

## **Enseñanza de las ciencias, tecnología educativa y escuela rural: un estudio de casos**

**José Manuel Sáez López<sup>1</sup> y José-Reyes Ruiz-Gallardo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>C.R.A Laguna de Pétrola, Albacete, España. <sup>2</sup>Facultad de Educación, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, España. E-mails: [Joshhe1977@yahoo.es](mailto:Joshhe1977@yahoo.es), [josereyes.ruiz@uclm.es](mailto:josereyes.ruiz@uclm.es)

**Resumen:** El trabajo presenta algunas de las características de la realidad educativa de las ciencias y de la integración que en ésta ha habido de las tecnologías educativas en Educación Primaria. Se ha utilizado un estudio de casos basado en encuestas a 9 docentes, 72 sesiones de observación y análisis documental de 4 centros públicos rurales. Los resultados indican que la enseñanza de las ciencias se hace de un modo tradicional (método expositivo), basado en el libro de texto y que la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es un mero apoyo al libro. Son pocos los casos estudiados que hacen una integración profunda, usando blogs o webquest. Cuando se utilizan actividades basadas en TIC, se incrementa la motivación en el alumnado, incluso se aprecia cambio actitudinal hacia los contenidos de ciencias. Es destacable que ni hay oferta de formación en enseñanza de las ciencias, ni ninguno de los participantes la ha recibido tras su formación inicial. Sin embargo, sí la han tenido en TIC. A pesar de ello, los maestros piensan que las ciencias deberían tener mayor carga lectiva, considerándolas como uno de los pilares fundamentales en la formación de los niños.

**Palabras clave:** enseñanza de las ciencias, tecnologías de la información y la comunicación, TIC, educación Primaria, escuelas rurales.

**Title:** science education, educational technologies, and rural school: a case study.

**Abstract:** The study shows some characteristics of the real situation of science education and the integration of educational technologies in the Spanish primary schools, where 9 teachers from 4 schools have been used as study cases. School official documents analysis, deep inquiry and 72 in situ observations were the instruments of data collection. Results show that traditional lecture instruction, based on textbook is the current way of science education, and information and communication technologies (ICT) are frequently used as a mere support. Only few cases found their science instruction in ICT, using blogs or webquest. Activities by means of ICT produce an increase in pupils' motivation. Even a change in attitude vs. science contents has been observed. It is also remarkable that the formation offer is null in the official documents, and that none of the interviewed had received formation in science education. Contrarily there are offer and all of them have already participated in ICT workshops. Nevertheless, teachers think that science should be extended in scholar

timetables, which means that they understand science as a cornerstone in kids' education.

**Keywords:** science education, information and communication technologies, ICT, elementary education, rural schools.

### **Introducción**

En los últimos años se ha comprobado que las tecnologías educativas se han integrado perfecta y rápidamente en contextos como el empresarial o el de los negocios. Sin embargo, en los entornos educativos y, particularmente en la educación primaria, su comienzo ha sido lento (Davis, 2011). Cuban (2001) lo llama "Slow Revolution", pues parece darse una lenta asimilación de las tecnologías en la práctica.

La vinculación de la Tecnología Educativa con la didáctica de las ciencias experimentales es evidente, pues su uso efectivo ayuda a aprender diferentes contenidos científicos, experimentando, aprovechando simuladores y programas que facilitan la comprensión de los contenidos (Davis, 2011). En esta línea, Linn et al (2006) indican que las TIC ayudan a generar representaciones mentales más próximas y sencillas. No obstante, como destaca Hegarty (2004), no todo vale y es necesario investigar cuáles son las mejores prácticas para obtener mejores resultados en el aula.

Pero esta integración requiere de un esfuerzo y orientación extra: "Los estudiantes necesitan guía para usar las tecnologías de una manera eficiente" (Edelson et al, 1999, 402). Esta práctica puede potenciar un compromiso y una motivación del estudiante, que desarrolla actividades interactivas y dinámicas orientadas a entender la naturaleza de la ciencia de un modo activo. Sin embargo, Mampel y Cortés (2009) recomiendan un uso tutelado de estos recursos ya que, en ocasiones, sus contenidos pueden producir algunos conflictos en los esquemas de pensamiento de los niños. No obstante, en el caso de los errores conceptuales, este conflicto podría ser positivo.

De esta manera, las TIC van ganando espacio en el aula como herramienta para enseñar ciencias (Davis, 2011), y de forma paralela, esta orientación forma a los estudiantes para ser personas capaces de desarrollarse como individuos en una Sociedad de la Información y del Conocimiento, con una gran influencia y presencia del mundo científico (Ebenezer et al, 2011).

### **Marco teórico**

En el contexto español, la Ley Orgánica de Educación (BOE, 2006) resalta la necesidad de una ciudadanía competente científicamente. Y, de hecho, el volumen de contenidos científicos a impartir en primaria ha ido creciendo con el tiempo (Jiménez-Aleixandre y Sanmartí, 1995). Sin embargo, observando el horario dedicado a cada asignatura según la citada Ley Orgánica (véase BOE, 2006), el tiempo que se dedica a Ciencias es muy modesto. En efecto, si consideramos que Ciencias implica alrededor del 50% de la asignatura Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (COSCE, 2011), el tiempo que se le asigna sería bastante inferior, por ejemplo al destinado a Educación Física o a Educación Artística. Este

representaría (COSCE, 2011) alrededor del 7% del total del tiempo escolar, alejado del 17% de Matemáticas o del hasta 38% de las lenguas (en función del número de lenguas cooficiales).

Por tanto, parece que durante esta etapa, el área de conocimiento científico no es considerada un área instrumental o básica, como lo son las lenguas o las matemáticas, lo cual perjudica al tiempo que se debería dedicar a la adquisición de la competencia científica (COSCE, 2011). Y todo ello, a pesar de que, en la evaluación de competencias propuesta por la OCDE en el informe PISA, la presencia de las ciencias es equivalente a las matemáticas y las lenguas y, de que resultados obtenidos por los alumnos en esta competencia, en su informe de 2009 (MEC, 2010) han sido bastante mediocres, situándose en una franja media-baja.

Por ello, se hace necesario cambiar la enseñanza tradicional de las ciencias, factual y reproductiva (la más frecuente en la educación primaria, según OSCE, 2011) y que propicia una reducción del interés y calidad del aprendizaje (Osborne y Dillon, 2008), por otra más amplia que haga ver al alumno la verdadera naturaleza de las ciencias (Akerson et al. 2011).

Fensham (2004) subraya que el mayor problema que tienen los docentes en ciencias es la falta de compromiso por parte de los alumnos. Para evitarlo, es esencial ofrecer un currículum que incluya las ciencias de un modo atractivo que acabe con los tópicos de que la ciencia es difícil y aburrida (Kimberley and Suzi, 2011). García y Orozco (2008) muestran como un enfoque metodológico activo, lúdico y reflexivo, puede cambiar actitudes negativas hacia las ciencias y su aprendizaje.

Los recursos TIC pueden ayudar en este sentido, porque aportan más interactividad y riqueza visual (con el uso de imágenes, vídeo y simuladores interactivos), respecto a los enfoques centrados únicamente en el libro de texto, que incluso, a veces, tienen grandes deficiencias (Martínez et al, 2009). No obstante, los contenidos deben ser diseñados con mucho cuidado para que sean efectivos (Morrison et al. 2002), y los estudiantes deben ser guiados para facilitar el proceso de aprendizaje (Gobert and Pallant, 2002; Sweller et al. 1990).

Actualmente los centros educativos españoles, gracias al programa "Escuela 2.0" (<http://www.ite.educacion.es/>), que dota de Pizarras Digitales Interactivas (PDI), proyectores y ordenadores portátiles Net book a los cursos 5º y 6º de educación primaria, cuentan con recursos materiales suficientes y que permiten el diseño y el desarrollo de una práctica pedagógica utilizando TIC, lo que deja sin argumentos a aquellos docentes que excusaban su inactividad en la aplicación de las tecnologías en la insuficiencia de medios.

No obstante, el hecho de contar con tecnologías en el aula es beneficioso pero claramente insuficiente, pues se deben tener en cuenta los aspectos pedagógicos relativos al proceso de enseñanza aprendizaje (EA). Así, Area (2007) indica que no sólo es importante emplear didácticamente ordenadores y demás artilugios digitales para las tareas docentes y de aprendizaje, sino que el tipo de prácticas debieran responder a ciertos principios y criterios de calidad pedagógica. El estudio SITES 2006 (Law et

al, 2008) subraya que el acceso al ordenador es una condición necesaria pero no suficiente para el uso eficiente de las TIC en el proceso de EA.

Abundando en este sentido, la formación tecnológica y pedagógica del profesorado, junto con la cultura organizativa del centro, son factores clave en el proceso de integración y uso curricular de las tecnologías (Area, 2005). Ebenezer et al (2011) indican que la incapacidad de los maestros para integrar las TIC en el aula de ciencias es un serio factor limitante.

Pero la tecnología educativa no proporciona una innovación por sí misma. Se requiere un enfoque metodológico activo en el que el alumno mantiene un papel protagonista, superando prácticas tradicionales de la enseñanza en las que el docente mantiene un papel central como transmisor de información y el alumno es un mero receptor pasivo. Por ejemplo, Jeffrey and Craft (2004) aseguran que cuando los alumnos trabajan controlando su experiencia de aprendizaje, se fomenta la innovación y el aprendizaje profundo, pues se convierten en participantes activos del proceso.

Sin embargo, Marchesi y Martín (2003) mantienen que el modelo de enseñanza a la hora de utilizar las TIC en el aula, continúa siendo de carácter expositivo, sin dar lugar a una innovación o cambio de los modelos tradicionales de enseñanza (Ebenezer et al, 2011). Quizá esta falta de actividad en lo relativo a TIC (BECTA, 2007) se deba a la dificultad que plantean la falta de formación o la necesidad de una dedicación y esfuerzo en el diseño de estas prácticas.

Aviram (2002) determina tres escenarios de aplicación de las TIC en los entornos educativos:

*Escenario tecnócrata.* En el que las escuelas se adaptan realizando simplemente pequeños ajustes con una "alfabetización digital" en el currículo.

*Escenario reformista.* Se introducen en las prácticas docentes nuevos métodos de EA constructivistas que contemplan el uso de las TIC como instrumento cognitivo y para la realización de actividades interdisciplinarias y colaborativas.

*Escenario holístico.* Los centros llevan a cabo una profunda reestructuración de todos sus elementos. La escuela lo que pretende es preparar a la gente para un entorno inmerso en las tecnologías

Es esencial un cambio en la enseñanza de las ciencias orientado a la integración de las TIC, en los dos últimos escenarios, ya que las prácticas vinculadas al paradigma tecnocrático no aportan ningún cambio ni innovación en el proceso de aprendizaje (Aviram, 2002). Para ello es básico preparar a los maestros para un marco educativo en continuo cambio, jugando la universidad, y los cursos de formación, un papel fundamental.

## **Objetivos**

Así pues, el objetivo de este trabajo es averiguar algunas de las características que tiene la enseñanza de las ciencias y el uso de las tecnologías educativas en la escuela rural española, a través de unos casos de estudio. Así mismo, examinar cómo es la integración de ambas en el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural. Para ello, se

indaga sobre la formación de los maestros, su práctica real, sus actitudes hacia las ciencias y el uso de las TIC, su aplicación en el proceso de EA del conocimiento del medio natural y la problemática encontrada.

## **Método**

### *Participantes*

Los sujetos de estudio, han sido, por un lado, 51 alumnos de 5º y 6º de primaria, y 9 docentes con un rango de edad de 38 a 64 años, que han participado de manera voluntaria. Éstos desarrollan su práctica pedagógica utilizando recursos vinculados a las tecnologías de la información y la comunicación en el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, más concretamente con contenidos vinculados a las ciencias experimentales. La muestra es, por tanto, no probabilística e intencional.

Los participantes pertenecen a 4 centros educativos públicos de las provincias de Albacete y Cuenca: "C.R.A Laguna de Pétrola", "C.R.A Los Girasoles", "C.P Don Quijote y Sancho" y "C. P Nuestra Señora de Belén". Se trata de 2 Colegios Rurales agrupados (C.R.A.) y 2 Colegios Públicos de infantil y primaria (CPIP), que dan servicio a 6 localidades: Villar de Chinchilla, Pétrola, Corral Rubio, Almansa, Fuenteálamo y Honrubia.

Las aulas se caracterizan por encontrarse en un contexto de escuela rural y por contar con los recursos que ha dotado el programa "Escuela 2.0", es decir, un Netbook por alumno y una PDI por aula.

### *Recogida de datos*

Ha sido realizada durante el curso académico 2010-2011 y el primer trimestre del curso 2011-2012.

El método seguido es un estudio de casos que, según Area (2005) es uno de los métodos de investigación frecuentes en el análisis del uso de las TIC en el aula. También se considera un modo apropiado de indagar en la realidad educativa, ya que proporciona una perspectiva clara de una situación específica, de un sujeto real, en un contexto real (Cohen et al 2000). La metodología del estudio es cualitativa, pues se basa en principios como la fenomenología, hermenéutica y la interacción social, empleando herramientas de recolección de datos no cuantitativas.

Para recopilar los datos de base, se han utilizado tres instrumentos (Figura 1): un análisis documental, entrevistas en profundidad a maestros y, una serie de observaciones en las aulas, durante clases dedicadas a Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural. Se han observado 8 sesiones en cada uno de los 9 casos, desarrollando así 72 observaciones (Tabla 1). Las dimensiones del estudio quedan recogidas en la Tabla 2.

### *Análisis documental*

Con el fin de averiguar si se incluyen estrategias metodológicas u organizativas que incluyan la integración de las TIC en la enseñanza de las ciencias, se ha llevado a cabo un análisis de: el Proyecto Educativo de Centro (PEC), las Programaciones Didácticas, las Normas de Convivencia, Organización y Funcionamiento (NCOF), la Programación General Anual (PGA) de los cursos 2010/2011 y 2011/2012 y la Memoria Anual de los

cursos 2009/2010 y 2010/2011. Así mismo, se han revisado las Unidades Didácticas (UU.DD.) de los docentes que forman parte de la muestra

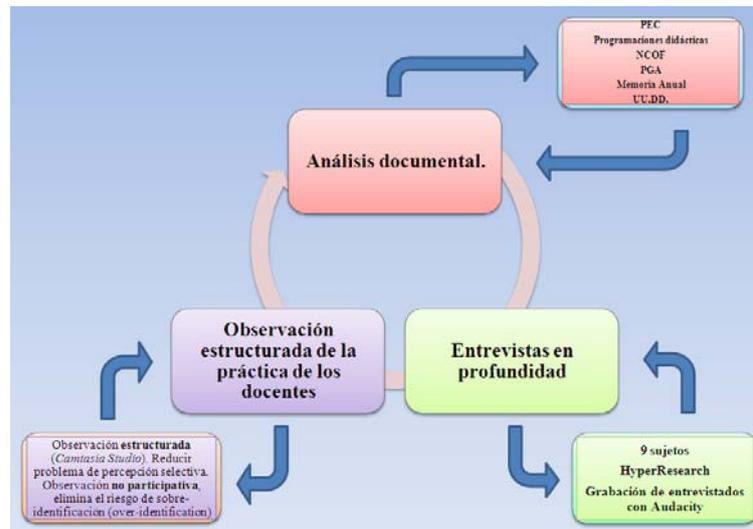


Figura 1.- Instrumentos utilizados.

Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Dimensión 1: Competencias docentes y su formación	Nivel de formación del profesorado	Entrevistas en profundidad Observación Análisis documental
	Actitudes de los docentes	
	Metodología desarrollada	
	Dificultades encontradas	
	Perspectivas de los docentes	
Dimensión 2: Proceso de Enseñanza aprendizaje. Didáctica de las ciencias experimentales	Motivación y actitudes del alumnado	
	Desarrollo de las Competencias Básicas	
	Resultados académicos	
	Autonomía y papel activo del alumno	
	Experimentación en ciencias	
Dimensión 3: Integración de la tecnología educativa.	Competencia Digital	
	Interactividad	
	Posibilidades colaborativas	
	Problemas en la aplicación de las TIC	
	Herramientas de comunicación	

Tabla 1.- Docentes, sesiones de observación y Unidades Didáctica.

### Entrevistas

Los 9 maestros fueron entrevistados a partir de las cuestiones expuestas en la tabla 2, lo que nos aporta información de la realidad educativa en relación a la enseñanza de las ciencias experimentales y la integración de las TIC. Los datos obtenidos son de carácter cualitativo. Los sujetos entrevistados fueron grabados con el programa gratuito "Audacity" (versión 1.2.6) y posteriormente se transcribió la información a un documento de texto. Ésta se codificó con el programa "HyperResearch" que además, proporciona frecuencias de los códigos determinados. Este proceso mejora la exactitud de la información obtenida, ya que reduce la interpretación por

parte del entrevistador, lo que puede contribuir a una mayor validez y fiabilidad al instrumento.

Dimensiones	Indicador-cuestión	Instrumento
Dimensión 1: Enseñanza de las ciencias experimentales	Nivel de elaboración en su diseño	Análisis documental
	Se considera la formación específica	
	¿Ha tenido formación específica?	Entrevista
	¿Cree que se deben aumentar las horas dedicadas a la enseñanza de las ciencias experimentales en Educación Primaria?	
	¿Qué tipo de recursos se usan para trabajar estos contenidos?	
	¿Qué enfoques metodológicos aplica en su práctica pedagógica en Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural?	Observación estructurada
	¿Cómo considera la integración del aprendizaje de las Competencias Básicas en las diferentes áreas de Educación Primaria?	
	¿Cómo es el agrupamiento del alumnado en el aula y cómo organiza el docente la sesión?	
	¿Qué metodología didáctica se aplica?	
	¿Qué competencias se potencian en el alumnado?	
	¿Qué recursos materiales se utilizan y con qué finalidad?	
Dimensión 2: Tecnologías Educativas	Aparece en documentos oficiales del centro la TE	Análisis documental
	Se considera la formación específica	
	¿Ha tenido formación específica?	Entrevista
	¿Cuál es su nivel de manejo de las Tecnologías aplicadas a Educación?	
	¿Considera que los recursos materiales son suficientes para aplicar TIC?	Observación estructurada
¿Qué problemas debe solucionar el docente en las sesiones?		
Dimensión 3: Integración TIC-enseñanza de las ciencias	Aparecen programaciones conjuntas TIC – Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural	Análisis documental
	¿Qué beneficios aporta la Tecnología Educativa en el aprendizaje del alumnado con contenidos de ciencias experimentales?	Entrevista
	¿Cuáles son los mayores problemas al aplicar las TIC en Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural?	
	¿Cómo, cuáles y en qué nivel se integran las TIC?	Observación estructurada
¿Qué competencias se potencian en el alumnado?		

Tabla 2.- Dimensiones del estudio, indicadores y cuestiones planteadas e instrumentos usados para la recopilación de datos.

### *Observación estructurada de la práctica de los docentes*

Por último, para averiguar cómo es la práctica de los docentes en la realidad del aula, se ha recopilado información a través de una observación estructurada, que ayuda a reducir el problema de percepción selectiva. Los ítems observados aparecen en la tabla 2. La implementación se realiza, utilizando notas y grabaciones de video capturadas de la pantalla con "Camtasia Studio, versión 5.0". Las grabaciones permiten que se valoren con mayor precisión las prácticas desarrolladas por los docentes. La observación es no participativa, pues nos mantenemos al margen del proceso que se está desarrollando, para eliminar el riesgo de sobre-identificación que puede dar lugar a una pérdida de objetividad (Cohen, 2000). Asimismo, se trata de una observación abierta, pues el observador no esconde su rol.

### **Análisis de resultados**

A partir de los datos que suministran las encuestas, las observaciones sistemáticas y el análisis de la documentación oficial de los centros participantes en el estudio, pueden extraerse los siguientes resultados, en relación a las dimensiones propuestas:

#### *Enseñanza de las ciencias*

El examen de la documentación correspondiente a los cuatro centros muestra un diseño bastante elaborado respecto al área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, en el sentido de que se plantean unas programaciones didácticas como demanda la Ley Orgánica de Educación, y ya adaptadas a un aprendizaje por competencias básicas.

Sin embargo, ésta exploración no muestra referencia alguna a la formación específica en didáctica de las ciencias para sus docentes. Y ello viene a corroborarse en las entrevistas (véase Figura 2), ya que ninguno de los docentes manifiesta haber tenido formación específica en enseñanza de las ciencias (tampoco hacen referencia a contenidos específicos). Debe considerarse, que algunos de los entrevistados tienen 40 años de servicio. Ello induce a pensar que la formación didáctica de los maestros queda ceñida a su formación inicial, a la procedente de su experiencia y a su autoformación.

Se trata de un dato importante: Boesdorfer et al (2012) señalan que la formación inicial de los maestros, en enseñanza de las ciencias, es muy escasa, reducida a un semestre, y apuntan que es completamente insuficiente para enseñar la teoría, métodos, casos, etc. A ello se añade (Bulunuz and Jarret, 2010) el amplísimo rango de contenidos científicos que tienen que enseñar a sus alumnos de primaria, y que es imposible repasarles en las facultades. Por estas razones, sería imprescindible la posterior formación específica, la cual brilla por su ausencia.

Todos los docentes del estudio comentan (véase figura 2) que es muy importante dar más presencia a las ciencias en el currículo, e incluso aumentar su carga, a la par que a la lengua y las matemáticas (6 respuestas), lo que coincide con las ideas resaltadas por COSCE (2011).

En relación a los recursos, todos los maestros se basan en el libro de texto y, mayoritariamente, en los recursos que éste proporciona. Siete de ellos indican que el libro es un buen recurso para la enseñanza del medio natural, aunque algunos manifiestan ciertas dudas:

PJE-4: *El libro está bien porque te organiza todos los temas y las editoriales los hacen bien. Hombre, lo ideal sería que cada maestro hiciera todo su material...*

Cinco maestros destacan ventajas de los recursos obtenidos de la red.

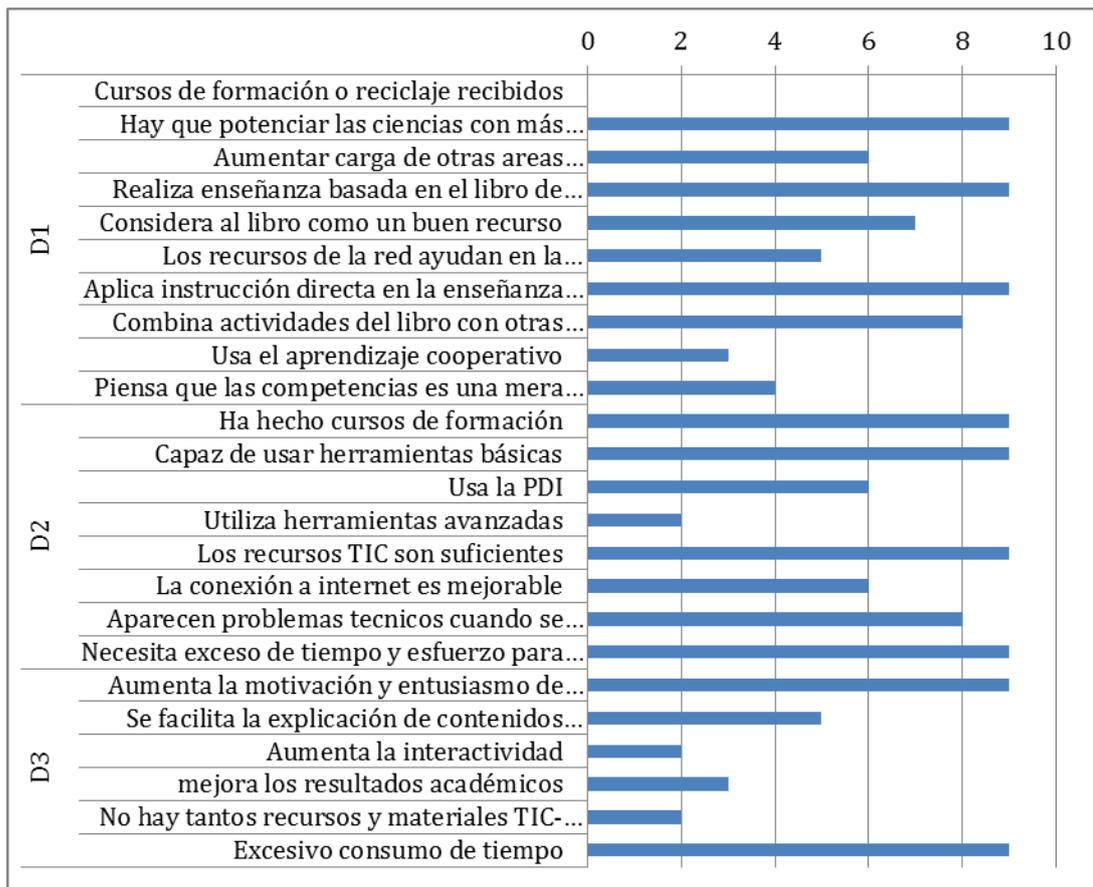


Figura 2.- Frecuencias de los comentarios más relevantes detectados en las entrevistas en profundidad.

Desde la perspectiva del enfoque metodológico aplicado, todos los docentes del estudio recurren casi siempre a la instrucción directa, confirmando que sigue siendo el método más usado en la escuela (COSCE, 2011). No obstante, matizan que permiten una participación activa del alumnado. Ocho docentes aseguran combinar el libro de texto con actividades grupales y actividades utilizando las tecnologías, y otros 3 especifican que utilizan muy a menudo aprendizaje colaborativo.

En cuanto a las competencias, la mayoría de los docentes (7) piensa que el aprendizaje por competencias es positivo. Como ejemplo:

PMJ-1: *El aprendizaje por competencias puede ser una oportunidad para mejorar, que el modo de aprender de los alumnos no caiga en la memorización y repetición, sino en aprender a aprender...*

Además 7 docentes creen que normalmente sus alumnos desarrollan las competencias básicas. No obstante, 4 maestros subrayan que diseñar una programación por competencias es complicado y está muy burocratizado, sin que haya reglas claras:

PJE-4: La oficina de evaluación (Castilla- La Mancha) organiza las dimensiones y subdimensiones de un modo, los inspectores te orientan con otros esquemas y desde la universidad cada profesor da una clasificación distinta y otras formas de plantear cómo hacer las programaciones por competencias...

Considerando ahora el agrupamiento del aula, éste es variado. En la observación estructurada, se comprueba que se utiliza una organización para un trabajo individual, en otros los alumnos se colocan en forma de "U" y en algún caso el aula está organizada en grupos. También ocurre que, la misma aula varíe de una observación a otra.

En el caso de la metodología usada, las observaciones corroboran los datos de la encuesta: en todos los casos viene muy determinada por las aportaciones del libro de texto, aunque de un modo complementario se desarrollan otro tipo de actividades centradas en aprendizaje por proyectos o el uso de las tecnologías en algún caso. En general se puede asegurar que se mantienen enfoques expositivos, aunque matizando que en todos los casos, el alumno participa de alguna manera contando sus experiencias personales en relación al contenido expuesto y preguntando en todo momento al docente.

#### *Tecnologías educativas en el aula*

La documentación oficial de los 4 centros estudiados muestra que las TIC están claramente recogidas, particularmente en la PGA, Memoria Anual y en las Normas de Convivencia, Organización y Funcionamiento. Básicamente, se hacen referencias a los recursos disponibles en el centro y a aspectos organizativos de su uso. Por otro lado, las Unidades Didácticas desarrolladas plantean aisladamente algunas propuestas de actividades usando TIC. No obstante, no se detallan programas concretos respecto a la aplicación e integración de las TIC desde una perspectiva pedagógica en el Proyecto Educativo de Centro ni en el resto de documentos.

En cuanto a la formación, que es uno de los principales limitantes para la integración de las tecnologías educativas en el aula (BECTA, 2007; Ebenezer et al 2011), deben reconocerse los esfuerzos de los centros a este respecto. Las PGA examinadas especifican actividades de formación relativas al uso de las TIC con buena aceptación por parte del profesorado, ya que según manifiestan en las entrevistas (véase la Figura 2), todos han asistido a algún curso formativo en tecnologías educativas. Así pues, la formación ya no debería suponer obstáculo para su integración en el aula.

De la entrevista en profundidad se extrae que todos los docentes (9) se consideran capaces de utilizar herramientas básicas como el correo electrónico, el procesador de textos y un uso básico de Internet. Más de la mitad de ellos (6) hacen referencia a la PDI, aunque sólo dos utilizan blogs o webquest y hacen una integración total de las TIC en la clase (Figura 1).

Los 9 maestros del estudio consideran que actualmente existen recursos suficientes para trabajar con las tecnologías en 5° y 6° de primaria y hacen referencia al programa "Escuela 2.0". No obstante, 6 docentes indican que se podría mejorar la conexión de Internet.

Prácticamente todos los docentes (8 de 9), destacan la aparición de problemas técnicos cuando se usan las TIC (errores en la conexión, problemas con los equipos, periféricos o cuando no responde el sistema operativo) que obstaculizan el desarrollo fluido de la clase y potencian cierta inseguridad, comentarios que coinciden con resultados de otros estudios como Ebenezer et al (2011) o Levy (2002). En las observaciones, los problemas que el maestro debía resolver estaban relacionados con ciertos fallos que puede plantear el uso de las TIC relativos a la conexión, sistema operativo, hardware o software, por lo que el docente debe tener en cuenta que cuando los recursos fallan debe mantener una práctica en el aula para seguir trabajando sin estos medios.

Pero otro problema destacado por todos, es el factor plus de tiempo y esfuerzo (Figura 2). Un maestro lo expresa como:

PMJ-1: ... a veces para que los chiquillos trabajen una actividad de 2 minutos he dedicado 2 horas de mi tiempo a prepararla.

No se trata de ninguna sorpresa. El esfuerzo extra necesario para diseñar las actividades y ponerlas en práctica, es destacado en informes como el del BECTA (2007). Además, para usar eficientemente las TIC y facilitar el proceso de aprendizaje, los niños necesitan guía y eso conlleva tiempo extra del maestro (Edelson et al, 1992; Gobert and Pallant, 2002; Levy, 2002; Sweller et al, 1990).

### *Integración TIC-enseñanza de las ciencias*

En la revisión de los documentos oficiales de los centros, no aparece ninguna referencia a actividades conjuntas que conlleven TIC y elementos del área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural.

Respecto a las ventajas que aportan las TIC todos los entrevistados (Figura 2), reconocen una motivación y entusiasmo del alumnado al aplicar estas herramientas, en la línea de los resultados de Dulac (2006) o Marques (2010). Entre las ventajas, 5 señalan que facilita la explicación al docente, aportando imagen o video complemento de indudable valor en el aprendizaje de las ciencias (Boesdorfer et al, 2012). Y así se ha comprobado en las observaciones estructuradas, y como la inclusión de imágenes y vídeos ayuda a la comprensión de algunos contenidos, en relación a cuando éstos no se facilitan. Dos maestros, inciden en ventajas relativas a la interactividad que producen los recursos TIC. La interactividad, particularmente profesor-alumno se ha relacionado con un incremento en los resultados académicos, compromiso de alumno y esfuerzo (Jang et al, 2010; Lawrence, 1996).

En la misma línea, 3 maestros destacan que las actividades desarrolladas con las tecnologías mejoran los resultados de los alumnos, al igual que concluyen Dulac (2006) o Wood and Ashfield (2008), pudiendo ser debido a que la participación en la construcción del aprendizaje lo hace más profundo (Jeffrey and Craft, 2004).

Ciertamente, en las observaciones estructuradas se ha podido comparar sesiones que siguen prácticas expositivas con las que han utilizado la tecnología educativa y otros enfoques más dinámicos, apreciando un claro contraste en el ambiente del aula. La motivación del alumnado es muy superior, manifestado por un cambio de actitud. Así, por ejemplo, se ha observado como los mismos alumnos con poco interés en el área manifiestan mucho mayor entusiasmo, cuando la clase se activa, por ejemplo, con la PDI.

Todo ello coincide con varios estudios que refieren el incremento de motivación (Dulac, 2006; Marques, 2010) y la modificación de actitudes acerca de los contenidos científicos (Fensham, 2004; García y Orozco, 2008) al utilizar métodos y actividades participativos con (o sin) presencia de TIC.

Sin embargo, también manifiestan ciertos obstáculos, y que coinciden con resultados de otros estudios en la línea (BECTA, 2007; Ebenezer et al, 2011; Edelson et al, 1992; Gobert and Pallant, 2002 o Levy, 2002). Así, 2 docentes aseguran que no hay (o no conocen) tantos programas que vinculen las TIC con la didáctica de las ciencias experimentales. Quizá esa falta de formación específica en didáctica de las ciencias, en donde en buena medida se hable de recursos TIC, pueda ser la causa. Por otro lado, y al igual que sucedía en la dimensión TIC, todos los docentes manifiestan problemas relativos al excesivo consumo de tiempo y esfuerzo que le conlleva al maestro para diseñar actividades activas, grupales y que aprovechan la tecnología educativa. Un maestro explica que la solución parcial pasa por aprovechar los recursos ya confeccionados.

PML-3: Hay que aprovechar lo que hay hecho (Actividades PDI smart notebook) porque para hacer cualquier cosa se va muchísimo tiempo. Aunque también se va en buscar y seleccionar.

Este esfuerzo añadido para diseñar actividades y ponerlas en práctica, es ya destacado en informes como el del BECTA (2007).

En cuanto al nivel de integración de las TIC en la clase de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, se ha observado que, mayoritariamente, se hace como mero apoyo a la clase tradicional (BECTA, 2007; Ebenezer et al, 2011; Marchesi y Martín, 2003; Wood and Ashfield, 2008;), con lo que el uso de TIC apenas produce innovación o cambio en los modelos tradicionales de enseñanza (Ebenezer et al, 2011; Marchesi y Martín, 2003). Lo más generalizado es el uso del procesador de textos y la búsqueda sencilla en Internet. Es lo que Aviram (2002) denomina, escenario tecnócrata.

Tan solo 2 docentes describen (y se ha comprobado en las observaciones estructuradas) un uso integrado más profundo de las TIC. Éstos están desarrollando estrategias didácticas en la que los alumnos trabajan grupalmente con sus ordenadores Net Books, hacen exposiciones en clase, desarrollan contenidos en blogs y wikis y trabajan con edición de video. Puede considerarse que estos han conseguido un escenario reformista (Aviram, 2002).

La figura 3 muestra dos ejemplos de actividades elaboradas por los maestros para PDI en Smart Notebook.

Lo que se ha observado de manera clara, es que el modo dinámico de trabajar el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, permite a los alumnos desarrollar unas competencias y destrezas que no desarrollaría con una enseñanza tradicional. Así, las exposiciones en la pizarra digital mejoran sus habilidades de expresión oral, y su capacidad de síntesis de contenidos a la hora de realizar la presentación. La capacidad de trabajo autónomo y en equipo se potencia, cuando desarrollan su trabajo en blogs o preparando exposiciones. Se desarrollan competencias relacionadas con el tratamiento de la información y mundo digital, aprender a aprender, de conocimiento e interacción con el mundo físico y la competencia de autonomía e iniciativa personal. En definitiva aprender a resolver problemas, a tomar decisiones y a trabajar de un modo autónomo, habilidades imprescindibles si se quiere formar a ciudadanos críticos del futuro.



Figura 3.- Izquierda: U.D. "El universo". Quinto curso de Educación Primaria. Por José Manuel Sáez. Derecha: U.D. "La electricidad" sexto curso de Educación Primaria, desarrollada en varias sesiones. Diseñada por Marifé Lara y disponible en [www.dulac.es](http://www.dulac.es).

Finalmente, aunque se ha comentado previamente que los maestros tienen una percepción positiva, en lo relativo a los resultados académicos de los alumnos, cuando se apoya el aprendizaje de Conocimiento del medio con las TIC frente a la clase expositiva, es necesario, en el futuro, evaluar de manera cuantitativa, si este aprendizaje con y sin la integración de estos recursos es realmente distinto, tanto en cantidad como en calidad. También, se hace necesario encuestar a los alumnos para averiguar su percepción al uso de estas tecnologías y su integración en actividades relacionadas con las ciencias, al tiempo que evaluar los posibles cambios actitudinales ante las ciencias y su aprendizaje.

## Conclusiones

Analizadas las tres dimensiones objeto de estudio: enseñanza de las ciencias, uso de las TIC e integración de ambas en 4 escuelas rurales, a través de entrevistas en profundidad, observaciones estructuradas y análisis de documentación oficial de los centros, se puede concluir que, la enseñanza de las ciencias está basada en el libro de texto, y se confirma que, esencialmente, la transmisión directa de contenidos es el método de

instrucción usado. No obstante, se observa cierta participación del alumnado y algún apoyo de TIC.

A pesar de que todos los maestros reconocen que los recursos son suficientes, pocos son los que realizan una integración plena de estas tecnologías en el aula. Sin embargo, se detecta una completa coincidencia maestros-observadores en que, cuando se integran ambas y o se hace una clase más activa, se incrementa sustancialmente la motivación de los alumnos. También, según algunos maestros, parece que aumenta el rendimiento académico, y se ha observado un cambio de actitud (en positivo), ante el aprendizaje de las ciencias en alumnos más reticentes.

Posiblemente, uno de los elementos clave que determina el estudio, es la ausencia de oferta de formación en enseñanza de las ciencias y que queda manifiesta en las entrevistas y en los documentos oficiales. Sí se señala una formación concreta en TIC. Ello induce a pensar que se considera la formación inicial del maestro, su experiencia y su posible autoaprendizaje, como background suficiente para el desarrollo de su actividad profesional en ciencias, no así en cuanto a TIC.

Sin embargo, los cambios que podría introducir en las aulas un reciclaje en enseñanza de las ciencias de los maestros, en líneas más participativas y constructivistas (y que muy probablemente introduciría recursos TIC) podrían incrementar la motivación y el aprendizaje de los niños (siempre vinculados), y se potenciaría una instrucción más basada en competencias (tal y como ya se ha observado en las ocasiones en que se pone en práctica), en la línea de lo que demanda la normativa actual. Así se reduciría la frecuencia de la *omnipresente* clase expositiva.

El mayor problema para integrar TIC en la enseñanza de las ciencias, según los maestros, es el notable incremento de tiempo y esfuerzo requerido para preparar las actividades y/o implementarlas en el aula. Retomando el argumento de la formación, ésta (en las tres dimensiones estudiadas), podría proporcionarles mayor habilidad y recursos específicos, lo que sumado a un posible progresivo mayor uso de TIC en Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (y en otras materias), generaría una creciente seguridad y facilidad que podría reducir el citado problema de tiempo. A ello cabría añadir otros beneficios como decremento en la frecuencia de problemas técnicos o, disminución del esfuerzo para crear, localizar, seleccionar e implementar actividades.

Resulta destacable que todos los maestros de las escuelas rurales entrevistados, consideran que la carga de ciencias debería incrementarse en el currículo, lo que denota el alto interés que estos profesionales otorgan a las ciencias para una correcta formación inicial de los niños.

La figura 4 sintetiza las principales conclusiones extraídas en este trabajo, no obstante, son necesarios más estudios para completar ciertas lagunas, como encuestas a alumnos, evaluación previa y posterior de alumnos con actividades utilizando y sin utilizar TIC, etc.



Figura 4.- Síntesis de las principales conclusionencias obtenidas en el estudio.

### Referencias bibliográficas

Akerson, V.L.; Buck, G.A.; Donnelly, L.A.; Nargund, V. y I.S Weiland. (2011). The importance of teaching and learning nature of science in the early childhood years. *The Journal of Science Education and Technology*, 20, 5, 537-549. En: <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-011-9312-5>

Area, M. (2005). Tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación. *RELIEVE*, 11, 1, 3-25.

Area, M (2007). Algunos principios para el desarrollo de buenas prácticas pedagógicas con las TIC en el aula. *Comunicación y Pedagogía*, 222, 42-47

Aviram, R. (2002). ¿Conseguirá la educación domesticar a las TIC?. Ponencia presentada en el II Congreso Europeo de Tecnología de la Información, Barcelona, junio 2002.

Balanskat, A.; Blamire, R. y S. Kefala (2006). The ICT Impact Report. A review of studies of ICT impact on schools in Europe. European Schoolnet, European Comission. <http://ec.europa.eu/education/doc/reports/doc/ictimpact.pdf>

BECTA (2007). Harnessing Technology Review 2007: Progress and impact of technology. En: <http://partners.becta.org.uk/upload>

BOE (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE nº 106 de 4 de mayo.

Boesdorfer, S.; Lorsbach, A. y M. Morey (2012). Using a vicarious learning event to create a conceptual change in preservice teachers' understandings of the seasons. *Electronic Journal of Science Education*, 15, 1, 1-14.

Cohen, L.; Manion, L. y K. Morrison (2000). *Research Methods in Education* (5th edition). London: RoutledgeFalmer.

COSCE (Confederación de Sociedades Científicas de España) (2011). Informe ENCIENDE. En: [http://www.cosce.org/pdf/Informe\\_ENCIENDE.pdf](http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf)

Cuban, L. (2001). *Oversold and underused: computers in the classroom*. Cambridge MA: Harvard University press.

Davis, D. (2011). *Teaching Science Creatively*. Oxon: Routledge.

Dulac, J. (2006). La Pizarra Digital, ¿Una nueva metodología en el aula?  
En:

<http://www.dulac.es/investigaciones/pizarra/Informe%20final.%20Web.pdf>

Ebenezer, J.; Columbus, R.; Kaya, O.N.; Zhang, L. y D.L. Ebenezer (2011). One Science Teacher's Professional Development Experience: A Case Study Exploring Changes in Students' Perceptions of Their Fluency with Innovative Technologies. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 1, 22-37.

Edelson, D.C.; Gordin D.N. y R.D. Pea (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 8, (3/4), 391–450.

Kimberley, W. y B. Suzi (2011). Exploring ICT Integration as a Tool to Engage Young People at a Flexible Learning Centre, *Journal of Science Education and Technology*. Springer Netherlands 1-8. En: <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-011-9355-7>

Fensham, P. (2004). Engagement with Science: an international issue that goes beyond knowledge Paper presented at the Science and Mathematics Education Conference (SMEC). Dublin, Ireland.

García-Ruiz, M. y L. Orozco (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las ciencias naturales y su enseñanza en profesores de educación primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7, 3, 539-568.

Gobert J.D y A. Pallant (2004). Fostering students' epistemologies of models via authentic model-based tasks. *Journal Science Education Technology*, 13, 1, 7–22.

Hegarty, M. (2004). Dynamic visualizations and learning: Getting to the difficult questions. *Learning Instruction*, 14, 343–351.

Jang, H., Reeve, J. y E.L. Deci (2010). Engaging students in learning activities: It is not autonomy support or structure but autonomy support and structure. *Journal of Educational Psychology*, 102, 588–600.

Jeffrey, B. y A. Craft (2004). Teaching creatively and teaching for creativity, distinctions and relationships. *Journal of Educational Studies*, 30, 1, 77–87.

Jiménez-Aleixandre, M.P. y N. Sanmartí (1995). The development of a new science curriculum for secondary school in Spain: opportunities for change. *International Journal of Science Education*, 17, 425-439.

Law, N.; Pelgrum, W.J. y T. Plomp (Eds.) (2008). *Pedagogy and ICT use in schools around the world: Findings from the IEA SITES 2006 study*. Hong Kong: CERC-Springer.

Lawrence, D. (1996). *Enhancing Self Esteem in classroom*. London: Paul Chapman Publishing.

Levy, P. (2002). Interactive whiteboards in learning and teaching in two Sheffield Schools: a developmental study. Sheffield: Department of Information Studies. University of Sheffield.

Linn, M.C.; Lee, H.; Tinker, R.; Husic, F. y J.L. Chiu (2006). Teaching and assessing knowledge integration in science. *Science*, 313, 5790, 1049–1050.

Mampel, L. y A.L. Cortés (2009). Los motores de búsqueda de información en Internet como herramienta de aprendizaje: análisis de contenidos sobre el concepto "dinosaurio". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8, 3, 770-796. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

Marchesi, A. y E. Martín (2003). *Tecnología y Aprendizaje. Investigación sobre el impacto del ordenador en el aula*. Madrid: Editorial SM.

Marques, P. (2010). Investigación: Centros de excelencia Smart - 2008-2010 memoria Final. En: <http://www.peremarques.net/smart/>.

Martínez Losada, C.; García Barros, S. y J.C. Rivadulla (2009). Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8, 1, 137- 155. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

Mazzitelli, C.A. y M.T. Aparicio (2009). Las actitudes de los alumnos hacia las Ciencias Naturales, en el marco de las representaciones sociales, y su influencia en el aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8, 1, 193–215. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

MEC (Ministerio de Educación y Ciencia). Instituto de Evaluación. (2010). PISA 2009 Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe Español.

Morrison, J.B.; Tversky, B. y M. Betrancourt (2002). Animation: Does it facilitate? *International Journal Human Computer Studies*, 57, 247–262

Osborne, J. y J. Dillon (2008): Science Education in Europe: Critical Reflections, a Report to the Nuffield Foundation. En: [http://www.pollen-europa.net/-pollendev/Images\\_Editor/Nuffield%20report.pdf](http://www.pollen-europa.net/-pollendev/Images_Editor/Nuffield%20report.pdf).

Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en educación primaria*. Madrid: Síntesis.

Sweller J., Chandler, P. Tierney, P y M. Cooper (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology*, 119, 2, 176–192.

Wood, R. y J. Ashfield (2008). The use of the interactive whiteboard for creative teaching and learning in literacy and mathematics: a case study. *British Journal of Educational Technology*, 39, 1, 84-96.