of the interactive whiteboard in improving teaching effectiveness. *The Tenth International Congress of Mathematics Education*, Copenhagen. Disponible en: [http://www.icme-organisers.dk/tsg15/Glover\\_et\\_al.pdf](http://www.icme-organisers.dk/tsg15/Glover_et_al.pdf)

Greiffenhagen, C. (2000). Interactive whiteboards in mathematics education. *Paper presented to ICME 9*, Tokyo, 2000.

Higgins, S., Beacuchamp, G. & Miller, D. (2007). Reviewing the literature on interactive whiteboards. *Learning, Media and Technology*, Volume 32, Issue 3, 213-225.

Hwang, W.Y., Chen, N.S. & Hsu, R.L. (2006). Development and evaluation of multimedia whiteboard system for improving mathematical problem solving *Computers & Education* 46, 105–121.

Higgins, S., Beacuchamp, G. y Miller, D. (2007). Reviewing the literature on interactive whiteboards. *Learning, Media and Technology*, Volume 32, Issue 3 pp. 213-225.

– PDI. Disponible en:

Romero, F., García y Rey, R. *Curso de PDI, Smart board y Notebook: La Pizarra Digital Interactiva*. Genmagic.org. Disponible en

[http://www.genmagic.org/pdi/Curso\\_Notebook\\_10/Unidad%201/PDI/Index.html](http://www.genmagic.org/pdi/Curso_Notebook_10/Unidad%201/PDI/Index.html)

Junta de Andalucía (2009). *Escuela Tic 2.0., proyecto diseñado por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía*.

[http://www.juntadeandalucia.es/educacion/nav/contenido.jsp?pag=/Contenidos/TemasFuerza/nuevosTF/300909\\_EscuelaTIC20/texto\\_tic](http://www.juntadeandalucia.es/educacion/nav/contenido.jsp?pag=/Contenidos/TemasFuerza/nuevosTF/300909_EscuelaTIC20/texto_tic)

Kennewell, S. (2006). *Reflections on the interactive whiteboard phenomenon: a synthesis of research from the UK*. Paper presented at the AARE Conference, Adelaide, November 2006.

Lagrange, J.-B., y Monaghan, J. (2009). On the adoption of a model to interpret teachers' use of technology in mathematics lessons. *Trabajo presentado en WG7, CERME6 Conference*. Lyon, France.

Marqués, P. (2006). *La pizarra digital en el aula de clase*. Barcelona: Edebe.

MEC (2007). *Orden ECI/221/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Primaria*. BOE núm. 173, 20/07/2007.

MEC (2006). *Real Decreto 1513/2006, de 7/12/2006, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria*. BOE num. 293, de 8/12/ 2006.

MEC (2006). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. BOE, núm. 5, de 5/1/ 2007.

Miller, D., Averis, D., Door, V., y Glover, D. (2004). *From technology to professional development: how can the use of an interactive whiteboard enhance the nature of teaching and learning in secondary mathematics and modern foreign languages?* Unpublished report to the British Educational Communications and Technology Agency.

<http://www.keele.ac.uk/depts/ed/iaw/nuffield.htm>

Miller, D. & Glover, D. (2010) Interactive Whiteboards: A Literature Survey. In Thomas, M, & Schmid E.C. (Eds), *Interactive Whiteboards for Education: Theory, Research and Practice*, IGI Global, USA.

<http://www.igi-global.com/Bookstore/TitleDetails.aspx?TitleId=37282>

Miller, D.J, Glover, D. (2004). *Enhancing mathematics teaching through new technology: the use of the interactive whiteboard*. Summary of a report made to the Nuffield Foundation on completion of a funded two year project (April 2002 - March 2004).

Miller, D., Glover, D. & Averis, D. (2008). *Enabling enhanced mathematics teaching with interactive whiteboards: Final Report for the National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics*. <http://bit.ly/iwbreport>

Miller, D., Glover, D. & Averis, D. (2005). Presentation and pedagogy: the effective use of interactive whiteboards in mathematics lessons. En D. Hewitt and A. Noyes (Eds), *Proceedings of the sixth British Congress of Mathematics Education held at the University of Warwick*, (pp. 105- 112). Disponible en [www.bsrlm.org.uk](http://www.bsrlm.org.uk).

Miller, D.J, Glover, D. & Averis, D. (2003). The impact of interactive whiteboards on classroom practice: examples drawn from the teaching of mathematics in secondary schools in England. *The Mathematics Education into the 21st Century Project: Proceedings of the International Conference The Decidable and the Undecidable in Mathematics Education, Brno, Czech Republic*.

[http://dipmat.math.unipa.it/~grim/21\\_project/21\\_bno03\\_Miller-Averis.pdf](http://dipmat.math.unipa.it/~grim/21_project/21_bno03_Miller-Averis.pdf)

Miller, D.J., Glover, D. & Averis, D. (2003). Exposure: the introduction of interactive whiteboard technology to secondary school mathematics teachers in training, *CERME 3: Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education, Bellaria, Italy*.

[http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG9/TG9\\_Miller\\_cerme3.pdf](http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG9/TG9_Miller_cerme3.pdf)

- Miller, D., Glover, D. & Averis, D. (2005). Developing Pedagogic Skills for the Use of the Interactive Whiteboard in Mathematics. *British Educational Research Association, Glamorgan*. <http://bit.ly/iwbpedagogy05bera>
- Ministerio de Industria y Comercio (2006). "Red.es". *La Pizarra Interactiva como recurso en el aula*. [http://www.ascmferrol.com/files/pdi\\_red.es.pdf](http://www.ascmferrol.com/files/pdi_red.es.pdf)
- National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics (NCETM). (2003). *Mathematics and Digital Technologies*.
- National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics (NCETM) (2010). *Mathematics and Digital Technologies. New Beginnings*.
- Penny, K., Pennant, J. & Piggott, J. (2004). What does it mean to "Use the Interactive Whiteboard" in the daily numeracy lesson? *Micromath 20, No. 2*, 14-16.
- Rey, M.J. (2010). Una experiencia TIC en la clase de matemáticas. *DIM*, (2010), N° 19, 1669-3748
- Sampieri, R.H., Collado, C.F. y Lucio, P.B. (1998). *Metodología de la investigación*. México: Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- [http://www.genmagic.org/pdi/Curso\\_Notebook\\_10/Unidad%201/PDI/Index.html](http://www.genmagic.org/pdi/Curso_Notebook_10/Unidad%201/PDI/Index.html)
- Serow, P. y Callingham, S. (2011): Levels of use of Interactive Whiteboard technology in the primary mathematics classroom. *Technology, Pedagogy and Education*, 20:2, 161-173.
- SMART Technologies Inc. (2006). *Interactive Whiteboards and Learning. Improving student learning outcomes and streamlining lesson planning*.
- SMART Technologies Inc. (2005). *Pizarras digitales interactivas y aprendizaje: una revisión de estudios de casos e investigaciones*.
- Syh-Jong Jang, Meng-Fang Tsai, (2012). Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. *Computers & Education 59* (2012), 327–338.



UNESCO (2008). *Normas UNESCO sobre Competencias en TIC para Docentes (NUCTICD)*. Londres: UNESCO.

## Anexo 1

Referencia	Resumen
A. Greiffenhagen, C. (2000a). <i>From traditional blackboards to interactive whiteboards: a pilot study to inform system design.</i>	Las pizarras interactivas son una nueva tecnología que ha ido encontrando su camino en las aulas. El objetivo de este estudio es explorar el potencial de las pizarras interactivas en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. A partir de observaciones de campo, grabaciones en video y entrevistas con un profesor, esta investigación desarrolla una descripción del uso que el docente hace de una PDI, y explica cómo percibe el potencial de esta.
B. Ball, B. (2003). <i>Teaching and Learning mathematics with an interactive whiteboard.</i>	El autor cree que el uso de las pizarras digitales interactivas en las aulas puede influir en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas porque:-una imagen compartida en el aula fomenta la discusión, el ritmo de la lección se incrementa, porque el profesor no pierde el tiempo pensando en la siguiente pregunta, escribiéndolo en el tablero, dados que lanzan, etc;-que anima a los profesores a planear lecciones interactivas que involucran a toda la clase en las actividades;-algo del control de las transferencias en el aula por parte del profesor a la pizarra y el profesor puede ser percibido como un aprendiz al lado de los alumnos;-el profesor puede observar la clase, en lugar de en el teclado del ordenador, el profesor puede concentrarse en las respuestas de los alumnos, ya que el programa está impulsando la lección, los profesores pueden enseñar temas específicos de matemáticas.
C. Miller, D.J, Glover, D & Averis, D. (2003b o 2004). <i>The impact of interactive whiteboards on classroom practice: examples drawn from the teaching of mathematics in secondary schools in England.</i>	Dos influencias, la introducción de las pizarras interactivas, y la exploración de los procesos cognitivos de las matemáticas en la Aceleración Cognitiva en el proyecto de Educación Matemática, están afectando a la pedagogía en la enseñanza de matemáticas de secundaria. Los profesores de matemáticas de 12 escuelas que trabajan en colaboración con la Universidad de Keele, se han unido para explorar cómo mejorar el aprendizaje a través de la interactividad. Las lecciones que se enseñan en relación con este trabajo se han observado de acuerdo a un formato estructurado. El análisis muestra que los maestros estaban utilizando los mismos materiales de diferentes maneras para asegurar la fluidez en el alumno la aplicación de procesos y el desarrollo de conceptos. Los primeros resultados sugieren que la eficacia depende de las lecciones de la capacidad tecnológica del maestro en responder a las necesidades divergentes, y que el proceso de exposición, demostración, la ejemplificación y la conceptualización se maneja mejor a través del uso de la pizarra digital interactiva como

- D. Knight, P., Pennant, J. and Piggott, J. (2004). What does it mean to "Use the Interactive Whiteboard" in the daily numeracy lesson?
- Es muy fácil hacer suposiciones sobre el papel de la tecnología en el aula, su introducción suele ir acompañada de declaraciones generales que asumen el lector (u oyente) está interpretando el contexto en la forma en que el escritor (o representante) tiene la intención. Ha habido una serie de informes sobre la eficacia de la utilización de la pizarra digital interactiva para motivar a los profesores y alumnos y para dar ritmo a las lecciones (BECTA, 2004; Latham, 2002). Sin embargo, hay poca evidencia para sugerir que todos tienen la misma imagen de la forma de la pizarra se utiliza en el contexto que da lugar a la evaluación. Demasiado fácilmente se describe el tipo de software o de la actividad matemática asumiendo la forma en que se utiliza la pizarra digital es un hecho. Esta incongruencia se hizo evidente cuando seis profesores de Bracknell emprendieron una investigación en el aula sobre el uso de la pizarra digital interactiva (PDI). A medida que sus preguntas de investigación individuales tomaron forma, todos los profesores estaban haciendo referencia a "el uso de la PDI", y pronto se hizo evidente que todos estaban interpretando esta frase en forma un poco diferente, aún cuando se referían a los mismos programas. (Las preguntas de investigación elegidos por los profesores se enumeran al final de este artículo).
- E. Miller, D., Glover, D. and Averis, D. (2005), 'Presentation and pedagogy: the effective use of interactive whiteboards in mathematics lessons'
- Ha habido una inversión considerable en el uso de las pizarras digitales interactivas (PDI) en la enseñanza de las matemáticas en Inglaterra. Un equipo de investigadores de la Universidad de Keele ha trabajado con 12 departamentos de matemáticas escolares para evaluar el uso y la eficacia de la enseñanza con la tecnología de las PDI. La evidencia sugiere que las ventajas de presentación y de utilización de la PDI son considerables y que el consecuente aumento motivacional es de agradecer. Sin embargo, también esta claro que la eficacia de la enseñanza debe estar apoyada por maestros que entiendan la naturaleza de la interactividad como un proceso de enseñanza y aprendizaje, y integren la tecnología para asegurar que las lecciones son a la vez coherentes y estimulantes.
- F. Freal, V. (2009). Le tableau blanc interactif en mathematiques, un outil qui facilite l'apprentissage?,
- ¿Cómo las PDI facilitan el aprendizaje de las matemáticas? El autor del artículo ha observado la práctica de un maestro en un CM1 en tres tipos de situaciones: - La técnica de la división; - La resolución en línea de  $25 \times 12$ ; - El cálculo en línea de  $43 + 280 + 60 + 20$ . El maestro utiliza la técnica de
-

---

superposición de capas con el software integrado de la Notebook. Para enriquecer la forma inicial de trabajo del alumno, mediante el suministro sucesivo y dirigido de ayuda. Estas ayudas se pueden guardar y enviar por correo electrónico a los alumnos.

G. Rey, M.J., (2010). Una experiencia TIC en la clase de matemáticas.

Este artículo describe y analiza la experiencia realizada en un aula de Educación Secundaria Obligatoria utilizando la pizarra digital interactiva. La implicación de tres estudiantes en la exposición de una parte de los contenidos del programa de la asignatura, apoyándose en presentaciones digitales, aporta mejoras al aprendizaje del grupo en varios niveles, por un lado refuerza los conocimientos adquiridos en la propia asignatura de matemáticas; por otro, desarrolla las competencias digitales que pretende la aplicación de las Nuevas Tecnologías en la educación: y por último, estimula la construcción del conocimiento individual y grupal entre los alumnos.

H. Serow, P. & Callingham, R. (2011). Levels of use of Interactive Whiteboard technology in the primary mathematics classroom.

A pesar de la disponibilidad de la tecnología de la pizarra interactiva (PDI) en un gran número de escuelas primarias australianas, muchos maestros se centran sólo en cuestiones técnicas en lugar del compromiso pedagógico, en un intento de incorporar la tecnología. Investigaciones anteriores sugieren que la tecnología está siendo utilizada para un estilo de transmisión de enseñanza sofisticado en comparación con los enfoques constructivistas. Este artículo presenta los resultados de un proyecto que considera la aplicación de la tecnología de las PDI en tres aulas de primaria victorianas de matemáticas (de 5 a 12 años de edad). El estudio analizó las estrategias de enseñanza adoptadas por los tres profesores, ya que se embarcó en el uso de la tecnología de las PDI como un componente integral de las actividades de matemáticas con el apoyo del desarrollo profesional. Los profesores usan la tecnología PDI en el aula de matemáticas de primaria se alinean contra el marco genérico de transición de Beauchamp para ver el desarrollo del uso docente de la tecnología PDI. A través de esta alineación, surgió un marco de transición que es específico para la introducción de la tecnología PDI en la clase de matemáticas

---