

**Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso**

*Universidad de Salamanca*

Los recursos digitales ofrecen nuevas oportunidades en los procesos de enseñanza y aprendizaje al incorporar la imagen, el sonido y la interactividad como elementos que refuerzan la comprensión y motivación de los estudiantes. Recursos audiovisuales como el vídeo y televisión digital, los videojuegos y procesos de gamificación, la realidad aumentada, los dispositivos móviles, las tecnologías interactivas como pizarras digitales, mesas multicontacto, robótica... se pueden convertir en importantes fuentes de información y aprendizaje para atender las necesidades de los estudiantes. El impacto de estos recursos en los resultados de aprendizaje ha sido foco de interés de la investigación educativa en las últimas décadas.

## **1. Recursos audiovisuales interactivos**

Los recursos audiovisuales han estado en el punto de mira de la innovación educativa desde la década de los 80, cuando en España se pone en marcha el proyecto Mercurio, auspiciado por el Ministerio de Educación y Ciencia, con unas altas expectativas sobre las posibilidades de estos medios (fundamentalmente el vídeo) para la mejora de la enseñanza. Desde entonces ya se pensaba en los recursos audiovisuales, no sólo como un medio para el aprendizaje sino como un medio de expresión y creación a través de un nuevo lenguaje basado en la imagen y el sonido, con alta potencialidad para estimular la creatividad, tanto de los docentes como de los estudiantes.

La mayor parte de las investigaciones realizadas en la década de los 90 sobre el uso de los medios audiovisuales en la enseñanza confirmaron la infrautilización de los mismos en las instituciones educativas, no sólo en España sino también en países más desarrollados tecnológicamente (Area y Correa, 1992; Cabero, 1999). Las razones de esta situación hay que buscarlas en los diferentes factores que repercuten en la utilización de los medios por parte de

los profesores: facilidad de acceso, cultura tecnológica y estructura organizativa del centro, formación del profesorado, apoyo técnico, ideología y actitudes del profesorado. Se concluye también que los usos mayoritarios a los que se destinan los recursos audiovisuales son transmisores-reproductores frente a otros usos más prácticos-situacionales o críticos-transformadores (Aparici, 1993; Bautista, 1994), que tendrían que ver con la utilización de los medios precedida de un análisis y comprensión de los significados construidos o su uso como herramientas de investigación. Así pues, la pretensión de conseguir una metodología de enseñanza más activa y participativa, más creativa, más crítica ante los mensajes audiovisuales, más rica en canales de expresión, etc. se ve ciertamente frustrada.

Posteriormente, a consecuencia del desarrollo de la informática, se va introduciendo en el mundo del audiovisual la digitalización y la interactividad que ésta conlleva. Así surgirán los denominados hipervídeos, caracterizados por ampliar la información de la secuencia del video conductor, a través de diversos recursos complementarios que pueden adoptar cualquier formato de archivo y que van ligados al vídeo conductor mientras éste se desarrolla (García-Valcárcel, 2008; García Matamoros, 2014). Así mismo, el auge las redes de comunicación y la apuesta por la colaboración a través de las mismas, posibilita el nacimiento de nuevos proyectos para compartir los recursos audiovisuales. En este sentido se encuentra el Informe de la OECD (2007) (Organisation for economic cooperation and development) del Center for Educational Research and Innovation, titulado *“Giving Knowledge for Free. The emergence of open educational resources”*. Este informe defiende los valores de compartir y colaborar en la creación de conocimiento e indica que la publicación de materiales de enseñanza abiertos tendrá efectos muy positivos.

También Internet y la expansión de la enseñanza virtual potencian el uso de la videoconferencia, como un medio de comunicación audiovisual al que se le puede asignar una finalidad educativa, utilizado fundamentalmente en los procesos de e-learning, para favorecer los procesos de interacción entre profesor y alumno, proporcionando acceso a los elementos paralingüísticos de la comunicación. Un análisis de las posibilidades de esta herramienta es la que nos presentan Alonso y Gallego (2007) y Prendes y Castañeda (2007), y algunas experiencias llevadas a cabo son las publicadas por Saez-Lopez, y Ruiz-Gallardo, 2014, González et al., 2014 y Martínez y Gómez, 2015.

Entre los diversos recursos también debemos mencionar el cine y la televisión como recursos audiovisuales, que si bien generalmente no son diseñados con finalidad instructiva, sí pueden

ser estímulos para el aprendizaje. Diversos autores han señalado las posibilidades didácticas de estos recursos para trabajar contenidos no sólo conceptuales sino también, y sobre todo, procedimentales y actitudinales (Castaño y Llorente, 2007; González García, 2015; García y Nadal, 2015; Pindado, 2005; Pascual y Ortega, 2007; Pellicer, 2014; Petit y Solbes, 2015).

Así mismo se ha desarrollado el concepto de inteligencia fílmica (De Andrés et al., 2011), en el marco teórico de las inteligencias múltiples (Gadner, 1993), que considera la inteligencia como el potencial psicobiológico para resolver problemas o crear nuevos productos que tienen valor en su contexto cultural y distingue varios tipos de inteligencia: lógico-matemática, lingüística, espacial, musical, cinestésica-corporal, interpersonal, intrapersonal y existencial, postulando que la educación puede contribuir a mejorar cualquiera de estas inteligencias. En este contexto se define la inteligencia fílmica como la capacidad de los niños para la comprensión argumental y la discriminación ética y estética de los contenidos transmitidos a través de los diferentes sistemas multimedia. Se parte de la hipótesis de que la imagen audiovisual supone un importante elemento modificador de la conducta perceptiva y cognitiva infantil (por lo que sería importante enseñar a los niños a utilizar esa forma de inteligencia, lo que conllevaría el aprendizaje del lenguaje de la imagen, en su doble vertiente de emisor y receptor. La medición de la inteligencia fílmica se plantea a través de las siguientes dimensiones:

- a) Inteligencia lógica: capacidad para comprender la estructura y secuenciación de una narración cinematográfica.
- b) Inteligencia de aprendizaje: capacidad para recordar comprensivamente lo asimilado a través del recurso audiovisual (retención y transferencia).
- c) Inteligencia emocional: capacidad de distinguir con claridad los mensajes afectivos.
- d) Inteligencia moral: capacidad de comprensión de los valores o contravalores transmitidos.

En este momento algunos de los proyectos más interesantes que se están desarrollando sobre recursos audiovisuales, con vistas a su incorporación en los procesos de innovación educativa están centrados en el diseño de videojuegos educativos (*serious games*) y procesos de gamificación (ADESE, 2012; Felicia, 2009; Gee, 2004; Gómez del Castillo, 2007; Gros, 2008; Grupo F9, 2002; Lacasa, 2011; Revuelta y Esnaola, 2013) así como en el uso de la realidad aumentada (Basogain et al., 2007; Fombona et al., 2012; Moralejo et al., 2014), por lo que se profundizará en estos recursos a lo largo de este capítulo. Todos estos recursos audiovisuales hay que analizarlos en el marco de la sociedad actual, caracterizada por la abundancia de estímulos sensoriales, icónicos y sonoros, y en la que las personas, cada vez más, tienen una

necesidad básica de hiperestimulación sensorial, especialmente los más jóvenes. Los medios audiovisuales suponen una forma de comunicación multisensorial, al implicar una multiplicidad de códigos que inciden sobre diversos sentidos y formas de percepción. Aquí estriba la potencia comunicativa de lo audiovisual. Algunos códigos apelan fundamentalmente a lo emotivo, como la imagen y la música, mientras que otros inciden en la parte más racional de nuestro pensamiento, como el lenguaje verbal. La eficacia comunicativa de los mensajes audiovisuales, tal como señala Ferrés (1996) y García-Valcárcel et al. (2015), estará condicionada por la correcta integración de todos estos códigos y lenguajes. En este sentido el lenguaje audiovisual es un lenguaje de síntesis.

La imagen se ha utilizado desde los tiempos más remotos como un medio para la enseñanza y el aprendizaje, de gran utilidad porque se decodifica de forma automática, desde la sensibilidad y emotividad. En el ámbito escolar las imágenes también han estado siempre presentes, en forma de ilustraciones, mapas, figuras, cuadros, maquetas... el lenguaje audiovisual permite un aprendizaje peculiar a partir de las emociones para, en un proceso de distanciamiento gradual, llegar a las significaciones, a las ideas y a los conceptos (Álvarez, 2014; García, Arellano y Ruiz, 2014; García-Valcárcel y Hernández, 2013).

### **1.1. Video y televisión digital**

Las posibilidades didácticas del vídeo han sido puestas de manifiesto por diversos autores (Ferrés, 1994; De Pablos, 1995; Cebrián, 2005; Román y Llorente, 2007; García-Valcárcel, 2008b; Solano et al., 2015; Tobías-Martínez et al., 2015), entre las que destacamos las siguientes: el vídeo como instrumento para aprender sobre la comunicación audiovisual, el vídeo como medio de expresión, como instrumento para la investigación, como medio de evaluación, medio de información y como instrumento para el desarrollo profesional del docente.

Las herramientas informáticas y el desarrollo de las redes de comunicación están ofreciendo nuevas posibilidades a los materiales audiovisuales, añadiendo interactividad y permitiendo su exposición en Internet. Al mismo tiempo, las tecnologías de la información y comunicación van confluyendo hacia aplicaciones cada vez más audiovisuales e interactivas.

Una muestra de estas nuevas herramientas audiovisuales interactivas es el desarrollo del hipervídeo. Es un modelo de vídeo interactivo basado en la asociación de contenidos de

diversa naturaleza a lo largo de su línea narrativa. Se trata de un hipertexto audiovisual, de manera que se puede intervenir en la secuencialidad del relato e interactuar con otros tipos de información: textos, imágenes fijas, audio, páginas web, etc. Sobre el concepto de hipervídeo pueden consultarse las propuestas de Aarseth (1994), Cherrett et al. (2009), Nürnberg (2003) y Wardrip-Fruin (2004). El hipervídeo, como recurso audiovisual, puede ser eficaz para motivar a los alumnos, no tanto por el componente tecnológico sino por la forma de procesamiento de la información: carácter impactante y sugerente de la imagen sonora en movimiento, capacidad de transmisión de emociones a través de la identificación. Algunos materiales didácticos son concebidos con esta intención, no transmiten información exhaustiva sobre un tema, sino que abren interrogantes, suscitan problemas, generan dinámicas participativas, producen emociones que llevarán posteriormente al análisis y la reflexión. Además los hipervídeos, al ser documentos interactivos en los que el alumno ha de ir seleccionando los recursos de mayor interés para su exploración mientras o posteriormente al visionado del video principal, permiten la toma de decisiones sobre el tipo de información a consultar y, de este modo, la adaptación a un ritmo particular que posibilita personalizar el recurso adaptándolo a las necesidades del alumno. Por otra parte, las actividades y recursos contemplados en su diseño permitirán realizar una propuesta de aprendizaje basada en la activación de experiencias relevantes, la intuición, la demostración, la aplicación de los conocimientos para la resolución de problemas y la transferencia de los conocimientos a la vida cotidiana, principios sobre el diseño instructivo que han sido señalados por diversos autores como altamente significativos para el aprendizaje (Merrill, 2002, 2007; Salinas y Urbina, 2007).

Con relación al diseño y evaluación de recursos videográficos, consideramos de interés reseñar cuatro cualidades, que necesariamente marcan pautas evaluativas sobre este tipo de medios:

1. Relevancia de la información: temática planteada, explicaciones, conceptos,...
2. Estructura y presentación de la información: diferenciación entre las unidades informativas, imágenes y sonidos claros y eficaces, ritmo que permita comprender y asimilar su significado.
3. Incorporación de facilitadores de aprendizaje: introducción a los contenidos, esquemas, mapas, grafismos, manipulación electrónica, subtítulos, resúmenes, sugerencias de actividades, materiales complementarios, etc.
4. Uso adecuado de las emociones: selección de escenarios, presentadores, protagonistas, personajes, sentimientos mostrados, satisfacción de necesidades, etc.

En cualquier caso, la valoración del vídeo para su uso educativo debe hacer hincapié en el análisis de las posibilidades que nos ofrece este medio para enseñar, evaluar, investigar, expresarse a través de un lenguaje específico, etc. incluyendo a los alumnos como posibles realizadores, la incorporación de la cámara en el proceso instructivo sería una de las posibilidades más interesantes (Aguaded y Sánchez, 2013). La elaboración de un producto audiovisual puede contemplarse como un proceso de aprendizaje. Se trata de aprender a expresarse a través del lenguaje audiovisual, lo que implica la utilización (por parte de los alumnos) de la cámara para obtener y transmitir información, el conocimiento del lenguaje audiovisual y de los procesos de realización y postproducción para la edición de documentos videográficos (García Jiménez, 1993; Bartolomé, 2004a, García-Valcárcel y Hernández, 2013)

La incorporación de la cámara en el proceso instructivo posibilita a los alumnos el acceso a informaciones del propio entorno y supone hacer posible una comunicación horizontal. Se trata de aprovechar para el aprendizaje el efecto que produce la ruptura de las rutinas o hábitos perceptivos, realidades que contemplamos cada día en directo en nuestro entorno sin prestar ninguna atención, adquieren relieve al ser objeto de una realización audiovisual. Permite poder leer el entorno, mediatizado por la cámara, desde una determinada perspectiva: la ciencia física, química, matemática, geografía, ética, sociología, lengua, arte, etc. Por otra parte, el proceso de investigación y recogida de información, selección de la misma, su organización en función de las ideas que se quieren transmitir, etc. facilita desarrollar en los alumnos diversas destrezas relacionadas con un aprendizaje autónomo y significativo, con una manera de aprender en la que hay que tomar la iniciativa, fijar las metas del proyecto, trabajar de forma colaborativa, utilizar diversos recursos tecnológicos y compartir los resultados obtenidos. Una tarea que se puede interpretar como auténtica, relacionada con la realidad en la que se desenvuelven los estudiantes y con sus intereses de aprendizaje.

Actualmente vivimos el auge del vídeo digital accesible a través de Internet, lo que ha cambiado nuestra concepción de la realización audiovisual y el acceso a este tipo de materiales. La inmediatez y la espontaneidad, así como la colaboración y reutilización, se han convertido en rasgos de las nuevas producciones videográficas. Un proyecto interesante para el uso del vídeo en las escuelas y la producción por parte de los profesores y alumnos como actividad escolar, con la posibilidad de compartir los vídeos realizados en diferentes escuelas, es "Films for Learning". Este proyecto comienza a desarrollarse en Dorset school's Leading Edge en 2005 y fue inicialmente fundado por NESTA (National Endowment for Science

Technology and Arts), si bien posteriormente ha sido apoyado por diversas organizaciones. El proyecto parte de la idea de que los vídeos tienen un doble valor, creando nuevas experiencias de aprendizaje para los alumnos que participan en la realización del vídeo y para los alumnos que lo ven. La experiencia de realizar vídeos didácticos por parte de los estudiantes para su uso en el aula resulta ser un proceso creativo que permite poner en práctica las ideas de los alumnos sobre cómo enseñar determinados contenidos y establece una relación diferente entre el profesor y los estudiantes, trabajando juntos y dándoles a éstos un mayor protagonismo y responsabilidad. Hargreaves (2013) afirma sobre este proyecto que está ampliando la capacidad de los jóvenes para crear vídeos y contribuyendo al aprendizaje, no sólo sobre el uso de estas herramientas tecnológicas, sino también sobre los contenidos curriculares incluidos en los documentos audiovisuales. El proyecto ofrece también formación a los alumnos y profesores para que aprendan a realizar sus propios vídeos.

Por otra parte, algunos proyectos han tratado de crear comunidades profesionales de docentes para compartir este tipo de recursos. Un proyecto interesante en este sentido ha sido Eduvlogs, activo hasta 2013. Se definió como “una televisión educativa de almacenaje o televisión IP (IPTV) conformada por profesores que han dado el paso hacia la enseñanza audiovisual y multimedia participativa y con presencia en la blogosfera y la vlogosfera (con 'v' de vídeo-blogosfera”). En este proyecto todos los profesores que intervienen se convierten en editores y emisores de vídeo educativo para la Red (Palazio, 2006). Todos los vídeos de esta comunidad virtual son del campo de la educación y formación profesional. Con esa interacción, los vbloggers de esta comunidad virtual buscan compartir experiencias y provocar la interactividad de los estudiantes.

Las conclusiones que podríamos indicar sobre estas nuevas herramientas que nos ofrecen tanto la posibilidad de crear vídeos interactivos como de compartir los recursos a través de la Red son las siguientes:

- El vídeo digital está revitalizando el uso de la comunicación audiovisual desde una perspectiva educativa.
- El desarrollo de las infraestructuras y servicios de comunicación posibilita el fácil acceso y publicación de documentos videográficos que pueden ser compartidos.
- El vídeo digital amplía las funciones tradicionales del vídeo en la enseñanza permitiendo una mayor interactividad.
- Los hipervídeos introducen un nuevo concepto en la secuencialidad del audiovisual pudiéndose adaptar a distintos intereses.

- Los videoblogs son potentes herramientas para fomentar el uso de la comunicación audiovisual dentro la cultura de las redes sociales.

En cuanto a la televisión como recurso audiovisual, se puede analizar como una máquina de producción textual con gran capacidad de seducción (Arroyave, 2015; Goicoechea de Jorge, 2015). Nos brinda una historia del mundo, informa sobre la realidad, seleccionando los contenidos, jerarquizándolos y articulándolos para que aparezcan como un universo coherente. Las relaciones palabra-imagen son complejas, puesto que vehiculan no sólo información explícita sino también implícita, con lo que generan comunicaciones inadvertidas. Además se integra en un contexto de cultura y organiza redes de conocimiento. El poder de identificación de los relatos los convierten en modelos a imitar sin mediar una reflexión crítica. Sus rasgos básicos son la mundialización de la cultura, el sincretismo semiótico (mezcla de lenguajes diversos y medios heterogéneos: cine, teatro, poesía, prensa, fotografía...), la transformación social en lo relativo a lo privado/público (rompiendo la intimidad) y la generación de nuevos discursos (fragmentarios, conectivos, vagos, difusos, impresionistas y hasta surrealistas).

Por esto urge saber leer la televisión en cuanto objeto cultural y saber leer los textos audiovisuales en lo que tienen de código, de mensaje y de producto de la industria cultural. Aprender a ver la televisión debería ser uno de los objetivos de la educación, para interpretarla en su justa medida y reflexionar sobre el discurso televisivo, lo que supone considerar los discursos de las programaciones televisivas (en sus diversos géneros) no como discursos autónomos, sino como fragmentos de un discurso más amplio: macrodiscurso televisivo global. En televisión hay un proceso de codificación y decodificación que supera la vieja noción de contenido televisivo e incluye las competencias desarrolladas por los telespectadores (hábitos perceptivos...) y el ambiente o “mediosfera” en que se consume el medio. Este contexto sociocultural tiene notable influencia en la propia escritura del discurso televisivo, que considera no sólo el mensaje sino también los significados existenciales que genera la recepción desde el hogar. El éxito dependerá tanto de la forma en que su texto se construye como de la capacidad de interconectar con los receptores, satisfaciendo la estimulación sensorial, la fabulación la fantasía y la liberación emotiva. Los mecanismos de identificación y proyección permiten vivir al espectador, de manera vicaria, toda clase de experiencias, creando una atmósfera de seducción audiovisual. Se puede decir que hoy la televisión se ha convertido en instrumento privilegiado de penetración cultural, de socialización, transmisión de ideologías y valores, de colonización. Por lo cual, los profesionales de la educación deben

ser conscientes de la importancia de estos recursos y la alfabetización en el lenguaje audiovisual.

La educación tiene una misión importante en el desarrollo de las capacidades de los estudiantes para que puedan hacer un uso formativo de los medios que estimule su comprensión del mundo en que viven y sus experiencias sensoriales y afectivas. Así como fomentar su capacidad de análisis crítico para hacer frente a los peligros y obstáculos éticos, psicológicos y didácticos que estos medios pueden generar (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Obstáculos de la televisión como instrumento de aprendizaje  
(García-Valcárcel y Hernández, 2013)

Factores	Descripción
<b>Éticos</b>	<p>Se relativiza la orientación moral de sus mensajes al tratar de abarcar la más amplia franja posible de conciencias.</p> <p>Se producen fenómenos de culto o admiración que derivan en la fama y estrellato de personas con independencia de su autoridad moral e intelectual.</p> <p>Se impone la autoridad de la distancia, concediendo más valor a lo que procede de fuentes lejanas y desconocidas que a lo cotidiano.</p>
<b>Psicológicos</b>	<p>La televisión produce adicción. Su abuso produce efectos negativos en los más pequeños. Según los profesores influye en el aumento de la agresividad, empobrecimiento del lenguaje y en cierto grado de pasividad (Muñoz y Pedrero, 1994).</p> <p>Los mensajes audiovisuales se envuelven en un tono amable que crea la sensación de permisividad, facilidad e inutilidad del esfuerzo. Los destinatarios no se ven obligados a hacer un esfuerzo de asimilación (el mensaje se recibe a modo de impacto).</p>
<b>Didácticos</b>	<p>Los temas y conceptos que se tratan en la televisión no se seleccionan con criterios didácticos, lo que produce un sesgo a favor de algunos temas (excesivo carácter urbano) y el olvido de otros (zonas aisladas...)</p> <p>El medio impone limitaciones al proceso de comunicación didáctica, dificultando el proceso dialéctico de la comunicación (pregunta-respuesta), careciendo de elementos de refuerzo o apoyo, etc.</p>

A pesar de estos peligros y limitaciones, hay que valorar positivamente las posibilidades educativas que este medio puede brindar, tales como recoger y plasmar la realidad vital del

entorno social con gran actualidad, interrelacionar los diferentes ámbitos de la sociedad, permitiendo que los grupos sociales que aparentemente conviven tengan un mayor conocimiento de los otros, estimular la creación de la cultura, permitiendo el intercambio y difusión de ideas, instruir, como agente educativo dirigido a la educación permanente, allí donde otros mecanismos de formación tienen difícil acceso (campañas de promoción pública...) y educar en los diversos niveles formativos: contenidos globales novedosos, últimos descubrimientos.

En cuanto a las previsiones para un futuro próximo puede pensarse en canales especializados en formación, complementos audiovisuales para el estudio de diferentes carreras, cursos escolares, etc. En un hipotético panorama de auge de la formación televisiva, podríamos preguntarnos si la información ha derivado ya en periodismo-espectáculo, ¿canalizar la docencia a través de los medios audiovisuales llegará a producir la enseñanza-espectáculo? En cualquier caso parece interesante el papel del medio en la educación intercultural, recuperar el concepto de información preventiva como aquella que propicia el mutuo conocimiento entre entidades y colectivos en litigio o en peligro grave de confrontación. Así como la implantación de la ecología de la comunicación: superando tres formas de contaminación (Sartori, 2014):

- Contaminación sónica: exceso de información que produce la confusión semántica y cultural, embotamiento de la mente. Dosificar los objetos, las obras de arte... y los mensajes informativos es imprescindible para revitalizar la creatividad.
- Contaminación intelectual: supone lanzar cualquier producto sin reparar en su calidad y repetirlo frecuentemente.
- Contaminación ética: desinformación (información falsa o sesgada), intenciones subliminales, conceptos coyunturales frente a la auténtica formación que consiste en dotar a los destinatarios de información no caduca.

En cuanto a la evolución del formato televisivo, el cambio de la televisión analógica a la digital ha supuesto aumentar las posibilidades interactivas del medio televisivo (relación bidireccional y mayor participación), provocando cambios en el comportamiento de los receptores, así como elevar el número de cadenas y contenidos, si bien ha habido poca exigencia hacia la calidad y variedad de las producciones. De este modo, el medio se ajusta a las nuevas generaciones que han crecido bajo la influencia de Internet (como fenómeno comunicativo y de ocio) y no entienden la relación pasiva frente a la pantalla. Los nuevos espectadores manipulan, descargan, opinan, transforman, recomiendan, producen, etc. gracias a la IP-TV o

televisión a través de Internet. Otra opción en auge es la televisión híbrida (HbbTV-Hybrid Broadcast Broadband TV), que se basa en utilizar la conexión a Internet de algunos aparatos de televisión (SmartTV) para ofrecer todo tipo de contenidos, tanto interactivo como vídeo bajo demanda. Se fusionan así los contenidos de televisión y los de la web.

Estas características tienen repercusiones en un planteamiento de televisión más individualista, que atenderá a gustos minoritarios (no se buscan audiencias masivas sino públicos segmentados), un planteamiento publicitario diferente y una televisión que pasa de ser un entretenimiento para ser una vía de entrada de otros servicios multimedia: juegos interactivos, telefonía, vídeo a la carta, compra online, servicios de pago por evento, etc. Se va imponiendo el nuevo concepto de auto-programación dentro de un conjunto de elecciones disponibles (tipo de televisión temática que estructura los contenidos en función de perfiles definidos) y la materialización de la filosofía individualista liberal frente a la estandarización de la televisión generalizada (Millán, 2003). La televisión a la carta permite acceder al programa a la hora que se prefiera y desde el lugar y el soporte elegidos “televisión anywhere, anyone, anytime” (Álvarez, 2011).

En este contexto los recursos audiovisuales se vuelven multidireccionales, impulsados por las redes sociales, donde no hay jerarquías de usuarios y la comunicación es horizontal y global. Como señala Díaz Arias (2009) se conforma un ecosistema audiovisual con pilares en el espacio mediático y el ciberespacio, incluyendo el cibercine y la cibertelevisión. Los estudiantes pueden opinar sobre los contenidos, reconstruir y generar nuevas informaciones, a través de herramientas cooperativas como los blogs, repositorios de contenidos, etc. Entrando en un universo de recreaciones donde el autor expone y los usuarios reorganizan según sus planteamientos.

## **1.2. Videojuegos y gamificación**

Un campo audiovisual en gran auge es el de los juegos y, en concreto, los videojuegos. Éstos ejercen una importante motivación y pueden utilizarse para el trabajo de aspectos relativos al desarrollo de la personalidad (autoestima, capacidad de planificación y organización...) así como para potenciar el aprendizaje de contenidos curriculares (Gros, 2008).

Desde las primeras propuestas de videojuegos que se elaboran se contemplan tres aspectos fundamentales que aparecen en casi todos los juegos de ordenador y que garantizan el éxito

de los mismos. Son los siguientes: 1) El reto. Se trata de que jugador se sienta desafiado hacia la consecución de metas que, en realidad, no sabe si será capaz de alcanzar; 2) La sorpresa. El juego ofrece múltiples alternativas, pantallas a las que acudir, personajes nuevos, etc. Se trata de crear curiosidad al jugador de una manera que este mantenga la motivación necesaria para continuar avanzando y 3) La fantasía. Los juegos parecen provocar imágenes mentales no inmediatas para los sentidos y que generan ideas no ajustadas a la realidad. Estas tres características son importantes para la creación del juego y se utilizan también como elemento de motivación en la mayoría de los programas educativos.

Por su parte, Fernández-Lobo (2004) señala algunas reglas de las que aparecen con mayor frecuencia y claridad en los videojuegos:

- Debe fomentarse la exploración y el descubrimiento.
- Debe diferenciarse claramente la interactividad de la no interactividad.
- El juego debe diseñarse de cara al jugador, no al diseñador o al ordenador.
- Los jugadores quieren hacer cosas y no que ocurran sin su intervención.
- Los jugadores esperan que alguien o algo le guíe.
- Los jugadores no saben lo que buscan pero lo reconocen cuando lo ven.
- El jugador debe proponer objetivos a corto plazo.
- La interfaz y los objetos del entorno deben mantener un comportamiento consistente.
- Los jugadores esperan identificar y entender las limitaciones del juego.
- Los jugadores esperan que las soluciones razonables funcionen.
- Los jugadores no pueden llegar a situaciones en la que no puedan avanzar.
- Los jugadores esperan un trato justo en el juego.
- A los jugadores no les gusta repetir pruebas.
- El juego no debe fatigar al usuario (debe darle un respiro).
- El jugador debe poder abandonar la partida cuando desee.
- El jugador debe poder retornar a la partida donde la dejó.
- El juego no debe penalizar al jugador, es mejor disuadirle sutilmente.
- El juego no debe proponer retos con asistencia mutua (resolver uno ayuda a resolver otros).
- Los jugadores no deben perder la concentración/inmersión en el juego.

Si bien muchos de los videojuegos se asocian con actitudes de competitividad, violencia, sexismo, velocidad, consumismo... desde el ámbito educativo se observan también sus potencialidades, tales como (Morales, 2009): permiten aprender diferentes tipos de habilidades y estrategias; ayudan a dinamizar las relaciones entre los niños del grupo, no sólo desde el punto de vista de la socialización sino también en la propia dinámica de aprendizaje; y permiten introducir el análisis de valores y conductas a partir de la reflexión de los contenidos de los propios juegos. A través de los videojuegos, se puede decir que los niños desarrollan competencias para el manejo de los entornos multimedia, gestionan mucha información y administran multitud de recursos mientras despliegan estrategias de organización, diseño y planificación. Hay un nuevo tipo de lenguaje audiovisual en este campo que los niños, gracias a su corta edad, y por ello con una capacidad muy elevada para comprender nuevos lenguajes, son capaces de adquirir de una manera rápida y dinámica (Gros, 2008).

Siguiendo las ideas de Gee (2004), el aprendizaje a través de videojuegos no se basa en la memorización de hechos aislados, sino que los hechos se conectan y se pueden controlar, por ello considera el videojuego como un instrumento de entrenamiento mental. Detalla particularmente dos grandes diferencias para subrayar la superioridad del videojuego para transmitir aprendizaje respecto a los métodos tradicionales: la primera se refiere al control del contexto y la manera de interactuar en diferentes ámbitos de una realidad; la segunda se refiere al enfoque que proporciona el videojuego orientado a la resolución de problemas. Este autor resalta cualidades de los videojuegos, que en un contexto educativo son de vital importancia, como es la posibilidad de generar aprendizajes significativos en los niños a través de la actividad, el juego y la investigación, proporcionando experiencias enriquecedoras que posibilitan el desarrollo de diversas competencias y habilidades.

*“Los videojuego incorporan un poderoso principio de aprendizaje que encaja bien con las aulas orientadas hacia la investigación y con lugares de trabajo que animan a los trabajadores a pensar proactivamente y críticamente para crear nuevo conocimiento en la práctica para la empresa, pero no encaja bien con el aprendizaje tradicionalista y pasivo, orientado hacia la rutinización” (Gee, 2004: 236).*

Así pues, nos encontramos ante recursos que poseen un notable potencial educativo, ya que permiten combinar el tradicional objetivo lúdico de este medio con una función pedagógica. El contexto lúdico y el contacto con el hardware informático fomentan y mantienen el interés y

la motivación del niño, lo que a su vez puede facilitar la puesta en práctica de estrategias de aprendizaje más activas (Tejeiro, 2003). Es por esta razón que los videojuegos se están haciendo un hueco en el ámbito educativo.

El tipo de aprendizaje que plantean estos recursos, basados en la consecución de metas o superación de retos, la experimentación a partir de situaciones en las que el usuario tiene que pensar, desarrollar habilidades y solucionar problemas en un mundo virtual, tiene una alta significatividad para los estudiantes. Además algunos autores señalan funciones sociales que apoyarían los aprendizajes. Por ejemplo, Sánchez et al. (2010) consideran que los videojuegos que pueden favorecer la socialización, facilitar la aproximación y comprensión de las nuevas tecnologías, la comunicación directa o indirecta y estimular el trabajo en equipo.

Así pues el uso de videojuegos y el aprendizaje pueden ir de la mano con respecto al desarrollo socio emocional de los niños, fomentando la seguridad para compartir vivencias y aumentando sus capacidades tecnológicas desde temprana edad. Por su parte Montero, Ruiz y Díaz (2010) nos muestran los videojuegos como parte de nuestra cultura y mantienen que la escuela los debe tener en cuenta si quiere conectar con la vida del estudiante. En su estudio Aprender con Videojuegos, se plantearon algunas preguntas sobre este tema: ¿Se pueden utilizar los videojuegos para aprender?, ¿Qué relación hay entre videojuegos y aprendizaje?, ¿Cómo podemos aprender utilizando videojuegos? ¿Aportan más que distracciones y dificultades a nuestra tarea educativa? El resultado de su investigación muestra cómo se puede aprender con videojuegos:

- *“Con la realización de tareas que el videojuego propone y en las que se desarrollan habilidades directa o indirectamente. Estas habilidades pueden ser de manejo de ordenador y sus periféricos, de cálculo, de resolución de problemas, de seguimientos de pautas de trabajo, búsqueda de información en internet, etc.*
- *Con los contenidos que el videojuego muestra en su desarrollo. Por ejemplo, en alto de los desastres aprendemos como se pueden prevenir las malas consecuencias de un desastre natural.*
- *Con las estrategias de trabajo en equipo que se desarrollan cuando el juego no es individual: negociación, comunicación de la información, estrategias de actuación conjunta, resolución de conflictos, etc.”* (Montero, Ruiz y Díaz, 2010: 33)

Según estas autoras los videojuegos, como herramientas de aprendizaje, ofrecen elementos diferenciadores que hacen que las dinámicas de trabajo y de relaciones que se generan con su utilización sean muy interesantes desde el punto de vista pedagógico.

En el II Congreso Internacional de Videojuegos y Educación, celebrado en Cáceres en 2013, se puso de manifiesto el alto impacto de los videojuegos en la educación y su contribución para el aprendizaje a partir de la simulación y la ficción. Una de las experiencias, Aprendizaje Basado en Juegos: formulas creativas para aprender jugando (Del Moral y Villaluttre, 2012), en donde los alumnos son protagonistas de aventuras increíbles y se sitúan ante problemas complejos que requieren para su resolución agilidad en la toma de decisiones e ingenio para evitar los riesgos reales, se les dota de destrezas y habilidades que pueden ayudarles a desenvolverse en el mundo real, les transporta en el tiempo y en el espacio logrando contextualizar sus conocimientos, aprendiendo de los errores propios y ajenos, así como planificar fórmulas para la resolución de conflictos.

Las investigaciones que se están llevando a cabo concluyen con una valoración positiva de la eficacia del aprendizaje basado en juego (Lepi, 2013; Wan, 2013). Algunos de los investigadores afirman que los sujetos aprenden más y mejor si lo hacen con el apoyo de videojuego (Bellotti et al, 2013). Por otra parte, la investigación de Ranchhod et al. (2013) centrada en la evaluación de la eficacia de los juegos de simulación subraya los logros en el rendimiento alcanzado por los estudiantes y un incremento, tanto cuantitativo como cualitativo, en las habilidades adquiridas. En tal sentido los resultados planteadas por estos autores nos muestran el videojuego como una herramienta con un alto potencial pedagógico.

Otros estudios ponen énfasis en la perspectiva de los aprendices, y reconocen que el factor motivación generado por los videojuegos es la clave para propiciar un clima que garantice de forma efectiva el aprendizaje (Lester et al. 2013; Revuelta y Guerra, 2012). Los videojuegos captan e incrementan la atención de los sujetos, implicándoles emocional y afectivamente en tareas de forma mas fácil, presentándoles retos que exigen el despliegue de su creatividad, promoviendo la interacción tanto con objetos como con otros jugadores, e incluso, alentando la socialización mediante la creación de comunidades que sirven de soporte a sus necesidades.

En contraposición, Tejeiro et al. (2009), en su estudio sobre los efectos psicosociales de los videojuegos, muestran algunos de los efectos negativos que puede ocasionar el uso de los juegos electrónicos como son: adicción, agresividad, aislamiento social, rendimiento escolar,

desplazamiento de otras actividades, conductas delictivas o antisociales, juegos patológicos y trastornos médicos.

*“A partir de la observación de jóvenes que les dedican un parte importante de su tiempo y que centran sus relaciones sociales en torno a ellos, no falta quien habla de “enganche” y “adicción”, en claro paralelismo a la dependencia de sustancias”... “la agresividad, otra de las principales críticas en contra de los videojuegos, sostiene su elevado potencial como inductores de conductas violentas y agresivas entre los usuarios” (Tejeiro et al., 2009: 237-238)*

Otras críticas se orientan al aislamiento social, hay quienes critican el supuesto potencial de los videojuegos para convertir al jugador en un ser aislado. Se argumenta que la actividad del juegos es eminentemente solitaria, que el individuo se aleja de sus amistades y reduce las interacciones, haciéndose menos sociable y poniendo en riesgo sus habilidades sociales. Los problemas en el rendimiento escolar es otra de la principales críticas que se han realizado sobre los videojuegos, poniendo de manifiesto sus presuntos efectos negativos sobre los resultados escolares del jugador, debido al absentismo y a un posible desplazamiento del tiempo de estudio y de la realización de tareas escolares (Hasting et al.,2009).

Incluso se identifican conductas delictivas o antisociales que se pueden producir porque la adquisición de los videojuegos puede resultar relativamente costosa, y el hecho de que los jugadores sean con frecuencia niños y adolescentes, que no disponen de suficientes recursos económicos propios, supone una circunstancia que puede resultar propiciatoria para la aparición de conductas delictivas o antisociales con el objetivo de financiar las partidas o la adquisición de juegos (Tejeiro et al., 2009).

Los estudios que han abordado los trastornos relacionados con el uso de videojuegos encuentran alucinaciones auditivas provocadas por el uso de videojuegos en el contexto de la enfermedad psicótica, enuresis producida por el exceso de uso de videojuego, encopresis producida por el mismo motivo, y efectos adversos como cefaleas, fatiga física y fatiga visual. Algunos de los trastornos pueden ser inmediatos y aparecer únicamente entre aquellos jugadores que emplean un mayor tiempo por episodio de juego.

Así pues, en conclusión, las posibilidades que ofrecen estos recursos para el desarrollo de las competencias de los estudiantes deben ser valorados por los docentes pero sin perder de vista sus posibles repercusiones negativas.

### 1.3. Realidad aumentada

La combinación de los dispositivos móviles con nuevas tecnologías como la Realidad Aumentada (RA) plantean nuevas opciones en las estrategias de enseñanza y aprendizaje dada la gran difusión de estos dispositivos y el auge que está teniendo la RA (Ally, 2009; Cubillo et al., 2014; Doswell et al., 2006; Fombona et al., 2012; Martín et al., 2009; Papagiannakis et al., 2008; Rohaya et al., 2012; Santos y Ali, 2011). Holzinger et al. (2007) consideraron que los problemas sobre las limitaciones del espacio y del tiempo en el aprendizaje no eran resueltas por los métodos tradicionales de e-learning, y que el uso de los dispositivos móviles proporcionaría una deslocalización y una ubicuidad real, consiguiendo la independencia con respecto al tiempo y el espacio en comparación con otras tecnologías basadas en el ordenador estándar (Virvou y Alepis, 2005).

La definición más popular sobre RA es la dada por Milgram et al. (1994) quienes indican que entre un entorno real y un entorno virtual puro esta la llamada realidad mixta y ésta se subdivide en dos, la realidad aumentada (más cercana a la realidad) y la virtualidad aumentada (más próxima a la virtualidad pura). Otra definición comúnmente aceptada es la aportada por Azuma (1997) que acota la RA a la que cumple estos tres requisitos: combinación de elementos virtuales y reales, interactividad en tiempo real e información almacenada en 3D.

Por lo tanto la RA es un sistema interactivo que tiene como entrada la información del mundo real y superpone a la realidad nueva información digital en tiempo real; la información virtual pueden ser imágenes, objetos 3D, textos, videos etc. Durante este proceso, la percepción y el conocimiento que el usuario tiene sobre el mundo real se ve enriquecido (Grifantini, 2009).

También podríamos referirnos a la RA, desde una perspectiva educativa, como una tecnología específica con unas características propias en la que la mera visualización de los recursos virtuales deja incompleta una experiencia de aprendizaje que es necesario contextualizar y apoyar de forma directa o indirecta por el profesor para obtener una formación de calidad.

La RA ha sido considerada como una de las tecnologías más importantes de estos últimos años, tal y como refleja Gartner Research (2012) o los informes de Horizont Report (Johnson et al., 2009; Johnson et al., 2010; Johnson et al., 2011) en los cuales se manifiesta el interés que ha suscitado en los investigadores el potencial pedagógico de la RA. Este potencial reside en que permite crear experiencias de aprendizaje centradas en el estudiante y proporcionar

oportunidades para la colaboración entre ellos o directamente con el profesor (Billinghurst y Kato, 2002; Kamarainen et al., 2013; Kaufmann y Schmalstieg, 2003; Klopfer et al., 2005; Klopfer y Squire, 2007; Pemberton y Winter, 2009).

Las investigaciones llevadas a cabo han puesto de manifiesto que los sistemas de aprendizaje con RA son muy eficaces para proporcionar información detallada a los usuarios que desarrollan varias tareas al mismo tiempo (Kalawsky et al., 2000) potenciando la adquisición de diversas habilidades tales como la capacidad espacial, habilidades prácticas, la comprensión conceptual y la investigación (Chen y Tsai, 2012). Los investigadores indican que el uso de entornos de RA durante las clases puede proporcionar una motivación extra para los estudiantes (Cuendet et al., 2013; Matt Dunleavy, 2012; Wojciechowski y Cellary, 2013) y lo que es más, podrían crear posibilidades de aprendizaje colaborativo alrededor de contenidos virtuales en entornos más activos de aprendizaje (Bujak et al., 2013).

Para Ying (2010), desde un punto de vista tecnológico, la RA compensa algunas de las deficiencias presentes en la educación como son:

- Experimentos o prácticas que no pueden ser realizadas debido a los costes del equipamiento o a la falta de equipos disponibles para todos los alumnos.
- La disponibilidad de las instalaciones, ya sea por espacio y/o por tiempo.
- La realización de experimentos complejos y peligrosos que no son realizados debido a que pueden provocar lesiones en caso de que ocurra algún fallo (con la RA se puede interactuar con modelos virtuales en tiempo real y ver los superpuestos resultados obtenidos en el mundo real).
- Permite la observación de experimentos o fenómenos que ocurren muy lentamente (tras un largo periodo de tiempo: meses, años, décadas....) en segundos, como por ejemplo las leyes de Mendel, aunque también nos permite el caso contrario, facilitando la observación de aquello que transcurre en un instante.

Aparecen, por lo tanto, nuevas líneas de investigación y nuevos proyectos para comprobar la efectividad y/o el potencial de la RA en entornos educativos. Algunos ejemplos de utilización de RA en educación son (Cubillo et al., 2014):

- Construct3D (Kaufmann, 2004) es un sistema de RA diseñado para el aprendizaje de las matemáticas y la geometría.

- Mixed Reality Lab de Singapur ha desarrollado varios sistemas de RA con fines educativos como son: sistema de RA para el aprendizaje del sistema solar, un sistema de RA para el aprendizaje de los mecanismos de germinación de las plantas, etc.
- Billingham et al. (2001) presentó el libro mágico “The Magic Book”, el cual tiene el aspecto de un libro normal, sin embargo sus páginas encierran diversos marcadores de forma que al ser reconocidos muestran una imagen o historia, de este modo este tipo de libros pueden emplearse para narrar historias o cuentos, etc.
- En un sistema de RA para el estudio del interior del cuerpo humano (Juan et al., 2008), se observó que consta de una gran aceptación sin importar el medio empleado para la visualización y que el sistema facilita en gran medida el aprendizaje de los distintos órganos del cuerpo humano.
- RA para enseñar Ciencia en la Educación Primaria (Kerawalla et al., 2006).
- Enseñanza del sistema solar y la relación entre los planetas (Shelton y Hedley, 2002).
- SMART: Un Sistema de Realidad Aumentada para enseñar a estudiantes de 2º grado (Freitas y Campos, 2008).
- Realidad Aumentada para enseñar Matemáticas y Geometría (Kaufmann y Schmalstieg, 2003).
- El proyecto ARERE (Augmented Reality environment for remote education) (Ying, 2010), el cual constituye un sistema interactivo y colaborativo en un modelo de educación a distancia.
- Estudio de la colisión elástica con realidad aumentada para alumnos de ingeniería (Lin et al., 2013; Wu et al., 2013).
- Enseñanza de cálculo en múltiples variables (Esteban et al., 2006).
- Control de un laboratorio remoto mediante la realidad aumentada para enseñar electrónica en formación profesional (Cubillo et al., 2012).

Como se puede observar la RA se puede aplicar de formas muy diversas en multitud de campos, tanto en la enseñanza presencial como en la enseñanza a distancia o e-learning. En los distintos proyectos que se han desarrollado empleando estas herramientas se ha llegado a la conclusión de que esta tecnología despierta el interés de los estudiantes convirtiendo la materia a tratar en algo más que mera información. Convertir el aprendizaje en un juego, en un reto, en una aventura y un descubrimiento permite adquirir destrezas, confianza, responsabilidad, etc. Klopfer et al. (2005) ya planteaban algunas ventajas de la RA en el aprendizaje colaborativo, indicando que las simulaciones de RA pueden ser diseñadas, no solo

para apoyar el aprendizaje relacionado con los contenidos disciplinarios, sino para proporcionar otro tipo de destrezas como el pensamiento crítico, la colaboración, el intercambio de información, el análisis de sistemas complejos, etc.

En cualquier caso, no se trata de implantar esta tecnología de forma radical sino emplearla como complemento de las herramientas tradicionales, puesto que una de las posibilidades que ofrece es la de dotar a los libros o cualquier material impreso (apuntes, ejercicios, notas etc.) de contenido virtual (objetos 3D, imágenes, videos etc.).

En cuanto a las herramientas para el desarrollo de recursos de RA, a pesar del auge que ha tenido en estos últimos años la RA, las herramientas específicas de educación son limitadas y la mayoría de ellas centradas en un tema específico, lo que las hace poco versátiles para su aplicación de forma general. Por otro lado, las aplicaciones más generales no ofrecen ciertas características como la contextualización de los contenidos, o una descripción de los mismos por lo que cuando son empleadas por los estudiantes actúan como meros reproductores de RA, esto es, los alumnos únicamente se limitan a ver la representación del objeto virtual sin obtener información o contextualización (Goodson et al., 2010; Luckin et al., 2001) sobre aquello que están viendo o con lo que están interactuando. Estas carencias ponen de manifiesto la necesidad de desarrollar herramientas de autoría que cuenten con características básicas propias de la educación como son la contextualización del aprendizaje (reconocido como un soporte que ayuda a dar sentido a la experiencia que se está llevando a cabo y que permite organizar el conocimiento incrementando la motivación, la clasificación de los recursos o el seguimiento del aprendizaje. En esta línea, el grupo "*Narrative and Learning Environments*", analiza las ventajas de la incorporación de las narrativas en los nuevos entornos de aprendizaje (Dettori y Paiva, 2009) con resultados muy favorables.

Con esta orientación se han desarrollado algunas herramientas de RA (Lampe y Hinske, 2007), pero que, sin embargo, son aplicables únicamente a materias específicas como Matemáticas, Física y Química y en su mayoría incorporan contenidos estáticos y predefinidos por sus desarrolladores, no habiendo lugar para la creación o adición de nuevos contenidos; de este modo resulta imposible su uso en otras áreas distintas para las que fueron desarrolladas.

Otro punto a considerar es que no existe una biblioteca o fuente de recursos virtuales adaptados a la RA para que los profesores o alumnos los puedan emplear en cualquier momento. Esto es un problema puesto que la creación de contenidos en 3D adecuados, o incluso la búsqueda de los mismos no es una tarea trivial y estos recursos constituyen la parte

fundamental de la tecnología RA. Las investigaciones recientes señalan que los profesores reconocen el potencial de la RA en la educación, sin embargo, les gustaría controlar los recursos y adaptarlos a las necesidades de los estudiantes (Kerawalla et al., 2006).

Como resumen de las conclusiones obtenidas por diversos estudios podemos señalar que el empleo de la RA motiva a los estudiantes y facilita la comprensión de los contenidos, estimulando tareas de investigación y descubrimiento (Hornecker y Dunser, 2007); sin embargo, todavía hay mucho que avanzar en el camino para la creación de nuevos entornos de RA que se puedan emplear para personalizar las experiencias de aprendizaje de los estudiante de una forma autónoma.

Por otra parte, la complejidad de la tecnología RA representa un gran problema para la gran mayoría de los docentes, principalmente porque el desarrollo de los contenidos virtuales (objetos 3D, videos etc.) es una tarea compleja y laboriosa, y la mayoría de los profesores nunca ha utilizado un software de desarrollo de objetos 3D. Por lo tanto para potenciar o promover el uso de esta tecnología es necesario permitir incorporar de una forma sencilla otro tipo de elementos virtuales como videos, imágenes, música etc., además de los objetos 3D propios de la RA, y las herramientas de RA que se empleen deberán ser sencillas e intuitivas de forma que los profesores se vean alentados a incluir contenidos digitales aumentados entre sus recursos didácticos.

La mayoría de las aplicaciones de RA orientadas a la educación únicamente se centran en un aspecto específico o en un área en concreto y los contenidos de estas aplicaciones son generalmente estáticos, es decir, son los especificados por el programador a la hora de desarrollar la aplicación, lo que dificulta la actualización de nuevos contenidos por parte de los profesores que las utilizan. En el lado opuesto están aquellas otras aplicaciones que son fáciles de manejar y que permiten añadir contenidos nuevos, son aquellas denominadas de propósito general; sin embargo no están orientadas a la formación, y por lo tanto carecen de ciertas funciones específicas como por ejemplo el seguimiento del aprendizaje, la contextualización de los contenidos o una posible evaluación de los mismos.

Cubillo et al. (2014) clasifican las aplicaciones de RA atendiendo a si estas permiten una sencilla incorporación o gestión de contenido y si permiten interacción con el contenido (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de las Aplicaciones de Realidad Aumentada  
Fuente: Cubillo et al. (2014)

	Abiertas	Cerradas
<b>Estáticas</b>	<p><b>Es posible visualizar y añadir nuevos contenidos.</b></p> <p>ANDAR: Android Augmented Reality (AndAR, 2012).</p> <p>Aumentaty Autor (Aumentaty Author, 2014).</p>	<p><b>Sólo es posible visualizar contenidos.</b></p> <p>Magic Book (Billinghurst et al., 2001). RA libros de texto para enseñar Inglés (Stewart Smith, 2012).</p> <p>Sistema de realidad aumentada para aprender el interior del cuerpo humano (Juan et al., 2008).</p>
<b>Dinámicas</b>	<p><b>Es posible visualizar, añadir e interactuar con nuevos contenidos.</b></p> <p>Control de un laboratorio remoto empleando la realidad aumentada (Cubillo et al., 2012). Aplicación de realidad aumentada para enseñar energías renovables (Martin et al., 2012).</p>	<p><b>Es posible visualizar e interactuar con el contenido.</b></p> <p>Piano RA.</p> <p>ARISE Augmented Reality in School Environments (Pemberton y Winter, 2009).</p>

Las aplicaciones mostradas en el cuadro 2 son todas unidireccionales y orientadas hacia los estudiantes, sin embargo ninguna de ellas facilita información sobre el aprendizaje llevado a cabo por los estudiantes, su uso, su funcionalidad o la calidad de los recursos.

Estos autores desarrollan una herramienta de autoría propia, herramienta libre que permite añadir objetos 3D, junto con otro tipo de contenido multimedia de una forma sencilla, intuitiva y orientada a la educación (se podrán contextualizar los recursos virtuales y así ayudar a los alumnos a comprender lo que están visualizando). Es denominado Sistema ARLE (*Augmented Reality Learning Environment*). El objetivo es animar a los profesores a incorporar la tecnología de RA en sus actividades docentes, pero de una forma sencilla y transparente. Con este entorno de aprendizaje, el profesorado puede incorporar diverso contenido multimedia como video, imágenes, objetos en 3D e incluso objetos 3D animados (en formato MD2) a sus libros, apuntes, ejercicios, etc. (figura 1).

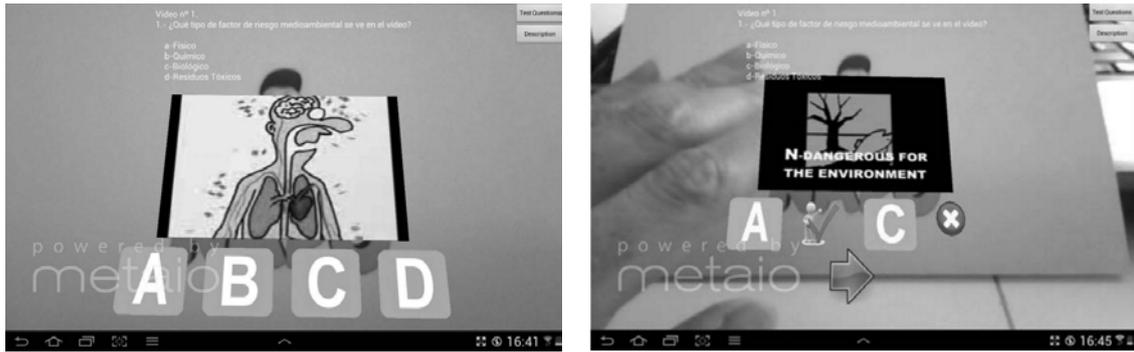


Figura 1. Ejemplo de RA aplicada en el diseño de test  
(Cubillo et al., 2014: 264)

El sistema incluye: (1) la posibilidad de incorporar distintos recursos multimedia de una forma sencilla, (2) la habilidad para incorporar descripciones o contextualización a los recursos que serán visualizados por los estudiantes (de este modo se proporciona a los estudiantes información adicional sobre el recurso, y por lo tanto, el recurso puede ser adaptado o personalizado a las necesidades de los estudiantes convirtiéndose en un recurso autónomo), (3) presenta la posibilidad de incluir cuestiones de respuesta múltiple, que proporcionan al usuario final una retroalimentación instantánea e individualizada sobre los contenidos del recurso (Gibbs y Simpson, 2004), y (4) una biblioteca de recursos virtuales desde la cual todos los recursos están disponibles para cualquier usuario de una forma sencilla y transparente. El interés de este proyecto es que pretende ser además de una herramienta de RA, un recurso para la enseñanza y el aprendizaje que hace uso de la RA para facilitar la comprensión de los alumnos y la planificación de la enseñanza frente a otras herramientas cuya labor es únicamente la de reproductor de contenidos virtuales.

## 2. Recursos informáticos y tecnología móvil

En la década de 1990 la informática llega a las aulas, la aparición de las tecnologías digitales genera altas expectativas de cambio en las estrategias de enseñanza y aprendizaje, se crean en los centros aulas de informática con la vista puesta en el aprendizaje de habilidades informáticas por parte de los alumnos, previa formación del profesorado, hasta entonces ajeno a estos medios. Se afirma que estas tecnologías tendrán consecuencias revolucionarias sobre la sociedad y sobre la cultura escolar en particular. Independientemente de lo acertado

de este supuesto, lo que es indudable es que los materiales digitales abren nuevas posibilidades de representar y organizar la información y, en consecuencia, tienen importantes implicaciones para la enseñanza y para las habilidades y procesos implicados en el aprendizaje. En la década de 2000 la conexión a Internet empieza a dar paso a los materiales y recursos en línea, las comunicaciones a través de la Red se convierten en práctica común de los ciudadanos y una exigencia para los centros escolares que quieren estar en la vanguardia de la innovación educativa. El imaginario social asocia el uso de la tecnología con la eficacia y la educación no escapa a estas expectativas. Los recursos y experiencias telemáticas cobran auge en nuestros días, las redes sociales se convierten en diana de la investigación educativa y aliadas de los docentes más arriesgados.

### **2.1. Los recursos informáticos en la era digital**

Se observa una evolución desde el uso de herramientas analógicas y localizadas en las aulas o los centros hacia el uso de recursos digitales distribuidos y compartidos en repositorios de la Web (portales educativos, editoriales...) y puestos a disposición de los alumnos a través de las plataformas de teleformación fundamentalmente. En este proceso se han desarrollado importantes programas de desarrollo de objetos digitales por parte de las administraciones educativas y han surgido diversas empresas que desarrollan colecciones de recursos digitales educativos disponibles a través de Internet, concebidos como objetos de aprendizaje, que pueden estructurarse en unidades didácticas de una forma modular y flexible en función del planteamiento de la materia, actuando como un libro de texto digital de apoyo al profesorado en el desarrollo de las clases y de apoyo al alumnado a través de las tareas que el profesor puede asignar a los alumnos para el afianzamiento de conocimiento, ampliación, refuerzo, etc. y cuyo seguimiento puede realizar a través de la plataforma o sistema de gestión de los recursos, ofreciendo información del trabajo realizado como número de errores cometidos, tiempo invertido, etc.

Las investigaciones realizadas a este respecto ponen de manifiesto que el medio informático es de una gran versatilidad, gran máquina multifunción, por lo que el uso que se realice de la misma y sus potencialidades didácticas dependerán de las tareas y actividades propuestas en un marco metodológico diseñado por el profesor, no por las máquinas ni los programas. Así se revaloriza la función del maestro y la importancia de sus concepciones sobre estas herramientas didácticas a la hora de diseñar el proceso de enseñanza-aprendizaje y

seleccionar el software educativo. A este respecto, la investigación de Niederhauser y Stoddart (2001) puso de manifiesto que los profesores que consideran el ordenador como una herramienta que permite a los estudiantes construir conocimientos, analizando datos, haciendo inferencias y tratando de resolver problemas usan en mayor medida programas abiertos (exploratorios, interactivos... que permiten encontrar información, organizarla y presentarla) como herramienta para aprender; mientras que los profesores que consideran el ordenador como una máquina de enseñar que permite adquirir habilidades y conocimientos a través de ejercicios usan más programas de aprendizaje directivos de ejercitación y práctica.

Se puede afirmar que los materiales didácticos sólo son recursos que los profesores gestionan en función de sus concepciones y competencias. Estas últimas en un profundo proceso de transformación, para lo cual la formación y actualización del profesorado es una cuestión de enorme relevancia, por lo que ha sido tenido en cuenta en todos los programas de integración de las TIC en los procesos educativos, con mayor o menor éxito.

Según algunos informes elaborados recientemente sobre la realidad de las TIC en los centros educativos, como el de la Fundación Telefónica (Sola y Murillo, 2011), la mitad del profesorado valora negativamente la formación recibida y un gran número de profesores consideran que la formación es deficitaria para elaborar materiales digitales (49%), buscar software educativo destinado a las clases (43%) y utilización de las pizarras digitales (46%). En cuanto al software empleado parece que los docentes buscan portales que les ofrezcan recursos ya elaborados de simple ejecución por parte de los alumnos. Mientras que los alumnos utilizan frecuentemente el procesador de textos para realizar tareas académicas. Con respecto al uso de las TIC y su relación con el aprendizaje, la mayoría opina en positivo sobre su uso, pero discrepa en cuanto a la importancia o peso respecto al aprendizaje. Cuatro de cada diez docentes no suscribe las siguientes opiniones: “la calidad de los aprendizajes producidos como consecuencia del uso de las TIC es mucho mayor” y “el esfuerzo que representa la incorporación de las TIC a la práctica docente compensa porque mejora el clima de convivencia”. En cambio, sí parece que la introducción de las TIC ha mejorado sensiblemente la comunicación, tanto con los padres como con la Administración, facilitando mucho más la burocracia y, en general, ha revitalizado la vida en el centro.

Una investigación realizada por Ipsos Mori (2007) para Becta, la agencia británica que promueve el uso de las TIC en educación, demuestra que a los jóvenes nativos digitales les gustaría que las tecnologías digitales tuvieran un papel más significativo que el que le otorgan

sus profesores. Si las actividades más corrientes en el aula son: copiar de la pizarra o el libro (52%), escuchar la lección del profesor (33%), hacer un debate en clase (29%), o tomar apuntes de la lección del profesor (25%) y el trabajo con el ordenador se limita al 16% para los alumnos, los métodos favoritos de aprendizaje son: el trabajo en grupo (55%), realizar actividades prácticas (39%), trabajar con los amigos (35%) y el empleo del ordenador (31%).

Los recursos informáticos se transforman continuamente y adoptan diversas funcionalidades a través de diversos dispositivos (ordenadores de mesa, portátiles, mini-portátiles, tabletas, *smathphones*...) hacia una tecnología cada vez más inalámbrica y ubicua, insertada en diversos objetos (*wearables*). La información a la que accedemos a través de los diversos dispositivos integra los distintos formatos de información (textual, gráfica, auditiva e icónica), haciendo del carácter multimedia un componente básico de la interrelación con los sistemas informáticos. Los mensajes multimedia son esencialmente visuales, intuitivos y directos. La pantalla se convierte no sólo en zona de percepción sino también de manipulación y gestión de la información, a través de las pantallas táctiles.

Se podría decir que hay tres conceptos claves de los medios informáticos, la integración de códigos, la interactividad y la navegación, basada en las interconexiones de las unidades informativas. Estas características hacen que estos medios puedan crear entornos de aprendizaje flexibles e interactivos que conceden al alumno un cierto grado de control sobre su propio aprendizaje, contribuyendo al desarrollo de competencias metacognitivas y adaptándose a los fines de aprendizaje de cada uno. También puede aumentar la motivación del alumno ya que al sentirse autor de lo que produce y darse cuenta de que puede controlar en un cierto grado las informaciones, el alumno se suele sentir más implicado en el proyecto que realiza. El programa definirá el grado de libertad para hacer la navegación y una interfaz adecuada para facilitar la misma, a través de ayudas de seguimiento, mecanismos de exposición-ocultamiento, cambios de color, utilización de instrucciones auditivas, etc. Pero también esta libertad de movimiento y recorrido de la información, de toma de decisiones sobre la secuencia de aprendizaje, pueden conllevar un mayor esfuerzo cognitivo y dificultades para integrar la información y darle sentido. Por esta razón el software educativo debe contemplar cierto grado de libertad en la presentación de los contenidos y actividades pero también facilitar la orientación.

En la última década, una de las líneas de investigación y desarrollo de materiales digitales más interesantes consiste en la creación de **materiales inteligentes**, es decir, de materiales que

tienen la potencialidad de adaptarse a las características y supuestas necesidades del sujeto que los utiliza sin que éste intervenga. En este sentido, es necesario diferenciar el concepto de material “adaptable” y de material “adaptativo”. El primer caso se refiere a que el usuario es capaz de manipular un material para adaptar ciertas características de la interfaz (tipografía, colores, fondos...) a sus preferencias. En el segundo caso, el material adaptativo es aquel que es capaz de adecuar tanto su contenido como su formato de presentación automáticamente a los distintos tipos de usuarios sin la intervención de los mismos. El concepto de “material hipermedia adaptativo” surge como alternativa a los hipermedia tradicionales en cuanto que estos últimos son estáticos, uniformes y no tienen en cuenta las diferencias individuales de los usuarios.

*“Un hipermedia adaptativo es una alternativa al enfoque tradicional de lo mismo para todos. Los sistemas adaptativos hipermediales elaboran un modelo de metas, preferencias y conocimiento de cada sujeto individual y utilizan este modelo en la interacción con el usuario con la finalidad de adaptar el hipertexto a las necesidades del sujeto” (Brusiloski, 2000: 1).*

Este tipo de materiales inteligentes utilizan una base de conocimiento sobre el contenido, sobre el alumno y sobre las estrategias de enseñanza para generar presentaciones de pantallas adaptadas a cada modelo de usuario con la finalidad de apoyar la tutorización y el aprendizaje individualizado cuando éste interactúa con el ordenador. De este modo se consigue que desde una misma fuente de información se puedan extraer diferentes vistas de un documento que resulten relevantes para cierto tipo de usuario en un momento dado y otras posibles vistas para otros tipos de usuario en otros casos distintos. Para generar estas funciones el sistema dispone de un documento maestro del que se pueden extraer partes de texto para el usuario final. La selección de las piezas de texto y el modo en que se van a presentar se realiza en función de ciertos parámetros de entrada tales como idioma, tiempo disponible, nivel de conocimientos previo, requerimiento de trabajo participativo o técnicas de enseñanza-aprendizaje (Barrutieta, 2001). En esta misma línea también se han propuesto algunos criterios para el diseño de este tipo de recursos considerando los estilos de aprendizaje y las estrategias instruccionales asociadas a los mismos (García Peñalvo et al., 2005). Aún estamos en una fase inicial de esta línea de producción de materiales digitales apoyados en las aportaciones de la inteligencia artificial pero las posibilidades educativas y didácticas de los mismos son altamente prometedoras (Cobaleda y Duitama, 2009; Lin et al., 2011; Loboda et al., 2011).

## 2.2. Posibilidades del software libre

El software libre es aquel que proporciona libertad a los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software. De modo más preciso, se refiere a cuatro libertades de los usuarios del software:

1. La libertad de usar el programa, con cualquier propósito.
2. La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y adaptarlo a sus necesidades. El acceso al código fuente es una condición previa para esto.
3. La libertad de distribuir copias.
4. La libertad de mejorar el programa y hacer públicas las mejoras, de modo que toda la comunidad se beneficie.

Un programa es software libre si los usuarios tienen todas estas libertades. Así pues, se adquiere la libertad de distribuir copias, sea con o sin modificaciones, a cualquiera y en cualquier lugar. El ser libre de hacer esto significa (entre otras cosas) que no tienen que pedir o pagar permisos. También pueden hacer modificaciones y utilizarlas de manera privada en el trabajo u ocio, sin ni siquiera tener que anunciar que dichas modificaciones existen. La libertad para usar un programa significa la libertad para cualquier persona u organización de usarlo en cualquier tipo de sistema informático, para cualquier clase de trabajo, y sin tener obligación de comunicárselo al desarrollador o a alguna otra entidad específica. La libertad de distribuir copias debe incluir tanto las formas binarias o ejecutables del programa como su código fuente, sean versiones modificadas o sin modificar. Para que las libertades de hacer modificaciones y de publicar versiones mejoradas tengan sentido, deben tener acceso al código fuente del programa. Por lo tanto, la posibilidad de acceder al código fuente es una condición necesaria para el software libre.

Las principales ventajas de trabajar con software libre serían la actualización permanente del sistema, mejorando la seguridad, el funcionamiento y los programas; la posibilidad de adecuar Linux a ordenadores menos potentes y la práctica inexistencia de virus para Linux. Estas ventajas son evidentes para el ámbito educativo, cuya actualización de infraestructuras es de un costo elevadísimo para la Administración pública y además contribuye a reducir la brecha digital, ya que los alumnos pueden trabajar en sus casas con programas que no les suponen coste alguno.

En cuanto al software educativo libre, existen diversos programas para todos los niveles educativos que pueden resultar de interés, por ejemplo, para el aula de Primaria encontramos los siguientes (cuadro.3):

Cuadro 3. Software libre para Primaria (basado en Toledo y Hervás, 2009)

<i>Nombre</i>	<i>Descripción</i>
<b>OpenOffice Writer</b>	Procesador de textos para trabajar en el área de Lengua y en todas las que se incluyan actividades de redacción de textos.
<b>KLetres</b>	Aprendizaje del abecedario y los sonidos en diferentes idiomas.
<b>KVerbos</b>	Diseñada para estudiar las conjugaciones verbales del castellano.
<b>Parley</b>	Enseñanza de vocabulario mediante tarjetas flash.
<b>Kanagram</b>	Juego de anagramas para mezclar letras y encontrar palabras.
<b>Analizador morfosintáctico</b>	Ayuda al alumno en el análisis de frases
<b>TuxMathScrabble</b>	Versión matemática del juego Scrabble, se forman ecuaciones con números y símbolos matemáticos.
<b>Math War</b>	Permite trabajar el cálculo mental, en formato de concurso.
<b>TuxMath</b>	Juego tipo Arcade para aprender matemáticas, potenciando el cálculo mental.
<b>KBruch</b>	Programa para practicar el cálculo con fracciones.
<b>KPercentage</b>	Aplicación para aprender el cálculo de porcentajes.
<b>OpenOffice Calc</b>	Manejo y edición de hojas de cálculo de la suite ofimática.
<b>Kalzium</b>	Muestra información sobre la tabla periódica de los elementos químicos.
<b>KAtomic</b>	Juego para aprender a realizar enlaces químicos entre moléculas.
<b>KStars</b>	El alumno puede aprender astronomía, a partir de mapas del cielo en 3D.
<b>Marble</b>	Se pueden aprender aspectos sobre la Tierra a partir de un globo terráqueo virtual y un atlas mundial.
<b>Planets</b>	Permite jugar con simulaciones de sistemas planetarios.
<b>KGeography</b>	Permite adquirir conocimientos de geografía.
<b>Mapa interactivo</b>	Proporciona mapas físicos y socioeconómicos de España.

<b>ClimaTic</b>	Explica el funcionamiento de la capa atmosférica.
<b>Árboles</b>	Muestra cómo funcionan los distintos tipos de plantas.
<b>Primartis</b>	Para trabajar en música y plástica la percepción visual y auditiva.
<b>Audacity</b>	Permite grabar y editar archivos de sonido.
<b>Solfège</b>	Aprendizaje musical, se pueden practicar ritmos, intervalos, escalas, acordes.
<b>Denemo</b>	Permite la edición de música y partituras.

Muchos de estos programas están disponibles a través de la web del Ministerio de Educación, Programa de Tecnología Educativa, en estos momentos denominado INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado).

Resulta interesante también el catálogo de software educativo libre publicado por el Ministerio de Educación de Panamá (CIDETYS, 2011), disponible en Internet con la idea de utilizar el sistema operativo Edubuntu en las escuelas y orientar al profesorado sobre software educativo gratuito disponible para los distintos niveles educativos y diversos contenidos y objetivos, incluyendo aplicaciones de OpenOffice, gráficos, sonido y vídeo, Internet, etc.

### 2.3. Tecnologías interactivas en el aula

Las tecnologías digitales interactivas se han ido incorporando en el entorno escolar a lo largo de los últimos años a través de diversos programas de difusión y distribución de recursos tecnológicos llevados a cabo por la Administración educativa de forma generalizada o apoyando proyectos específicos de innovación educativa. Al tiempo que se han utilizado como un reclamo para la modernización aparente del sistema educativo y en la búsqueda de connotaciones de eficacia y vanguardia por parte de algunas instituciones educativas privadas. Nos referimos a tecnologías como la pizarra digital interactiva (PDI) y los ordenadores portátiles, que han sido distribuidas de forma generalizada en el marco del programa Escuela 2.0, con la finalidad de dotar a cada niño de un ordenador. Pero también a recursos menos usuales como las mesas interactivas y materiales de robótica (figura 2).



Figura 2. Mesa interactiva multitouch y PDI

### 1) Pizarra digital interactiva como medio didáctico

En cuanto a la PDI, uno de los recursos básicos de la dotación del programa Escuela 2.0, el grupo de investigación DIM, dirigido por Pere Marqués, lleva algunos años evaluando su uso en las escuelas españolas a través de diversas investigaciones. Este recurso se ha caracterizado como una ventana abierta al mundo, ya que posibilita el acceso inmediato a las múltiples fuentes de información que proporciona Internet y permite la comunicación en tiempo real con personas y grupos externos al aula, lo que facilita relacionar el mundo de la escuela con el mundo exterior.

La pizarra digital actúa como germen de innovación y cooperación, ya que a través de ella, profesores y alumnos pueden compartir y comentar entre todos la información y los recursos de que disponen (presentaciones multimedia, apuntes y trabajos de clase digitales, vídeos, documentos en papel para proyectar con el lector de documentos...). Y esta cómoda posibilidad de presentar y utilizar conjuntamente en el aula todo tipo de información y actividades facilita la aplicación de nuevas metodologías didácticas, un mejor tratamiento de la diversidad y que los alumnos tengan un papel más activo y participen más en las actividades de clase, les otorga más autonomía y les ofrece más oportunidades para el desarrollo de competencias tan importantes como buscar y seleccionar información (aportando puntos de vista, saberes y cultura), realizar trabajos multimedia y presentarlos públicamente a los compañeros, desarrollo de la creatividad... (Marqués, 2008).

Los profesores que utilizan este recurso lo han valorado como un gran apoyo didáctico, el 90% se han mostrado explícitamente a favor de su utilización, algunos incluso lo consideran imprescindible, valorando especialmente la motivación y participación que propicia, la diversificación de actividades que se pueden realizar y el importante apoyo visual que facilita la comprensión de los contenidos (Marqués, 2005). Las actividades realizadas con la pizarra digital interactiva que más ayudan al profesorado en su labor docente, según los propios docentes, son aquellas relacionadas con:

- Buscar información en Internet y presentación a toda la clase (exposición de contenidos)
- Presentar nuevas actividades y recursos de apoyo
- Corrección colectiva, motiva más, están más atentos
- Exposición de trabajos de los alumnos
- Actividades colectivas en las que intervienen los alumnos
- Proyección de imágenes y posibilidad de escribir sobre ellas.
- Conservar las pantallas al final de la clase para poder utilizarlas en otra ocasión.
- Aprovechar el apoyo visual y la interactividad: imágenes, simulaciones...
- Aplicaciones hechas con el software de la PDI

Las principales razones por las que los alumnos prefieren que se utilice la pizarra digital interactiva en las clases son las siguientes: resulta más fácil comprender los contenidos, se aprende mejor y más rápido; las clases son más atractivas, dinámicas, motivadoras y menos aburridas... se presta más atención; tiene más prestaciones que la pizarra convencional, apoyo visual, en las clases están más presentes las imágenes, animaciones, vídeos, programas interactivos ... que ayudan a aprender; resulta muy cómodo para exponer trabajos; se tiene acceso a Internet durante la clase y hay mucha información a su alcance. Mientras lo que menos gusta a los alumnos cuando utilizan la PDI en el aula de clase son los siguientes aspectos: escribir e interactuar resulta incómodo para algunos: les cuesta cambiar de función lápiz a puntero, el efecto de escribir resulta retardado, a veces hacen sombra al escribir...; los problemas técnicos que a veces aparecen: de conexión, se descalibra... y problemas de orden en la clase: gritos y ruidos que distraen en la clase, algunos se lo toman a broma, tener que esperar el turno, porque todos quieren usarla.

La PDI es básicamente un instrumento de comunicación entre docentes y discentes de una clase, que permite al profesorado la aplicación tanto de metodologías tradicionales centradas en la enseñanza como metodologías centradas en los estudiantes y sus procesos de

aprendizaje. Su integración escolar se va haciendo de manera paulatina, de modo que el profesorado tiende a incorporar primero la PDI en sus actividades habituales (explicaciones magistrales, presentación de actividades y recursos...) antes de explorar las nuevas posibilidades que ofrece (presentación de trabajos y recursos por parte de los estudiantes, corrección colectiva de ejercicios, apoyo a los debates en clase, comunicaciones on-line...). Pero la mayoría terminan por innovar en sus metodologías didácticas.

En conclusión, según el estudio de Marqués (2008), la PDI puede resultar útil en todas las asignaturas y niveles educativos, proporcionando muchos recursos visuales y nuevas posibilidades metodológicas que facilitan la presentación y comprensión de los contenidos, el tratamiento de la diversidad, el aprovechamiento educativo de Internet, la realización de actividades más dinámicas y una mayor motivación y participación de los estudiantes.

Desde una perspectiva más crítica, Gandol et al. (2012) estudian las potencialidades y limitaciones de la PDI, en una revisión crítica de la literatura sobre el tema, llegando a la conclusión de que a pesar de los años de implementación y de todo lo escrito sobre el potencial de las PDI, la investigación sobre su impacto en el aprendizaje todavía es escasa. Estos autores revisan los artículos publicados a partir de 2005, realizados en la escuela infantil o primaria, distinguiendo las siguientes categorías: contexto, formación del profesorado, uso de la PDI por parte del profesorado, método, características de la PDI, rendimiento y motivación del alumnado. Se podría decir como conclusión que la PDI es un recurso motivador para los estudiantes, pero no hay consenso sobre si esta motivación es inherente a la propia tecnología, a la afinidad del alumnado por la tecnología en general o bien a las dinámicas de enseñanza-aprendizaje que el profesor es capaz de desarrollar con ella.

## **2) Mesas interactivas o multicontacto para la educación**

Dentro de los dispositivos táctiles se encuentran las superficies multicontacto, entre las que destacan a nivel educativo las mesas interactivas, con un software diseñado para apoyar el trabajo grupal en el aula. Este tipo de superficies permite que haya múltiples puntos de contacto sobre ella, es decir, que varios usuarios puedan interactuar a la vez con el mismo dispositivo. Además, estos dispositivos incrementan la cantidad de operaciones directas posibles que se pueden realizar mediante la interpretación de gestos naturales creados a partir de múltiples dedos o manos (rotación, redimensión, movimiento, etc.) reduciendo de esta manera la necesidad de menús o el uso de dispositivos periféricos como el ratón y el teclado. La naturalidad de la interacción multicontacto emerge de una forma poderosa ya que es una

traducción directa de la manera en la que gestionamos objetos físicos del mundo real al mundo virtual. Permitir a los usuarios expresarse utilizando movimientos naturales provoca una mejor comunicación y comprensión (Roldán et al., 2013). En lo que a la educación se refiere, una interacción intuitiva significa que el objetivo de aprendizaje es lo primero, reduciendo el esfuerzo que hay que realizar para aprender a utilizar la herramienta o aplicación.

Las mesas multicontacto son particularmente naturales para la interacción ya que ésta se realiza directamente sobre el objeto gráfico al que afecta. El hecho de poder realizar operaciones con nuestras manos provoca un sentimiento de control que automáticamente anima al usuario a interactuar y a manipular los objetos. Además, ofrecen un entorno perfecto para desarrollar trabajos colaborativos, al posibilitar a los usuarios reunirse alrededor de un espacio único en el que la aplicación, los compañeros y las interacciones están simultáneamente a la vista de todos, pudiendo tomar consciencia de las acciones de todos los usuarios y de cómo las están desempeñando. Entre los beneficios educacionales de las mesas multicontacto cabe destacar el potencial que ofrecen a la hora de comunicarse cara a cara (Zuckerman et al., 2005), la conciencia de las acciones realizadas (Rogers y Lindley, 2004) y procesos de mejora en las habilidades sociales (Rogers et al., 2006). Esto quiere decir que, aparte del conocimiento adquirido durante la ejecución de la aplicación, también se adquieren capacidades sociales que son fruto de la colaboración de los diversos usuarios entre sí. Diversos estudios remarcan los beneficios educacionales de utilizar aplicaciones para mesas multicontacto (Antle et al., 2011; Nanceta et al., 2010; Shaer et al., 2010).

Las mesas interactivas permiten a los alumnos dirigir su propio aprendizaje impulsando la participación, el interés y la creatividad en el aula. La intuitiva interfaz táctil permite que hasta seis usuarios accedan simultáneamente a una infinidad de actividades, herramientas y recursos educativos listos para usar. Los estudiantes pueden trabajar en pequeños grupos juntos para completar una actividad o individualmente para contribuir a la finalización de un proyecto grupal. Hoy en día existen un sin fin de mesas interactivas con fines educativos, algunas como *ActivTable* o *SmartTable*, permiten que hasta seis alumnos usen simultáneamente herramientas individuales, exploradores web y recursos para que sus esfuerzos individuales contribuyan al progreso del grupo hacia un objetivo en común. Estos dispositivos admiten también que los profesores puedan adaptar los programas a sus objetivos de aprendizaje.

Las investigaciones realizadas sobre el potencial didáctico de estos recursos ponen de relieve su versatilidad y adaptabilidad a las necesidades de los aprendices. El estudio de Harris et al. (2009) para investigar el uso potencial de una mesa con tecnología táctil para apoyar el aprendizaje colaborativo en niños, muestra que las condiciones en que se usa la tecnología táctil no afectan la frecuencia o interacciones equitativas, pero si influyen en la naturalidad de la discusión entre los niños, quienes se comunican más acerca de la tarea a realizar. Además los niños aprenden a trabajar en equipo, a respetar sus turnos y hacer acuerdos para poder trabajar. De ese modo respetan normas y se incentiva la tolerancia y el respeto.

Nacenta et al. (2007) desarrolla un marco de trabajo que diferencia varias técnicas de interacción y realiza un estudio exploratorio para recoger evidencias de cómo estas técnicas cambian la coordinación y la colaboración entre un grupo de trabajo mientras realizan tareas en una mesa interactiva. Cheng et al. (2009) estudian la potencialidad de usar una mesa multitáctil en apoyo a la interacción y colaboración durante las actividades de aprendizaje. Jordà et al. (2010) proponen algunos enfoques para desarrollar aplicaciones en superficies interactivas y Khaled et al. (2009) presentan observaciones de un juego colaborativo sobre una mesa multitáctil prestando atención al ambiente físico-social y sus problemas técnicos. En los estudios de Tang et al. (2006) se demuestran las consecuencias del trabajo en equipo e individual sobre una mesa multitáctil. Tales ejemplos abordan el uso de pantallas multitáctiles por varios usuarios en el momento de ejecutar tareas compartidas.

En el ámbito universitario, el trabajo de Bustos (2015) se centra en el estudio de los intercambios e interacciones que surgen en un grupo de estudiantes de ingeniería durante la solución de problemas de diseño de manera colaborativa, en modalidades a distancia y mixta, utilizando para ello superficies interactivas que integran editores de dimensión humana, multiusuario y con control distribuido. El objetivo central de este proyecto era desarrollar un ambiente tecnológico para demostrar el potencial de superficies interactivas como apoyo a procesos de innovación que realizan grupos de trabajo locales y remotos. Se investigan diferentes modelos y metodologías para facilitar la innovación, se observan grupos de innovación aplicando diversas metodologías y se plantean escenarios en los que las superficies interactivas tienen mayor potencial para la representación y captura de ideas, así como para su utilización en etapas posteriores de desarrollo de conceptos, productos y servicios objetos de la innovación.

La carencia en la actualidad de herramientas de autor que permita a los profesores sin conocimientos técnicos la creación de actividades educativas orientadas a superficies multicontacto, ha llevado a poner en marcha el proyecto DEDOS, financiado por la Fundación Síndrome de Down de Madrid. El objetivo de este proyecto ha sido desarrollar unas herramientas educativas que permitan al profesorado convertirse en desarrolladores de sus propios proyectos educativos y llevarlos a cabo con sus alumnos tanto en superficies multicontacto como en pizarras digitales u ordenadores personales. Desde la página Web del proyecto <http://hada.ii.uam.es/dedos> se pueden descargar gratuitamente las aplicaciones, diversos tutoriales y videotutoriales sobre cómo crear actividades o ejemplos de proyectos ya creados.

Con los ejemplos anteriores se pone de manifiesto que estos dispositivos ya se están incorporando en diversos escenarios educativos con el fin de fomentar la creatividad y la participación colaborativa de forma eficiente de los estudiantes, se ha comprobado que los alumnos experimentan y analizan los elementos con los que están interactuando, pudiendo mejorar así su aprendizaje.

### **3) Robótica educativa**

En los últimos años se observa un gran interés por la robótica educativa. La introducción de la robótica en las aulas escolares pretende el desarrollo en los alumnos, desde edades tempranas, de habilidades y competencias básicas a través de la resolución de pequeños retos de aprendizaje mediante el uso de la programación. Se apuesta por la introducción de la robótica educativa en las aulas como una herramienta para trabajar los contenidos del currículo de un modo diferente. No se trata de aprender robótica sino de aprender con la robótica, iniciando al alumnado en los lenguajes de programación de una manera lúdica, como una nueva manera de expresión, comunicación y creación, con un lenguaje propio como el musical, artístico, audiovisual, matemático o lingüístico.

La concepción de la tecnología digital como un medio de construcción, además de un medio de información, defendida por Papert (1981, 1995) hace varias décadas, se convierte en uno de los fundamentos de estas propuestas didácticas. Papert defendió una visión del aprendizaje a la que denominó “construccionismo”, que fue una reformulación personal del constructivismo de Piaget, del que fuera discípulo. Para él, lo verdaderamente importante era el papel que podían desempeñar las construcciones materiales (un castillo de arena en la playa, un robot o un programa de ordenador) como apoyo a las construcciones mentales. Utilizó el término

construccionismo para referirse a todo lo que tenía que ver con hacer cosas y especialmente con aprender construyendo, una idea que incluye la de aprender haciendo, pero que va más allá. Posteriormente otros autores como Badilla y Chacón (2004) y Ruiz Velasco (2007) han apoyado esta visión de la tecnología orientada a la construcción, considerando que el aprendizaje tiene lugar desde que se nace, por medio de una interacción dinámica con el mundo físico, social y cultural donde el individuo está inmerso y que el conocimiento es el resultado de las experiencias vividas y del trabajo propio. En un ambiente construccionista los estudiantes disfrutaban al experimentar con sus ideas, sus razonamientos y hasta sus errores (Méndez, 1995).

La teoría del construccionismo sostiene que el aprendizaje sucede de forma más poderosa cuando los estudiantes se comprometen en la construcción de productos que sean significativos para ellos. Por tal motivo, lo fundamental es proporcionar a los estudiantes las oportunidades de realizar actividades creativas que impulsen este proceso constructivo. La curiosidad innata de los alumnos y su interés por aprender les lleva a preguntar cómo funcionan las cosas, a construir objetos, representaciones, desplegando la imaginación de manera natural. Por otra parte, los alumnos son usuarios que interactúan con aparatos que comandan casi sin darse cuenta: dan instrucciones, ordenan procesos y delegan acciones en diversos dispositivos. Este es el punto de partida para abordar y justificar el aprendizaje de la robótica. Se trata de llevar a cabo proyectos para que los alumnos aprendan cómo interactúan con estos artefactos y aprovechar su potencial educativo en las aulas. Saber programar/codificar permite a los alumnos crear juegos, animaciones, postales digitales, escenas interactivas, etc. consiguiendo habilidades digitales muy interesantes para el desarrollo de su pensamiento lógico. La programación robótica permite a los alumnos construir un robot (valor añadido con respecto a otros tipos de programación), que controla con un sencillo software, que posibilita aprender por ensayo y error a programar sencillas tareas y conseguir que el robot haga cosas. Este tipo de proyectos se pueden enmarcar en el aprendizaje basado en problemas (ABP) con un tratamiento interdisciplinar, utilizando herramientas de la web 2.0 y dispositivos móviles, además de los materiales de robótica que se empleen (figura 3).

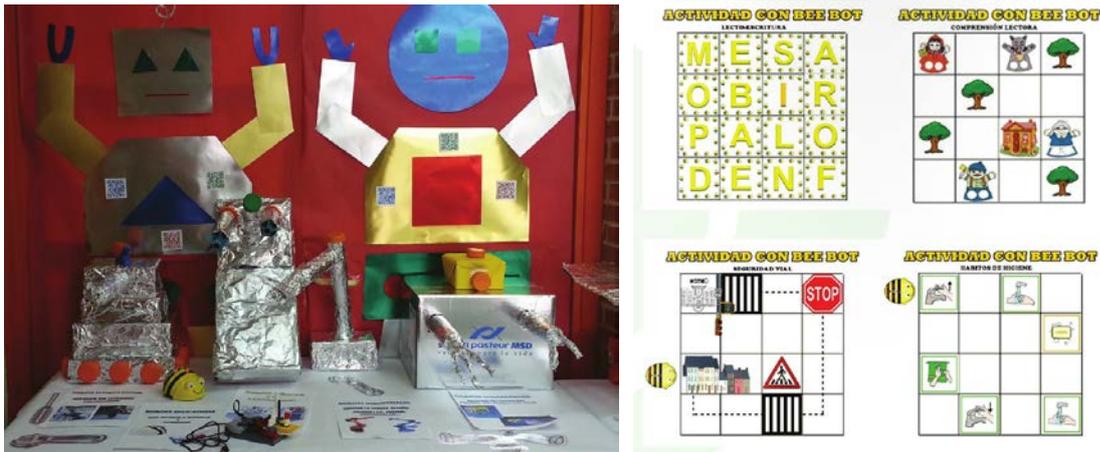


Figura 3. Ejemplo de actividades de robótica realizadas con alumnos de infantil.

(Reina y Reina, 2014). Fuente: <http://ciberrespiral.org/index.php/es/n-2-entera2-0>

Algunos de estos materiales que pueden ser utilizados con niños de Primaria son BEE BOT y LEGO. Con BEE BOT encontramos una abeja robot que tiene que seguir nuestras instrucciones mediante comandos como avanzar, retroceder, girar... para llegar a un destino. Los alumnos tienen que programar el robot para que haga una determinada ruta introduciendo la secuencia correcta. Se utiliza el robot como apoyo al aprendizaje, facilitando el desarrollo de capacidades como la indagación, la observación, análisis de acciones que el robot realiza a partir de la secuencia de órdenes dadas, reflexión, planificación y anticipación, comprobación, diálogo, expresión... y todo a partir de actividades lúdicas. El LEGO permite iniciar a los alumnos en la construcción de sus propios robots o mecanismos. Se puede programar construir algo para solucionar un problema real o imaginario.

El interés de la robótica educativa estriba en el desarrollo de competencias que son esenciales para el éxito en la sociedad actual, como la autonomía, la iniciativa, la responsabilidad, la creatividad, el trabajo en equipo, la autoestima y el interés por la investigación (Acuña, 2007; Goh y Aris, 2007; LEGO Educación, 2008; Ruiz-Velasco, 2007). Algunas experiencias llevadas a cabo sobre robótica educativa han sido valoradas de forma muy positiva, tal como señalan Pittí et al. (2010), aludiendo a los siguientes logros:

- Creatividad: liberan su capacidad creativa al ofrecerles espacios para que imaginen, creen y realicen sus propias construcciones, al permitirles enriquecer su trabajo o actividad con sus ideas y motivaciones personales.
- Autoestima: la confianza en sí mismos aumenta al descubrir que tienen el poder de crear objetos (robots) lo que al inicio les parecía “demasiado difícil”.

- Concentración y disciplina. Se requiere aprender a perseverar cuando las cosas vayan mal para encontrar la manera de solucionar el problema, en lugar de ceder a la frustración.
- Trabajo en equipo. Los participantes tienen la libertad para agruparse según sus preferencias y son ellos quienes deciden las funciones que cada miembro del equipo realizará en cada sesión; el objetivo que los une hace que colaboren.

Por último, se menciona la importancia de los errores como fuente de aprendizaje que puede usarse para mejorar la comprensión de los problemas. Dar libertad en la toma de decisiones, donde el instructor es un facilitador que muestra alternativas en función de las soluciones propuestas por los implicados, supone aprender a partir de los errores que ellos mismos tienen que corregir.

#### **2.4. Tecnologías móviles en los procesos de formación**

El auge de las tecnologías móviles se ha vinculado con el desarrollo del **aprendizaje móvil** (*m-learning*) y el concepto de educación ubicua (*u-learning*), es decir, la posibilidad de aprender en cualquier situación o contexto a través de dispositivos que siempre tenemos a nuestro alcance y el rol de los estudiantes como participantes creativos y comunicativos en la generación de conocimiento. Se habla de usuarios que se desenvuelven por el mundo real con dispositivos móviles que le posibilitan tener el mundo virtual consigo (Rodríguez, 2009).

Se puede decir que el *m-learning* se basa fundamentalmente en el aprovechamiento de las tecnologías móviles como base del proceso de aprendizaje. Estas tecnologías, más allá de los propios dispositivos, permiten diseñar escenarios de aprendizaje fluidos (o líquidos, en el sentido que le asigna Bauman) caracterizados por experiencias abiertas y prácticas, donde profesores y estudiantes diversos interactúan sin limitaciones espacio temporales en un paradigma de aprendizaje colaborativo, creativo, horizontal y bidireccional (Trillo, 2015). Procesos y dispositivos altamente personalizables que pueden dar lugar a propuestas verdaderamente inclusivas, donde las personas con necesidades especiales puedan conseguir sus objetivos educativos. La diversidad de dispositivos y sus funciones para utilizar distintos tipos de recursos y códigos de información, permite avanzar en este propósito. Siguiendo a Sevillano (2015) podemos definir el *m-learning* como el aprendizaje que conlleva el *e-learning* a través de dispositivos móviles que dispongan de conectividad inalámbrica, desde los cuales

se pueden gestionar archivos, realizar tareas y acceder a los ambientes virtuales de aprendizaje.

La capacidad de los dispositivos móviles de proveer entornos educativos altamente interconectados, conectando personas, posiciones geográficas, información procedente de diferentes fuentes,... es lo que permite este tipo de aprendizaje ubicuo en contextos en los que el usuario gestiona sus prácticas de comunicación y construye su conocimiento, utilizando estos recursos como complemento de su propia capacidad cognitiva. Estas consideraciones relacionadas con la ubicuidad del aprendizaje han llevado a las tecnologías móviles a generar unas amplias expectativas, si bien deberían generarse al mismo tiempo cambios en el entorno educativo, tal como señalan Cope y Kalantzis (2009), relacionados con 1) difuminar de las fronteras institucionales y espaciales, el aprendizaje formal e informal; 2) replantear los roles de profesores y estudiantes, entre generadores de conocimiento y usuarios del mismo; 3) aprender a reconocer diferencias entre los estudiantes, respetando estilos de aprendizaje; 4) ampliar la gama y combinación de modos de representación y lenguajes de comunicación; 5) desarrollar las capacidades de conceptualización y alfabetización informacional; 6) conectar el pensamiento propio con la cognición distribuida y la inteligencia colectiva; y 7) construir culturas de conocimiento colaborativo, enriquecimiento personal a través de las comunidades de aprendizaje.

En relación a las posibilidades educativas del **Smartphone**, como dispositivo singular e individualizado, altamente personalizable y disponible, subrayar que la información suministrada debe poder gestionarse de manera eficaz, inmediata y autónoma. Las actividades educativas planteadas con este dispositivo pueden ser lecciones en pequeños vídeos, podcast, test, síntesis de temas, cuestiones de reflexión, etc. Las aplicaciones disponibles pueden ofrecer un sinfín de funciones interesantes para acceder a información y comunicarse, por ejemplo, convertir texto en audio o viceversa, traducir textos a otros idiomas, localizar lugares, superponer información real y virtual (realidad aumentada), etc. Funciones que nos permiten resolver una duda, un problema, obtener información en el acto... convirtiéndose en un recurso de gran utilidad en las salidas escolares, gracias a las herramientas de geolocalización (Pascual y Fombona, 2015).

En el diseño y uso de estos dispositivos habrá que tener presente el cumplimiento de los requisitos de accesibilidad universal y diseño para todos, con el fin de generar entornos,

procesos y actividades comprensibles y utilizables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad, de forma autónoma y natural.

La UNESCO (2013) establece algunas directrices sobre políticas para potenciar el aprendizaje móvil que conviene recordar, tales como capacitar a los docentes para que impulsen el aprendizaje mediante tecnologías móviles, proporcionar apoyo a los docentes mediante estas tecnologías, crear contenidos pedagógicos, ampliar las opciones de conectividad garantizando la equidad, elaborar estrategias para proporcionar acceso en condiciones de igualdad, promover el uso seguro, responsable y saludable de las tecnologías móviles, utilizarlas para mejorar la gestión de la comunicación y la educación.

La **tablet** se presenta como un recurso móvil de gran funcionalidad y comodidad que es utilizado de forma mayoritaria para el acceso a Internet y a diversas aplicaciones (*apps*), con gran potencial para el desarrollo de destrezas y habilidades. Su uso educativo, aunque todavía puntual y no generalizado, ha demostrado su gran poder motivador (Marés, 2012).

Entre las aplicaciones con fines educativos se pueden encontrar todo tipo de juegos y actividades para las diferentes áreas curriculares. Además su uso se puede extender a diversos tipos de formación y contextos, tal como proponen Pascual y Fombona (2015): como herramienta individualizadora que posibilita que cada estudiante pueda tener un programa particular de trabajo o unas herramientas específicas, como cuaderno de campo, para recoger información fotográfica, sonora, escrita, videográfica de cualquier lugar, objeto, animal, planta, persona..., para aplicar los conocimientos a problemas o situaciones de la vida personal, para retransmitir eventos o experiencias, para crear rincones o espacios en la clase donde realizar determinadas tareas, para llevar a cabo videoconferencias y compartir experiencias, para realizar tareas colaborativas, pudiendo participar personas enfermas o estudiantes de otros centros, para facilitar la relación familia-escuela, a través del seguimiento de las actividades escolares y la elaboración de actividades en familia, para potenciar el autoaprendizaje, el autodesarrollo personal y autoevaluación, el aprendizaje para el ocio, los aprendizajes ocasionales, para experimentar con las aplicaciones disponibles, para utilizar la realidad aumentada, para gestionar las instituciones, etc.

Otro dispositivo móvil interesante desde el punto de vista formativo es el **libro electrónico** (*e-book*), dispositivo de lectura digital creado específicamente para ese propósito, por lo que contiene un software específico apropiado y permite la lectura prolongada por su bajo consumo y tipo de pantalla. La lectura en estos dispositivos se hace hipermedia, pudiendo

acceder a otros contenidos fuera del propio *e-book* (Sodupe, 2014) como servicios en red, acceso a librerías en línea, a libros gratuitos, etc.

El uso de estos dispositivos en los últimos años va creciendo y en este momento más del 50% de la población española mayor de 14 años se declaran lectores en soporte digital, aunque se incrementa la utilización de tablet y *smartphones*.

La importancia de los *e-Books* o *e-Readers* tiene que ver con la sustitución del papel por los formatos digitales (a favor de la sostenibilidad de los recursos naturales), la utilización de las tecnologías móviles en la enseñanza virtual y ubicua, el fomento del autoaprendizaje y entornos virtuales, el desarrollo de textos electrónicos y ofertas editoriales de libros electrónicos (Ortega, 2015). Desde un punto de vista educativo, se pueden destacar las posibilidades del *e-Book*, como libro vivo a través de la interactividad, el uso de vídeos, imágenes, enlaces, comentarios que se pueden compartir con otros usuarios fomentando un aprendizaje colaborativo, a partir de la lectura individual. El libro en soporte digital, permite nuevas prácticas de aprendizaje, cada vez más alejadas de la lectura lineal y más próximas a narrativas reticulares, proporcionadas por la integración entre hipertextualidad, multimedia y realidad aumentada. Así surgen los denominados libros enriquecidos (*enhanced appbooks*) que permiten esta combinación de recursos y extienden la experiencia de lectura a un ámbito social en el que se puede compartir, opinar, debatir, seguir a otros lectores o recomendar a través de las redes sociales. De esta manera el libro se convierte en una interfaz compartida pasando de ser un objeto a un sistema de aprendizaje (Alonso et al., 2012).

En conjunto, sobre las tecnologías móviles, diversos autores e informes, como el informe Horizon, defienden el aprendizaje móvil desde las primeras etapas educativas de Primaria y Secundaria (García y Monferrer, 2009; INTEF, 2013), tanto por su portabilidad como por sus beneficios para la productividad y el aprendizaje y considerando su alta penetración entre la población adolescente (en torno al 70%). Algunas iniciativas como la fabricación de tablet o smartphones muy económicos, o la propuesta “BYOD” (*Bring Your Own Device* – Trae tu propio dispositivo), pretenden hacer efectiva la integración metodológica de estos dispositivos móviles en las aulas. Las *apps* educativas son un campo emergente con numerosas posibilidades de uso en las aulas para aprender sobre todas las materias curriculares. Además se encuentran las iniciativas que promueven el diseño y desarrollo de *apps* por parte de los estudiantes, como el proyecto “mSchools”, en el que los estudiantes han ideado y desarrollado aplicaciones móviles contando con el soporte de más de 200 profesionales en activo de

empresas relacionadas con el sector, que han actuado como mentores de sus proyectos. Estos enfoques metodológicos, orientados hacia el aprendizaje por proyectos, tienen una alta incidencia en la adquisición de competencias y habilidades por parte de los estudiantes.

Analizando la relación de estos dispositivos con los enfoques de aprendizaje, si bien es verdad que se pueden encontrar aplicaciones para móviles con distintos enfoques (aprendizaje conductual, constructivista, situado, colaborativo), tal como señala Gros (2013), lo interesante de las aplicaciones móviles es que ofrezcan oportunidades para adquirir conocimientos en un escenario de aprendizaje más libre e informal, en el que las actividades no dependen necesariamente de un currículo y pueden ser realizadas dentro y fuera de la institución escolar. Las tecnologías móviles pueden tener también un importante papel en la coordinación del trabajo de los estudiantes, en la retroalimentación y control de tareas y fases de los trabajos llevados a cabo, ayudándolos a planificar y desarrollar mejor sus actividades, tal como muestra el trabajo de Kim et al. (2015), en un contexto metodológico de aprendizaje de las Ciencias basado en la investigación experimental (*Design-Based Research, DBR*), enfoque centrado en el diseño de experimentos por parte de los propios estudiantes, a partir de los cuales construyen el conocimiento (Marulcu y Barnett, 2013; Shen et al., 2014). Planteamiento que ha obtenido excelentes resultados en el aprendizaje de los estudiantes y que ha incorporado la tecnología móvil como herramienta de andamiaje en el proceso de investigación llevado a cabo de forma colaborativa por los alumnos.

## **2.5. Impacto de la integración de los recursos informáticos en los resultados de aprendizaje**

Los resultados de las investigaciones sobre el impacto de los entornos educativos mediados por ordenadores no son del todo concluyentes, pero se pueden ver indicios de mejoras en los resultados de aprendizaje y de forma más contundente en la motivación de los estudiantes. Durante el curso 2002-2003 un equipo de investigación del Instituto de Evaluación IDEA realizó un estudio sobre el impacto de la utilización del ordenador en la enseñanza y el aprendizaje (Marchesi y Martín, 2003). La finalidad principal del estudio fue comparar el rendimiento académico en dos entornos de enseñanza lo más homogéneos posible, que difirieran solamente en el material pedagógico utilizado –ordenador o libros de texto– y que respetara la forma habitual de trabajo de los profesores. También se pretendía ver si la incorporación del ordenador favorecía la transformación de su modelo de enseñanza. La conclusión a la que

llegaron es que el modelo de enseñanza era de carácter transmisivo y el ordenador se usaba como un instrumento para ampliar la información, realizar ejercicios o establecer alguna relación interactiva pero con el mismo objetivo: aprender determinados contenidos. Este modelo está firmemente arraigado en nuestra cultura escolar, no sólo en los profesores sino también en los alumnos, de modo que los ordenadores no cambian el modelo de enseñanza, tienen una función secundaria, más como refuerzo y ampliación que como núcleo central de la enseñanza, como se ha verificado en muchas investigaciones posteriores. Uno de los factores que explica la dificultad para el cambio es que los profesores tienden a mantener su forma de evaluación y lo que implica riesgo en las calificaciones es puesto en cuestión. El trabajo con materiales multimedia, según lo perciben profesores y alumnos, puede producir este riesgo (una expresión común que se repite en muchos casos es: “el ordenador quita mucho tiempo”) mientras que el libro de texto puede producir ventajas para la adquisición y memorización de información y posterior evaluación. Por esta razón la mayor parte de los profesores afirma que el aprendizaje de los alumnos es mejor si se utilizan, además de los materiales digitales, el libro de texto. En el estudio mencionado los profesores consideraron mejor la enseñanza con materiales digitales en seis dimensiones: flexibilidad metodológica, interés de los alumnos, orden en el aula, adaptación a las necesidades de los alumnos, relación entre los alumnos y ambiente de trabajo. Sólo prefirieron la enseñanza tradicional en el aprendizaje de la materia. Por su parte, los alumnos consideraron mejor el aprendizaje con material digital por el mayor interés que les despierta y por las relaciones que posibilita entre ellos. Además los profesores señalaron que los alumnos desmotivados manifestaban más interés en el aprendizaje cuando utilizaban el ordenador, aunque eran escépticos sobre si este incremento de motivación iba a suponer una mejora real en el aprendizaje. Estos resultados coinciden con otros estudios basados en el análisis de casos de innovación con TIC, como el del grupo de investigación GITE-USAL de la Universidad de Salamanca (Tejedor, 2010).

En las investigaciones sobre Pizarra Digital Interactiva (PDI), según los datos del grupo DIM (Didáctica, Innovación y Multimedia) dirigido por Marqués (2008), como ya se ha señalado, se concluye que en las aulas que disponen de estos recursos los alumnos están más atentos, motivados e interesados por las asignaturas (incluso en entornos en los que resulta difícil mantener la disciplina y el ambiente de trabajo en clase). Los recursos audiovisuales facilitan a los estudiantes el seguimiento de las explicaciones del profesorado y la comprensión de los temas, que se aproximan más a sus experiencias previas. Así resulta más fácil relacionar lo nuevo con lo que ya saben y realizar aprendizajes más significativos, los resultados obtenidos son positivos, destacando las siguientes ventajas: potencian la motivación y la atención del

alumnado en general, permiten acceder en clase a muchos recursos y compartirlos, facilitan la comprensión (imágenes, simulaciones), investigar, crear..., hay más implicación y participación del alumnado en las actividades, facilitan la enseñanza y el logro de los objetivos educativos.

Otros programas han impulsado el uso de la tablet como recurso de innovación educativa, como el desarrollado por el Gobierno de Aragón en colaboración con Microsoft Ibérica, y los resultados arrojan conclusiones positivas para la educación de los alumnos, tal como pone de manifiesto el informe presentado por Ferrer (2010), con base en el estudio desarrollado por su equipo de investigación de la Universidad Autónoma de Barcelona. Para realizar el trabajo se entrevistó a través de cuestionarios online a un total de 124 directores, 714 profesores, 5.504 alumnos y 4.801 familias de Aragón, de un total de 131 centros escolares con dos años de experiencia en el proyecto. El programa, pionero en el uso de la tablet, fue puesto en marcha en 2005. Su desarrollo hizo posible que el 95% de los centros públicos, el 26% de los concertados y el 14% de los Institutos de Aragón ya estén inmersos en él. Entre las prestaciones del tablet se incluye la capacidad de plasmar la escritura del alumno transformándola en texto informático, con la posibilidad de insertar cuadros o gráficos. También posibilita las grabaciones y el acceso a Internet. Los tablet son dispositivos inalámbricos, por lo que se pueden mover en el aula o en un radio de 100 metros como si fueran un cuaderno. El equipamiento del programa se completa con un videoprojector, conectividad de banda ancha y redes inalámbricas en las aulas. Los resultados demuestran que el programa recibe un amplio apoyo de la comunidad educativa, el alumnado y las familias de los niños. Su uso, según afirman, mejora la calidad de las aulas y determinadas competencias en los alumnos, como la búsqueda de información o el manejo de las TIC. Individualmente, los estudiantes aumentan su autonomía personal, su capacidad de organización, la selección de la información, la creatividad y el trabajo en equipo. Un 91,2% de los alumnos encuestados, de 5º y 6º de Primaria, afirman divertirse más en el aula y un 90% cree que aprenden más. En una puntuación del 1 al 10 los estudiantes otorgan un 9,23 a esta herramienta, que obtiene mejores resultados entre las chicas y el alumnado extranjero. Su uso también es ampliamente valorado en el ámbito rural donde, según los encuestados, ayuda a garantizar la igualdad de oportunidades. Los alumnos aseguran que las tablet les ayudan a aumentar sus notas escolares, cerca de un 30% de los encuestados señala que sus calificaciones escolares han sido mejores desde que lo utilizan, mientras que el 70% apunta a que sus notas son similares y el 1,9% afirma que han empeorado. El porcentaje de estudiantes que cree que sus notas han mejorado con esta herramienta es más alto entre los chicos que en las chicas.

Las familias, considerando una escala del 0 al 5, creen que ha mejorado el manejo informático de sus hijos (4,14), su motivación (3,43), que han tenido un efecto positivo en los alumnos ante la escuela (3,12) si bien no tiene tanta influencia en sus resultados académicos (2,38). Los profesores, por su parte, apuntan a que el uso de las tablet aumenta la motivación de los alumnos, y el 94,1% señala que volvería a trabajar con esta herramienta, aunque reconocen que supone un incremento de trabajo para los docentes.

Por otra parte, en estos últimos años se han llevado a cabo múltiples investigaciones y propuestas basadas en el estudio de casos, los cuales pretenden un estudio en profundidad y exhaustivo de programas o realidades educativas concretas, considerando su funcionamiento real en su contexto particular, que pueden servir de ejemplo de buenas prácticas. Según Cebrián (2009: 25) se entiende por buenas prácticas “la recopilación y análisis de las experiencias que han tenido éxito en un campo determinado con un impacto tangible, y que disponen de criterios identificables y elementos transferibles a otros contextos”. El problema de estos planteamientos es que el contexto (historia y cultura del centro, tipo y características del profesorado, relaciones entre actores claves, características de la comunidad educativa) resulta ser una variable fundamental explicativa de los resultados, por lo que la transferencia directa de determinadas metodologías y recursos a otros contextos resulta muy difícil y de resultados impredecibles. Esta idiosincrasia y complejidad de cada escenario educativo provoca que desde una perspectiva fundamentalmente cualitativa, diversos estudios (Alonso et al., 2014; Bolívar et al., 2005; Cebrián, 2009; Hernández, 2010; Sancho y Hernández, 2006) pretendan indagar en las vivencias de los profesores y alumnos, como actores principales del acto educativo, sobre los cambios y retos que supone la presencia de estos nuevos artefactos en la vida escolar.

La investigación de Cebrián (2009) se plantea estudiar los centros TIC de Andalucía (centros de Primaria y Secundaria dotados con tecnologías, tanto hardware como software) planteando como objetivo conocer los significados que los docentes otorgan a sus acciones, concepciones y valores dentro del nuevo contexto donde se produce la enseñanza. Identificando los cambios percibidos por éstos en la institución y en sus prácticas docentes, así como las causas de estos cambios provocados por las TIC, comparando estas perspectivas con las producidas en los estudiantes. En su planteamiento asumen que la transformación de la escuela no será posible sin la transformación de los actores más involucrados en el aula (docentes, estudiantes y coordinadores). Utilizando diversas técnicas de recogida de información (diarios de campo, entrevistas, cuestionarios, historias de vida) que se aplican a lo largo de varios años, realizan

un informe sobre el conjunto de los centros TIC de Andalucía, en el que se concluye, entre otras cuestiones que el cambio metodológico percibido ha sido escaso durante los primeros años, las TIC se integran en la práctica sin la suficiente reflexión por falta de tiempo, los ordenadores se han utilizado principalmente para hacer búsquedas por Internet y una de las ventajas ha sido la capacitación en el uso del ordenador, si bien los docentes se sienten en desventaja frente a los estudiantes. Los profesores valoran positivamente un mayor compromiso de los estudiantes en la enseñanza y mayor colaboración y apoyo entre ellos, así como las posibilidades que ofrecen los recursos digitales para atender distintos niveles y capacidades (en la línea de una escuela inclusiva) contribuyendo a mejorar la autoestima y la integración con el grupo del alumnado con necesidades educativas especiales. Los profesores destacan como logros, además de la motivación de los estudiantes, su mayor participación en los procesos de enseñanza y una comunicación más fluida y rápida entre los docentes.

En cualquier caso, la abundante investigación sobre el tema viene a demostrar que la presencia de ordenadores y otras tecnologías en la práctica educativa no produce por sí misma mejoras en los resultados de aprendizaje sino que son la metodologías y las propuestas didácticas las que se pueden enriquecer haciendo uso de las mismas, dependiendo de la profesionalidad de los profesores, la creatividad y sus concepciones sobre el aprendizaje y sobre las posibilidades de las TIC para conseguir una enseñanza más interactiva y un aprendizaje más significativo.

Como señalan Coll et al. (2008a y 2008b) y Coll (2011) profundizar en el análisis de los procesos de enseñanza-aprendizaje que integran las TIC supone situar la interactividad en el núcleo del proceso de análisis del impacto de las TIC en las prácticas educativas. Desde la psicología cognitiva se afirma que la interacción social favorece el aprendizaje al facilitar la resolución del conflicto cognitivo, por lo tanto el profesor deberá diseñar situaciones de actividad en este sentido, analizando las exigencias cognitivas de los contenidos de aprendizaje y las competencias que el alumno necesita para poder asimilarlos, proporcionando criterios de orden y secuencias en el estudio de los contenidos y facilitando una exploración activa por parte de los alumnos a través de los entornos informáticos que permita el aprendizaje por descubrimiento.

No hay que olvidar que el aprendizaje eficaz ocurre cuando la información es significativa, se presenta organizada, conforme a criterios de significación lógica y psicológica (teniendo en cuenta los conocimientos previos con los que relacionar los nuevos aprendizajes) y el alumno

establece relaciones sustantivas entre los nuevos contenidos y los que poseía. Así pues, el proceso de aprendizaje exige la implicación y el interés del alumnado y las TIC permitirán diseñar actividades didácticas que contribuyan a implicar a los estudiantes, conectando con sus intereses y activando sus conocimientos previos, presentando contenidos en formatos diversos y bien estructurados (textos, imágenes, sonidos... integrados en esquemas, mapas conceptuales, resúmenes...). Además las TIC, como herramientas cognitivas, pueden apoyar la organización semántica de la información y utilizarse en los procesos de comprensión de fenómenos complejos y de resolución de problemas, así como en los procesos metacognitivos que facilitan la autorregulación del aprendiz.

En la medida en que los entornos informáticos permitan a los alumnos seleccionar los conocimientos más pertinentes, establecer relaciones relevantes, identificar errores y contradicciones o discrepancias, reorganizar de un modo significativo su propio conocimiento, hacer un uso funcional del mismo en diversas situaciones nuevas y utilizar el error como una oportunidad para avanzar en la comprensión, se estará facilitando su aprendizaje.

Por otra parte, entendiendo que el aprendizaje es un proceso de construcción de significados y atribución de sentido al contenido de aprendizaje que se realiza en gran parte a través de la interacción con otros, la interactividad pedagógica debe dar sentido a la interactividad tecnológica, clarificando los contenidos, objetivos y actividades, con claras orientaciones sobre cómo llevarlas a cabo, con qué instrumentos tecnológicos y criterios para evaluarlas. Actividades que deberán promover la comprensión en profundidad de problemas complejos y significativos para los alumnos a través de la interacción, el diálogo y el aprendizaje colaborativo.

En el ámbito internacional, con relación al uso de ordenadores en las escuelas, resulta interesante la recopilación de las conclusiones de más de 700 investigaciones empíricas llevadas a cabo en Estados Unidos realizado por Schacter (1999), el cual a su vez ha contemplado algunos metanálisis y diversos estudios de relevancia sobre el uso de ordenadores para el aprendizaje, sistemas tecnológicos integrados de aprendizaje, uso de software para la enseñanza de procesos mentales superiores, utilización de las tecnologías en trabajos colaborativos en red y el aprendizaje de programación a través de logo. Las mayoría de las investigaciones mostraron ganancias positivas en el aprendizaje a través de tests estandarizados, tests nacionales y tests contruidos por investigadores. También un aumento considerable de la motivación y el autoconcepto, aunque los resultados pueden estar

matizados por el diseño del software, el rol de los educadores y el nivel de los estudiantes. Se apunta asimismo un cambio en las prácticas del profesorado hacia una mayor presencia del trabajo colaborativo y menos exposiciones del profesor. Algunas conclusiones también destacables serían:

- Los ambientes ricos en tecnología tienen efectos positivos en la mayor parte de las disciplinas.
- Se incrementa el rendimiento desde preescolar hasta la universidad y tanto para los niños normales como los que tienen necesidades educativas especiales.
- Las nuevas experiencias de aprendizaje que se plantean requieren alto nivel de razonamiento y capacidad de resolución de problemas.

Sin embargo, se apuntan también algunos resultados cuestionables como el que no obtienen mejores resultados en comprensión lectora, conceptos matemáticos y estudio académico. Incluso el aprendizaje con tecnología puede llegar a ser menos efectivo cuando los objetivos de aprendizaje no están claros y la tecnología se plantea de manera difusa. Uno de los problemas es que muchas personas piensan primero en la tecnología y después en la educación, cuando la tecnología debe estar al servicio de los aprendices, y lo esencial son los ambientes de aprendizaje y las competencias profesionales.

### Referencias bibliográficas

- AARSETH, E. (1994). Non linearity and Literary Theory. *Hyper/Text/Theory*, 52, 761-780.
- ACUÑA, A. (2007). *La robótica educativa: un motor para la innovación*. Recuperado de [http://www.fod.ac.cr/robotica/descargas/roboteca/articulos/2007/roboticamotor\\_innova\\_articulo.pdf](http://www.fod.ac.cr/robotica/descargas/roboteca/articulos/2007/roboticamotor_innova_articulo.pdf)
- ADESE (Asociación Española de Videojuegos) (2012). *Videojuegos en las aulas*. Recuperado de <http://www.aevi.org.es/docs/documentacion/estudios-y-analisis>
- AGUADED, J. I. y SÁNCHEZ, J. (2013). El empoderamiento digital de niños y jóvenes a través de la producción audiovisual. *Adcomunica*, (5), 175-196.
- ALLY, M. (2009). *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training* (Au Press), UBC Press.
- ALONSO, J., CORDÓN, J.A. y GÓMEZ, R. (2012). Libros de texto electrónicos: un potencial de futuro. *Revista chilena de bibliotecología y gestión de información*, 3. Recuperado de <http://eprints.rclis.org/16925/>
- ALONSO, C. y GALLEGO, D.J. (2007). La videoconferencia como recurso en situaciones de enseñanza a distancia. En J. Cabero, F. Martínez. y M.P. Prendes (Coord.). *Profesor ¿est@mos en el ciberesp@cio?*. Barcelona: Davinci.

- ALONSO, C., BOSCO, A., CORTI, F. y RIVERA, P. (2014). Prácticas de enseñanza mediadas por entornos 1x1: un estudio de casos en la educación obligatoria en Cataluña. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 18(3), 99-118.
- ÁLVAREZ, J.M. (2011). Las nuevas televisiones: personalización e individualización. La *televisión etiquetada: nuevas audiencias, nuevos negocios*. Madrid: Ariel.
- ÁLVAREZ, M.T. (2014). Una experiencia audiovisual en el trabajo de adolescentes y jóvenes. *Revista Sexología y Sociedad*, 9 (22).
- ANTLE, A. N., BEVANS, A., TANENBAUM, J., SEABORN, K. y WANG, S. (2011) *Futura: design for collaborative learning and game play on a multi-touch digital tabletop*. 5 th International Conference on Tangible, Embedded, and embodied Interaction (pp. 93- 100). ACM: New York.
- APARICI, R. (Coord.)(1993). *La revolución de los medios audiovisuales*. Madrid: Ed. de la Torre.
- AREA, M. y CORREA, A.D. (1992). La investigación sobre el conocimiento y actitudes del profesorado hacia los medios. Una aproximación al uso de medios en la planificación y desarrollo de la enseñanza, *Qurriculum*, 4, 79-100.
- ARROYAVE, C. O. (2015). Introducción del libro la imagen tele tecno-estéticas, neo-usos y glocalidades en la sociedad digital. *Revista Luciérnaga-Comunicación*, (6), 52-56.
- AZUMA, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, (355-385).
- BADILLA, E. Y CHACÓN, A. (2004). Construccinismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 4 (1). Recuperado de <http://revista.inie.ucr.ac.cr/articulos/1-2004/archivos/construccionismo.pdf>
- BARTOLOMÉ, A.R. (2004a). *Nuevas tecnologías en el aula. Guía de supervivencia*. Barcelona: Graó/ICE Universitat de Barcelona.
- BASOGAIN, X., OLABE, M., ESPINOSA, K., ROUËCHE, C. y OLABE, J. C. (2007). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Comunicación presentada a Online Educa Madrid: 7ª Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en las Tecnologías, Madrid. Recuperado de [http://www.anobium.es/docs/gc\\_fichas/doc/6CFJNSalrt.pdf](http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/6CFJNSalrt.pdf)
- BAUTISTA, A. (1994). *Las nuevas tecnologías en la capacitación docente*. Madrid: Aprendizaje Visor.
- BELLOTTI, F.; KAPRALOS, B.; LEE, K.; MORENO-GER, P. & BERTA, R. (2013). Assessment in and of Serious Games: An Overview. *Advances in Human-Computer Interaction*, vol. 2013, Article ID 136864, 11 pages. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1155/2013/136864>
- BILLINGHURST, M.; KATO, H. Y POUPYREV, I. (2001). The Magic Book-Moving Seamlessly between Reality and Virtuality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1-4.
- BILLINGHURST, M. Y KATO, H. (2002). Collaborative augmented reality. *Communications of the ACM*, 45 (7), 64-70.
- BOLÍVAR, A., FERNÁNDEZ, M. Y MOLINA, E. (2005). Investigar la identidad profesional del profesorado: una triangulación secuencial. *Forum Qualitative social research*, 6 (1). Recuperado de <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/index>
- BUJAK, K. R.; RADU, I.; CATRAMBONE, R.; MACINTYRE, B.; ZHENG, R. Y GOLUBSKI, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536-544.
- BUSTOS, F.A. (2015). *Prototipo tecnológico para el apoyo del aprendizaje de la Geometría utilizando mesas interactivas*. Tesis doctoral. Recuperado de <http://148.204.210.201/tesis/1442331276725TesisFreddyBust.pdf>
- CABERO, J. (Ed.) (1999). *Tecnología educativa*. Madrid: Síntesis.
- CASTAÑO, C. y LLORENTE, M.C. (2007.) La televisión educativa. En J. Cabero (Coord.) *Nuevas tecnologías aplicadas a la Educación*. Madrid: McGraw-Hill.

- CEBRIÁN DE LA SERNA, M. (2005). *Tecnología de la información y comunicación para la formación de docentes*. Madrid: Pirámide.
- CEBRIÁN DE LA SERNA, M. (Coord.) (2009). *El impacto de las TIC en los centros educativos. Ejemplos de buenas prácticas*. Madrid: Síntesis.
- CHEN, C. y TSAI, Y. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59 (2), 638-652.
- CHENG, I., MICHEL, D., ARGYROS, A. y BASU, A. (2009). *A HIMI model for collaborative multitouch multimedia education*. AMC '09 Proceedings of the 2009 workshop on Ambient media computing (pp 3-12). ACM: New York. Recuperado de <http://doi.acm.org/10.1145/1631005.1631009>
- CHERRETT, G., PRICE, J., MARYNARD, S. Y DROR, I.E. (2009). Making training more cognitively effective: making videos interactive. *British Journal of Educational Technology*, 40 (6), 1124-1134.
- COLL, C. (2011). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. En R. Carneiro, J.C. Toscano y T. Díaz (Coord.) *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo* (pp. 113-126). Madrid: OEI/Fundación Santillana. Recuperado de [http://www.oei.es/publicaciones/detalle\\_publicacion.php?id=10](http://www.oei.es/publicaciones/detalle_publicacion.php?id=10)
- COLL, C. MAURI, T. y ONRUBIA, J. (2008a). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación socio-cultural. *Revista electrónica de investigación educativa*, 10, (1).
- COLL, C., MAURI, T. y ONRUBIA, J. (2008b). Los Entornos virtuales de aprendizaje basados en el análisis de casos y la resolución de problemas". En C. Coll y C. Monereo (Eds.) *Psicología de la educación virtual* (pp. 213-232). Madrid: Morata.
- COPE, B., Y KALANTZIS, M. (2009). *Ubiquitous Learning. Exploring the anywhere/anytime possibilities for learning in the age of digital media*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- COPE, B. y KALANTZIS, M. (2009). Multiliteracies: New Literacies, New Learning. *Pedagogies: An International Journal*, 4 (3), 164-195. Recuperado de [www.aab.es/aab/images/stories/Boletin/98\\_99/3.pdf](http://www.aab.es/aab/images/stories/Boletin/98_99/3.pdf)
- CUBILLO, J.; MARTIN, S.; CASTRO, M. Y MEIER, R. (2012). Control of a remote laboratory by augmented reality. Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), 2012 IEEE International Conference on, W2B-11-W2B-15.
- CUBILLO, J, MARTÍN, S. CASTRO, M. y COLMENAR, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 17 (2), 241-274.
- CUENDET, S.; BONNARD, Q.; DO-LENH, S. Y DILLENBOURG, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*. 68, 557-569.
- DE ANDRÉS, T., BERLANGA, A., PÉREZ, A., SEGURA, M., IBARRONDO, L., CANO, A. Y GA, Á. (2011). *El desarrollo de la inteligencia filmica* (Vol. 15). Ministerio de Educación.
- DE PABLOS, J. (1995). Los medios audiovisuales en el mundo de la educación. En Sancho, J.M. y Millán, L.M. (Comp.) *Hoy ya es mañana. Tecnologías y Educación: un diálogo necesario*. Sevilla: MCEP.
- DEL MORAL, M. E. y VILLALUSTRE, L. (2012). Videojuegos e infancia: análisis, evaluación y diseño desde una perspectiva educativa. En A. García Jiménez (Ed.). *Comunicación, Infancia y Juventud. Situación e Investigación en España* (pp. 97-112). Barcelona: UOC.
- DETTORI, G. y PAIVA, A. (2009). Narrative learning in technology-enhanced environments. In: *Anonymous Technology-Enhanced Learning* (55-69). Springer.
- DÍAZ ARIAS, R. (2009). El vídeo en el ciberespacio: usos y lenguajes, *Revista Comunicar*, 33, 63-71.
- DOSWELL, J.; BLAKE, M. Y BUTCHER-GREEN, J. (2006). *Mobile Augmented Reality System Architecture for Ubiquitous e-Learning*. Fourth IEEE International Workshop on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMTE'06) (p. 121-123).

- ESTEBAN, P.; RESTREPO, J.; TREFFTZ, H.; JARAMILLO, J. E. Y ÁLVAREZ, N. (2006). *Augmented Reality for Teaching Multi-Variate Calculus*. The Fifth IASTED International Conference on web-based education, Puerto Ballarta, México.
- FELICIA, P. (2009). *Videojuegos en el aula. Manual para docentes*. Bruselas: European Schoolnet. Recuperado de [http://games.eun.org/upload/GIS\\_HANDBOOK\\_ES.pdf](http://games.eun.org/upload/GIS_HANDBOOK_ES.pdf)
- FERNÁNDEZ LOBO, I. (2004) Herramientas para la creación de videojuegos. *Comunicación y Pedagogía*, 199, 71-77.
- FERRER, F. (Dir.) (2010). *Evaluación del Programa Pizarra Digital en Aragón*. <http://www.educaragon.org/files/Informepd.pdf>
- FERRES, J. (1994). Pedagogía de los medios audiovisuales y pedagogía con los medios audiovisuales. En J.M. Sancho (Coord.). *Para una tecnología educativa*. Barcelona: Horsori.
- FERRÉS, J. (1996). Reticencias en torno a los audiovisuales y la enseñanza. En J. Ferrés y P. Marqués (Coord.) *Comunicación educativa y nuevas tecnologías* (27-34). Barcelona: Praxis.
- FOMBONA, J., PASCUAL, M.A., Y MADEIRA, M.F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 41, 197-210. Recuperado de <http://idus.us.es/xmlui/handle/11441/22659>
- FREITAS, R. Y CAMPOS, P. (2008). *SMART: a System of Augmented Reality for Teaching 2nd grade students*. 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction-Volume 2 (p. 27-30).
- GARCÍA JIMÉNEZ, J. (1993). *Narrativa audiovisual*. Madrid: Cátedra.
- GARCÍA MATAMOROS, M.A. (2014). Uso Instruccional del video didáctico. *Revista de investigación*, 38 (81), 43-68.
- GARCÍA, M. y MONFERRER, J. (2009). Propuestas de análisis teórico sobre el uso del teléfono móvil en adolescentes. *Comunicar*, 33, 83-92.
- GARCÍA, M.L.S. y NADAL, C.C. (2015). El cine, recurso formativo. 18 años de investigación del grupo GIAD. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 87-101.
- GARCÍA, A. R., ARELLANO, P. R. Y RUIZ, M. R. G. (2014). Presencia de la competencia mediática en los objetivos curriculares de la etapa de educación primaria. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 26 (1), 137-159.
- GARCÍA-VALCÁRCEL, A. (2008). El hipervideo y su potencialidad pedagógica. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 7 (2), 69-79.
- GARCÍA-VALCÁRCEL, A. (2008b). *Medios y recursos audiovisuales para la innovación educativa: En Investigación y tecnologías de la información y comunicación al servicio de la innovación educativa*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- GARCÍA-VALCÁRCEL, A. (Coord.) (2015). *Proyectos de trabajo colaborativo con TIC*. Madrid: Síntesis.
- GARCÍA-VALCÁRCEL, A., GONZÁLEZ, M. Y SERRATE, S. (2015) Medios de comunicación y consumo. En J.M. Arana y D. de Castro (Coord.) *Consumir sin consumirse. Educación para el consumo*. (pp. 175-196). Madrid: Pirámide.
- GARCÍA-VALCÁRCEL, A. y HERNÁNDEZ, A. (2013). *Recursos tecnológicos para la enseñanza e innovación educativa*. Madrid: Síntesis.
- GEE, J. P. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*. Archidona, Málaga: Aljibe.
- GIBBS, G. Y SIMPSON, C. (2004). Conditions under which assessment supports students' learning. *Learning and teaching in higher education*, 1 (1), 3-31.
- GOH, H. y ARIS, B. (2007). *Using robotics in education: lessons learned and Learning experiences*. Recuperado de <http://eprints.utm.my/6015/1/149-henry.pdf>

- GOICOECHEA DE JORGE, M. (2015) *El lector en el ciberespacio: Una etnografía literaria de la cibercultura*. [Tesis Doctoral]
- GÓMEZ DEL CASTILLO, M.T. (2007). Videojuegos y transmisión de valores. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43 (6). Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/1909Castillo.pdf>
- GONZÁLEZ GARCÍA, M.G. (2015). Cine y literatura para el aprendizaje de las competencias básicas: vínculos semióticos y educativos. *Educatio Siglo XXI*, 33 (1), 175-194.
- GONZÁLEZ, J. M. M., COBO, I. L., Y RODRÍGUEZ, R. S. (2014). El sistema de videoconferencia como herramienta para potenciar el aprendizaje colaborativo: En A. Hernández y S. Olmos (Coord.) *Metodologías de aprendizaje colaborativo a través de las tecnologías*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- GOODSON, I. F.; BIESTA, G.; TEDDER, M. y ADAIR, N. (2010). *Narrative learning*. Routledge.
- GRIFANTINI, K. (2009). Faster Maintenance with Augmented Reality. *Technology Review*, MIT.
- GROS, B. (Coord.) (2008). *Videojuegos y aprendizaje*. Barcelona: Graó.
- GROS, B. (2013). Aplicaciones móviles para la educación. En I. Aguaded y J. Cabero (Coord.) *Tecnologías y medios para la educación en la e-sociedad*. Madrid: Alianza Editorial.
- GRUPO F9. (2002). *Acceder a la cultura informática a través de los videojuegos*. Recuperado de <http://www.xtec.cat/~abernat/altres%20articles/cultura.pdf>
- HARGREAVES, A. (2003). *Enseñar en la sociedad del conocimiento*. Barcelona: Octaedro.
- HARRIS, A., RICK, J., BONNETT, V., YUILL, N., FLECK, R. MARSHALL, P. y ROGERS, Y. (2009). *Around the table: are multiple-touch surfaces better than single-touch for children's collaborative interactions?* Proceedings of the 9th international conference on computer supported collaborative learning, Vol.1 (pp. 335- 344). Rhodes, Greece: International Society of the Learning Sciences. Recuperado de <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1600053.1600104>
- HASTINGS, E. C., KARAS, T. L., WINSLER, A., WAY, E., MADIGAN, A. y TYLER, S. (2009). Young Children's Video/Computer Game Use: Relations with School Performance and Behavior. *Issues in Mental Health Nursing*, 30 (10), 638–649. Recuperado de <http://doi.org/10.1080/01612840903050414>
- HERNÁNDEZ, F. (Coordinador) (2010) *Aprender a ser en la escuela primaria*. Barcelona: Octaedro
- HOLZINGER, A.; NISCHELWITZER, A. Y MEISENBERGER, M. (2005). *Mobile phones as a challenge for m-learning: examples for mobile interactive learning objects (MILOs)*. Proceedings of the 3rd Int'l Conf. on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom 2005 Workshops), (p. 307-311).
- HORNECKER, E. Y DUNSER, A. (2007). *Supporting Early Literacy with Augmented Books-Experiences with an Exploratory Study*. German Society of Informatics Annual conference (GI- Jahrestagung).
- INTEF (2013). *INFORME HORIZON 2013 Enseñanza Primaria y Secundaria*. Recuperado de [http://blog.educalab.es/intef/wp-content/uploads/sites/4/2013/06/Informe\\_Horizon\\_2013\\_K12\\_INTEF\\_julio\\_2013.pdf](http://blog.educalab.es/intef/wp-content/uploads/sites/4/2013/06/Informe_Horizon_2013_K12_INTEF_julio_2013.pdf)
- INTEF (2013) *Encuesta Europea a centros escolares: las TIC en educación*. Recuperado de [http://blog.educalab.es/intef/wp-content/uploads/sites/4/2013/04/Encuesta\\_Europea\\_a\\_centros\\_escolares\\_TIC\\_en\\_Educacion\\_INTEF\\_abril\\_2013.pdf](http://blog.educalab.es/intef/wp-content/uploads/sites/4/2013/04/Encuesta_Europea_a_centros_escolares_TIC_en_Educacion_INTEF_abril_2013.pdf)
- JOHNSON, L.; LEVINE, A. Y SMITH, R. (2009). *Horizon Report 2009*. Texas: The New Media Consortium.
- JOHNSON, L. F.; LEVINE, A.; SMITH, R. Y STONE, S. (2010). *Horizon Report 2010*. edition. Texas: The New Media Consortium.
- JOHNSON, L.; SMITH, R.; WILLIS, H.; LEVINE, A. Y HAYWOOD, K. (2011). *The 2011 Horizon Report*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- JORDÀ, S., HUNTER, S.E., CONESA, P.P., GALLARDO, D., LEITHINGER, D., KAUFMAN, H., JULIÀ, C.F. y KALTENBRUNNER, M. (2010). *Development strategies for tangible interaction on horizontal*

- surfaces*. Proceedings of the fourth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction (pp. 369-372). ACM: New York. Recuperado de <http://doi.acm.org/10.1145/1709886.1709977>
- JUAN, C.; BEATRICE, F. Y CANO, J. (2008). *An Augmented Reality System for Learning the Interior of the Human Body*. IEEE Computer Society Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, (p. 186-189).
- KALAWSKY, R. S.; HILL, K.; STEDMON, A.W.; COOK, C. A. y YOUNG, A. (2000). Experimental research into human cognitive. Processing in an augmented reality environment for embedded training systems. *Virtual Reality*, 5 (3), 9-46.
- KAMARAINEN, A. M.; METCALF, S.; GROTZER, T.; BROWNE, A.; MAZZUCA, D.; TUTWILER, M. S. Y DEDE, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probe ware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.
- KAUFMANN, H. (2004). *Geometry Education with Augmented Reality*. Vienna University of Technology.
- KAUFMANN, H. Y SCHMALSTIEG, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27 (3), 339-345.
- KERAWALLA, L.; LUCKIN, R.; SELJEFLLOT, S. Y WOOLARD, A. (2006). Making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10 (3-4), 163-174.
- KHALED, R., BARR, P., JOHNSTON, H. y BIDDLE, R. (2009). *Let's clean up this mess: exploring multi-touch collaborative play*. Proceedings of the 27th international conference extended abstracts on Human factors in computing systems (pp. 4441-4446). ACM: New York. Recuperado de <http://doi.acm.org/10.1145/1520340.1520680>
- KIM, P., SUH, E. y SONG, D. (2015). Development of a design-based learning curriculum through design-based research for a technology-enabled science classroom. *Educational Technology Research and Development*, 63 (4), 575-602.
- KLOPFER, E.; PERRY, J.; SQUIRE, K. Y MING-FONG, J. (2005). Collaborative Learning through Augmented Reality Role Playing. *International Society of the Learning Sciences*, 311-316.
- KLOPFER, E. Y SQUIRE, K. (2007). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations *Educational Technology Research and Development*, 56 (2), 203 -228.
- LACASA, P. (2011). *Los videojuegos. Aprender en mundos reales y virtuales*. Madrid: Morata.
- LAMPE, M. Y HINSKE, S. (2007). *Integrating interactive learning experiences into augmented toy environments*. Pervasive Learning Workshop at the Pervasive Conference, May.
- LEGO EDUCACIÓN. (2008). *Fundamentación pedagógica: Proyecto Lego Zoom Argentina*. Recuperado de <http://www.legoeducation.com.ar/home/fundamentacion.pdf>
- LEPI, K. (2013). *Why Should You Try Game-Based Learning?* Recuperado de <http://www.edudemic.com/game-based-learning-infographic/>
- LESTER, J. C., SPIRES, H. A., NIETFELD, J. L., MINOGUE, J., MOTT, B. W., Y LOBENE, E. V. (2014). Designing Game-based Learning Environments for Elementary Science Education: A Narrative-Centered Learning Perspective. *Information Sciences*, 264, 4-18.
- LIN, T.; DUH, H.B.; LI, N.; WANG, H. Y TSAI, C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314 -321.
- LUCKIN, R.; PLOWMAN, L.; LAURILLARD, D.; STRATFOLD, M.; TAYLOR, J. Y CORBEN, S. (2001). Narrative evolution: learning from students' talk about species variation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12, 100-123.
- MARCHESI, A. y MARTÍN, E. (eds.). (2003) *Tecnología y aprendizaje. Investigación sobre el impacto del ordenador en el aula*. Madrid: Editorial SM. Recuperado de <http://www.librosvivos.org/piloto/>

- MARÉS, L. (2012). *Tablets en Educación. Oportunidades y desafíos en política uno a uno*. Red Latinoamericana de Portales Educativos. Recuperado de <http://www.relpe.org/tablets-en-educacion-oportunidades-y-desafios-en-politicas-uno-a-uno/>
- MARQUÉS, P. (2005). *Investigación: pizarra digital interactiva Smart*. Recuperado de <http://www.peremarques.net/pdigital/es/docs/smartinvestiga4.doc>
- MARQUÉS, P. (2008). *¿Qué aportan las pizarras digitales a las aulas de clase?*. Recuperado de <http://www.peremarques.net/exito.htm>
- MARTÍN, S.; DIAZ, G.; SANCRISTOBAL, E.; GIL, R.; CASTRO, M. Y PEIRE, J. (2009). *Supporting m-learning: The location challenge*. IADIS Mobile Learning Conference.
- MARTÍNEZ, A. A. V., Y GÓMEZ, B. O. C. (2015). Evolución y análisis de una experiencia de utilización de videoconferencia de sala y de escritorio. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, 47, 59-71.
- MARULCU, I., Y BARNETT, M. (2013). Fifth graders' learning about simple machines through engineering design-based instruction using LEGO™ materials. *Research in Science Education*, 43 (5), 1825–1850.
- MATT DUNLEAVY, C. D. Y MITCHELL, R. (2012). Affordances and Limitations of Immersive Participatory. *Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning*, 18 (1), 7-22.
- MÉNDEZ, Z. (1995). *Aprendizaje y cognición*. San José (Costa Rica): EUNED.
- MERRILL, M.D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50 (3), 43-59.
- MERRILL, M.D. (2007). A Task-Centered Instructional Strategy. *Journal of Research on Technology in Education*, 40 (1), 33-50.
- MILGRAM, P.; TAKEMURA, H.; UTSUMI, A. Y KISHINO, F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351, 11.
- MILLÁN, T. (2003). Nuevas formas de ver el mundo: de la televisión analógica a la digital. *Comunicar*, 21, 147-151.
- MONTERO, E., RUIZ, M. y DÍAZ, B. (2010). *Aprendiendo con videojuegos*. Madrid: Narcea.
- MORALEJO, L., SANZ, C. V., PESADO, P. y BALDASSARRI, S. (2014). Avances en el diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en realidad aumentada. *Libro de actas TE & ET*. Recuperado de <http://www.teyet2014.undec.edu.ar/Libro-de-ActasTEYET2014.pdf>
- MORALES, E. (2009). El uso de los videojuegos como recurso de aprendizaje en educación primaria y Teoría de la Comunicación, *Diálogos de la comunicación*, 78, 1-12. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3719704>
- MUÑOZ, J.J. y PEDRERO, L.M. (1994). *Efectos negativos de la televisión entre la población infantil*. Salamanca: UPS/CSS.
- NACENTA, M.A., PINELLE, D. STUCHEL, D. Y GUTWIN, C. (2007). *The effects of interaction technique on coordination in tabletop groupware*. Proceedings of Graphics Interface 2007 (pp. 191-198). Montreal, Canada: ACM. Recuperado de <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=1268517.1268550>.
- NÜRNBERG, P. (2003). What is hypertext?. Proc. Hypertext, 220-221. Recuperado de <https://grandtextauto.soe.ucsc.edu/2004/05/18/what-hypertext-is/>
- OECD (2007). *Giving Knowledge for Free: The emergence of open educational resources*. Paris: OECD (Organization for Economic Co-operation and Development).
- ORTEGA, I. (2015). El ebook y el aprendizaje ubicuo En E. Vázquez-Cano y M.L. Sevillano (Eds.) *Dispositivos digitales móviles en Educación. El aprendizaje ubicuo* (pp. 123-134). Madrid: Narcea.
- PALAZIO, J. (2006). ¿Qué es el proyecto Eduvlogs? Recuperado de <http://eduvlogs.blogspot.com.es/2006/11/qu-es-el-proyecto-eduvlogs.html>

- PAPAGIANNAKIS, G.; SINGH, G. Y MAGNENAT-THALMANN, N. (2008). A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 19 (1), 3 -22.
- PAPERT, S. (1981). *Desafío a la mente. Computadoras y educación*. Buenos Aires: Ediciones Galápago
- PAPERT, S. (1995). *La máquina de los niños. Replantearse la educación en la era de los ordenadores*. Barcelona: Paidós.
- PASCUAL, M.A. Y FOMBONA, J. (2015) Posibilidades del uso del Smartphone en y para la educación. En E. Vázquez-Cano y M.L. Sevillano (Eds.) *Dispositivos digitales móviles en Educación. El aprendizaje ubicuo* (pp. 67-84). Madrid: Narcea.
- PASCUAL, M.A. y ORTEGA, J.A. (2007) Videojuegos y Educación. En J.A. Ortega y A. Chacón (coord.) *Nuevas tecnologías para la educación en la era digital*. Madrid: Pirámide.
- PELLICER, P.B. (2014). Utilización didáctica del cine en matemáticas. *Enseñanza & Teaching*, 32 (2), 123-145.
- PEMBERTON, L. Y WINTER, M. (2009). Collaborative Augmented Reality in Schools. *The International Society of the Learning Sciences*, 2, 109-111.
- PETIT, M. F. Y SOLBES, J. (2015). El cine de ciencia ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (I). Propuesta didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (2), 311-327.
- PINDADO, J. (2005). Las posibilidades educativas de los videojuegos. Una revisión de los estudios más significativos. *Pixel-bit. Revista de Medios y Educación*, 26, 55-67.
- PITTÍ, K., CURTO, B. Y MORENO, V.: (2010). Experiencias constructoras con robótica educativa en el centro internacional de tecnologías avanzadas. *Revista Electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11 (1), 310-329.
- PRENDES, M.P. y CASTAÑEDA, L.J. (2007). Aspectos pedagógicos de la videoconferencia. En J. Cabero, F. Martínez. y M.P. Prendes (Coord.). *Profesor ¿est@mos en el ciberesp@cio?*. Barcelona: Davinci.
- RANCHHOD, A.; GURĀU, C.; LOUKIS, E.; y TRIVEDI, R. (2013). Evaluating the educational effectiveness of simulation games: A value generation model. *Information Sciences*. 264, 75-90. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2013.09.008>
- REINA, M. Y REINA, S. (2014). Los robots: iniciación a la robótica y los lenguajes de programación. *Entera2.0. Revista digital de la Asociación Espiral, Educación y Tecnología*, 1, 31-45. Recuperado de <http://ciberespiral.org/index.php/es/n-2-entera2-0>
- REVUELTA, F. I. y ESNAOLA, G. A. (Coord.) (2013). *Videojuegos en redes sociales: Perspectivas del edutainment y la pedagogía lúdica en el aula*. Barcelona: Laertes
- REVUELTA, F. I. y GUERRA, J. (2012). ¿Qué aprendo con videojuegos? Una perspectiva de meta-aprendizaje del videojugador. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 33. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/33/revuelta.pdf>
- RODRÍGUEZ, S. (2009). *Informática ubicua y aprendizaje ubicuo*. Observatorio tecnológico, Ministerio de Educación. Recuperado de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/fr/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/910-monografico-informatica-ubicua-y-aprendizaje-ubicuo?start=4>
- ROGERS, Y. Y LINDLEY, S. (2004) Collaborating around Large Interactive Displays: Which Way is Best to Meet? *Interacting with Computers*, 16 (6), 1133-1152.
- ROGERS, Y., LIM, Y.-K., & HAZLEWOOD, W.R. (2006) *Extending Tabletops to Support Flexible Collaborative Interactions*. 1st IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human-Computer Systems (pp. 71-78). IEEE Computer Society: Washington, DC.
- ROHAYA, D.; RAMBLI, A.; MATCHA, W.; SULAIMAN, S. Y NAYAN, M. Y. (2012). Design and Development of an Interactive Augmented Reality Edutainment Storybook for Preschool IERI *Procedia*, 2, 802 - 807.

- ROLDÁN, D., MARTÍN, E., HAYA, P.A., GARCÍA-HERRANZ, M., SÁNCHEZ-ALONSO, A. Y BERDUD, M.L. (2013) Proyecto DEDOS: Actividades educativas interactivas orientadas a superficies multicontacto. *Entera2.0. Revista digital de la Asociación Espiral, Educación y Tecnología*, 1, 31-45. Recuperado de <http://ciberespiral.org/index.php/es/n-1-entera2-0>
- ROMÁN, P. y LLORENTE, M.C. (2007). El diseño de videos educativos: el video digital. En J. Cabero y R. Romero (Coord.) *Diseño y producción de TIC para la formación*. Barcelona: UOC.
- RUIZ-VELASCO, E. (2007). *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Buenos Aires: Editorial Díaz de Santos, S.A.
- SAEZ-LOPEZ, J. M., Y RUIZ-GALLARDO, J. R. (2014). La enseñanza de las Ciencias Naturales y Sociales a través de la videoconferencia interactiva. Estudio de caso en Educación Primaria. *Píxel-Bit, Revista de medios y educación*, 44, 35-49.
- SALINAS, J. y URBINA, S. (2007). Bases para el diseño, la producción y la evaluación de procesos de Enseñanza-Aprendizaje mediante nuevas tecnologías. En J. Cabero (coord.) *Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación* (pp. 41-62). Madrid: McGraw Hill.
- SÁNCHEZ, P., ALFAGEME, M. y SERRANO, F. (2010). Aspectos Sociales de los videojuegos, *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología educativa*, 9 (1), 43-52
- SANCHO, J. M. y HERNÁNDEZ, F. (Coord.) (2006) *Tecnologías para transformar a educação*. Porto Alegre (Brasil): Artmed.
- SANTOS, I. M. Y ALI, N. (2011). Exploring the uses of mobile phones to support informal learning. *Education and Information Technologies*, 17 (2), 187 -203.
- SARTORI, R. B. (2014). Apuntes desde la semiótica: hacia una antropófaga comunicación intercultural. *Significação: Revista de Cultura Audiovisual*, 32 (23), 195-209.
- SCHACTER, J. (1999). *The impact of educational technology on student achievement. What the most current research has to say*. Recuperado de [http://bookert-dev.ito.lacoe.edu/funding\\_coordination/docs/impact\\_of\\_et.pdf](http://bookert-dev.ito.lacoe.edu/funding_coordination/docs/impact_of_et.pdf)
- SEVILLANO, M.L. (2015). El contexto socioeducativo de la ubicuidad y movilidad. En E. Vázquez-Cano y M.L. Sevillano (Eds.) *Dispositivos digitales móviles en Educación. El aprendizaje ubicuo* (pp. 17-38). Madrid: Narcea.
- SHAER, O., KOL, G., STRAIT, M., FAN, C., GREVET, C., ELFENBEIN S. (2010) *G-nome surfer: a tabletop interface for collaborative exploration of genomic data*. 28th International conference on Human factors in computing systems (pp. 1427-1436). Atlanta, USA: ACM.
- SHELTON, B. E. Y HEDLEY, N. R. (2002). *Using augmented reality for teaching Earth-Sun relationships to undergraduate geography students*. Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop, (8).
- SHEN, J., JING, L., CHANG, H., & NAMDAR, B. (2014). Technology-enhanced, modeling-based instruction (TMBI) in science education. En J. M. Spector, M. D., Merrill, J. Elen, y M. J., Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communication and technology* (4th ed., Chap. 46). New York: Springer
- SODUPE, E.A. (2014). Breve historia y largo futuro del eBook. *Historia y Comunicación social*, 18, 15-26.
- SOLANO, I. M., SÁNCHEZ, M., Y RECIO, S. (2015). El vídeo en Educación infantil: Una experiencia colaborativa entre Infantil y Universidad para la alfabetización digital. *RELAdEI. Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 4 (2), 181-201.
- STEWART SMITH, H. (2012). *Education with Augmented Reality: AR textbooks released in Japan* (video) | ZDNet.
- TANG, A., TORY, M., PO, B., NEUMANN, P. y CARPENDALE, S. (2006). *Collaborative coupling over tabletop displays*. Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems (pp. 1181-1190). ACM: New York. Recuperado de <http://doi.acm.org/10.1145/1124772.1124950>

- TEJEDOR, F.J. (Coord.) (2010). *Evaluación de procesos de innovación escolar basados en el uso de las TIC desarrollados en la Comunidad de Castilla y León*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- TEJEIRO, R., y PELEGRINA, M. (2003). *Los Videojuegos, que son y como nos afectan*. Barcelona: Ariel.
- TEJEIRO, R., PELEGRINA, M. y GÓMEZ, J. (2009). Efectos Psicosociales de los videojuegos. *Comunicación*, 7, 235-250
- TOBÍAS-MARTÍNEZ, M. Á., DUARTE-FREITAS, M. D. C. y KEMCZINSKI, A. (2015). Un repositorio digital de contenido fílmico como recurso didáctico. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 22 (44), 63-71.
- TOLEDO, P. y HERVÁS, C. (Coord.) (2009). *El software libre en los contextos educativos*. Sevilla: Eduforma.
- TRILLO, M.P. (2015). Principios pedagógicos del aprendizaje ubicuo. En E. Vázquez-Cano y M.L. Sevillano (Eds.) *Dispositivos digitales móviles en Educación. El aprendizaje ubicuo* (pp. 39-48). Madrid: Narcea.
- UNESCO (2013). *Directrices para las políticas de aprendizaje móvil*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. París: Francia.
- VIRVOU, M. Y ALEPIS, E. (2005). Mobile educational features in authoring tools for personalised tutoring. *Computers & Education*, 44 (1), 53-68.
- WAN, T. (2013). *What Research Says About Game-Based Learning?* Recuperado de <https://www.edsurge.com/n/2013-08-19-a-meta-analyses-on-the-research-behind-game-based-learning>
- WARDROP-FRUIIN, N. (2004). What hypertext is. Recuperado de <http://www.hyperfiction.org/texts/whatHypertextIs.pdf>
- WOJCIECHOWSKI, R. Y CELLARY, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585.
- WU, H.; LEE, S.W.; CHANG, H. Y LIANG, J. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, (41 -49).
- YING, L. (2010). *Augmented Reality for remote education*. 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering, 3 (3), 187-191.