

ARTÍCULO DE REVISIÓN
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

¿Cómo diseñar materiales multimedia en educación primaria?

How to design multimedia materials in primary education?

Navarro Martínez, Óscar ^I; Lacruz Alcocer, Miguel ^{II}; Molina Díaz, Ana Isabel ^{III};
Ortega Cantero, Manuel ^{IV}

^I. oscar.navarro@uclm.es. Departamento de Pedagogía, Facultad de Educación, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España

^{II}. miguel.lacruz@uclm.es. Departamento de Pedagogía, Facultad de Educación, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España

^{III}. anaisabel.molina@uclm.es. Departamento de Tecnologías y Sistemas de la Información, Escuela Superior de Informática de Ciudad Real, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España

^{IV}. manuel.ortega@uclm.es. Departamento de Tecnologías y Sistemas de la Información, Escuela Superior de Informática de Ciudad Real, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España

Recibido: 20/02/2019

Aprobado: 22/04/2019

Como citar en normas APA el artículo:

Navarro Martínez, O., Lacruz Alcocer, M., Molina Díaz, A. I., & Ortega Cantero, M. (2019). ¿Cómo diseñar materiales multimedia en educación primaria? *Uniandes Episteme*, 6(3), 464-483.

RESUMEN

Las Tecnologías de Información y Comunicación están cada vez más presentes en el ámbito didáctico y se considera necesario establecer cómo se deben elaborar los materiales educativos multimedia que se adecúen lo más posible al alumnado de educación primaria. En un primer momento se realiza una revisión de las principales directrices de usabilidad, así como los principios que favorecen el aprendizaje con este tipo de materiales. Posteriormente, a partir de las aportaciones de varios autores, se concretan las pautas más adecuadas para diseñar materiales multimedia con alumnos de educación primaria. Para la obtención de estas conclusiones se han tenido en cuenta estudios recientes que han utilizado la técnica de *eye tracking*, la cual permite obtener datos objetivos sobre cómo se realiza el proceso de observación y comprensión de este

tipo de materiales. De esta forma se concluye que si se utilizan las pautas adecuadas se favorecerá en aprendizaje del alumnado.

PALABRAS CLAVE: Pautas de diseño; materiales multimedia; educación primaria; usabilidad.

ABSTRACT

Information and Communication Technology is increasingly present in educational field and it is considered necessary to establish how the multimedia educational materials that re suit as far as possible to the Primary Education students should be developed. First of all, a revision of the main guidelines of usability is carried out, as well as principles that promote learning with this type of material. Further on, from the contributions made by different authors, appropriate guidelines for multimedia materials design are related for this educational stage. Recent studies about eye tracking technique have been taken into account to obtain these conclusions. This technique allows obtaining objective data about observation process and understanding of this type of material. In this way it is concluded that if the appropriate guidelines are used, it will be favoured in student learning.

KEYWORDS: Guidelines; multimedia materials; primary education; usability.

INTRODUCCIÓN

El empleo de la tecnología es incuestionable en la sociedad actual en general, y en el ámbito educativo en particular (Tabares & Correa, 2014). Desde hace ya muchos años la ampliación de distintos escenarios educativos sitúa a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) como entornos de enseñanza y aprendizaje muy recomendables y cada vez más imprescindibles (Cabero, Barroso, Llorente, & Yanes, 2016). El uso del ordenador y los recursos multimedia tienen un gran potencial para el aprendizaje, aportando beneficios y mejoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los alumnos (Alons, González, & Muñoz, 2016).

Se pretende hacer una revisión y recopilación de las principales recomendaciones o directrices para la elaboración de materiales educativos multimedia. Primero se repasan unas pautas generales de diseño que posteriormente se concretan para niños de educación primaria. Para las recomendaciones finales se han tenido en cuenta varias investigaciones realizadas con la técnica de seguimiento ocular (*eye tracking*), la cual permite conocer en tiempo real el comportamiento visual de los participantes. Con esta técnica se puede evaluar de forma objetiva las preferencias, en este caso de niños las

primeras etapas educativas, ante la presentación de distintas configuraciones de materiales multimedia.

Muchos autores han realizado aportaciones y propuesto directrices para realizar un buen diseño de elementos interactivos y multimedia. Pero al comparar distintas aportaciones, sus directrices muestran similitudes. Las reglas de diseño que se proponen están basadas, en la psicología humana en su mayoría, ámbito en el cual autores como Paivio o Mayer han tenido experiencia. Nuestra percepción no es una representación exacta de la realidad, y las expectativas están sesgadas por tres factores: pasado (nuestra experiencia), presente (contexto actual) y futuro (nuestros objetivos). Al diseñar se tendrán en cuenta algunas directrices básicas como son: evitar la ambigüedad, potenciar la consistencia y comprender los objetivos de los usuarios (Johnson, 2010). En el proceso de diseño se fomentará la interacción entre participantes e integrar los distintos puntos de vista, tanto del profesor como del alumno, favoreciendo así la integración del proceso y la elaboración de materiales más inclusivos (Baños, Lezcano, & Casado, 2018).

Cuando se diseñan materiales educativos multimedia válidos y útiles para la actividad pedagógica, es prioritario que dichos recursos presenten una buena usabilidad (Videla, Sanjuán, Martínez, & Seoane, 2017). Para la correcta comprensión del presente trabajo, se considera necesario comenzar definiendo el término *usabilidad*, su evolución y las distintas definiciones existentes sobre el mismo. A continuación, se comentarán los principios y pautas que favorecen el diseño y la elaboración de recursos multimedia. Por último, se concretarán las recomendaciones para desarrollar estos materiales en la práctica educativa de la educación primaria.

1. USABILIDAD Y DISEÑO DE SISTEMAS INTERACTIVOS MULTIMEDIA

Existe mucha controversia sobre el origen de este término, cuya procedencia se encuentra en el ámbito de la psicología. El término usabilidad no existe como tal en castellano, pues es el resultado de la traducción del término anglosajón *usability*. Varios autores han hecho referencia a este término como “facilidad de uso”. Parece ser que tiene su origen en la expresión *user friendly*. *Usability* y *usefulness* tienen su correspondencia en castellano como uso, funcional, funcionalidad, utilidad y utilizable. Hace referencia tanto a la metodología de diseño y evaluación, como a su uso a modo de atributo de calidad de un producto. De este modo, y relacionado con este concepto, han surgido otros como son la Ingeniería de la Usabilidad (*Usability Engineering*) y el Diseño Centrado en el Usuario (*User Centered Design*) (Mat, Jaafar, & Abdul, 2015; Ritter, Baxter, & Churchill, 2014).

Muchos autores han definido este concepto, buscando la necesidad de garantizar el correcto y efectivo diseño de materiales de aprendizaje multimedia considerados de calidad. Bennett (1979) fue el primero que utilizó el término de *usabilidad*, para hacer referencia a la efectividad del desempeño humano. Posteriormente Shackel y Richardson (1991) la definen como “la capacidad de los objetos para ser utilizados por humanos de una manera fácil y efectiva, donde fácil hace referencia un nivel concreto de satisfacción subjetiva, y efectiva a un nivel concreto de desempeño humano“. Al definir la usabilidad, se alude al conjunto de atributos o factores que determinan que un objeto (o *software*) se puede utilizar de modo sencillo. Para que un sistema cualquiera se pueda considerar como tal, debe lograrse un equilibrio entre su eficacia, facilidad de aprendizaje, flexibilidad y actitud. Nielsen (1993) propone varios componentes que definen la usabilidad: Facilidad de aprendizaje, Eficiencia, Reconocimiento frente al recuerdo, Satisfacción y Prevención y corrección de errores.

Al diseñar materiales educativos multimedia es prioritario que posean una buena usabilidad. Según la *International Standard Organization* (ISO), la “Usabilidad es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico” (*ISO 9241-11*, 1998). La relación entre los usuarios y los productos de *software* interactivo (de cuyo diseño se encarga la Interacción Persona-Ordenador) se centra principalmente en dar un buen soporte a la *usabilidad* y *utilidad* de dichos productos. Se busca la *efectividad* (exactitud e integridad de la consecución de los objetivos de una tarea predefinida) y la *eficiencia* (minimizar sus costos en términos de esfuerzo y tiempo) (Palomo, 2016).

La usabilidad es una característica requerida en la elaboración de materiales multimedia, siendo muy útil para fomentar la satisfacción del usuario en general (Barroso & Cabero, 2016). Pero aunque un material multimedia debe favorecer la satisfacción del usuario, pero desde el punto de vista didáctico es importante que se validen las distintas configuraciones para seleccionar aquellas que permiten aprender de forma efectiva y con menos recursos (cognitivos y de tiempo).

En definitiva, el objetivo final de la usabilidad es dotar al *software* de una interfaz con un adecuado diseño, de fácil y rápida comprensión, manejo fluido y que incluya instrucciones directas y concisas. Además el diseño debe ser profundo (*deep design*), evitando la superficialidad, reflejando las necesidades del usuario y mejorando la estructura de la arquitectura de la información (Nielsen, 1993).

A la hora de presentar unas pautas de usabilidad, en función del enfoque de cada autor surgen multitud de posibilidades. La mejor forma de realizar un diseño usable es enfocando la atención y diseñando para y por el usuario, frente a diseños que se centran en la tecnología o en la creatividad u originalidad del propio diseñador (Navarro, 2016).

En función de las características del contexto de uso, variará la elección de las pautas de diseño más adecuadas, no existiendo una regla de aplicación general (González, 2015). A la hora de elaborar materiales multimedia no hay que preocuparse únicamente de que la interfaz esté estructurada bajo un orden lógico, sino que contenga un diseño visual atractivo capaz de mostrar una adecuada jerarquización del contenido (Dorado & Gewec, 2017).

Nielsen (1993) fue el primer experto en el área de la Interacción Persona-Ordenador que propuso directrices de usabilidad, para lo cual estableció diez situaciones en las cuáles hay que prestar una especial atención:

1. Visibilidad del estado del sistema;
2. Utilizar el lenguaje de los usuarios;
3. Control y libertad para el usuario;
4. Consistencia y estándares;
5. Prevención de errores;
6. Minimizar la carga de la memoria del usuario;
7. Flexibilidad y eficiencia de uso;
8. Diálogos estéticos y diseño minimalista;
9. Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores que puedan aparecer;
10. Ayuda y documentación.

Otros autores han propuesto unas pautas de usabilidad claras y concretas. Shneiderman (2010) aporta ocho reglas “de oro” de la usabilidad: Esforzarse por conseguir consistencia; Atender a la usabilidad universal, creando atajos para usuarios habituales; Ofrecer retroalimentación informativa; Diseñar diálogos para mostrar el trabajo pendiente; Prevenir errores; Permitir deshacer acciones de forma fácil; Proporcionar control al usuario; Reducir la necesidad de memorización por parte del usuario.

Johnson (2008) recoge las aportaciones de varios autores y establece una serie de principios muy detallados: Centrarse en los usuarios y sus tareas, no en la tecnología; Considerar primero la función y luego la presentación; Ajustarse al punto de vista del usuario respecto a la tarea; Diseño para el caso de uso frecuente; No complicar la tarea de los usuarios; Facilitar el aprendizaje; Proporcionar información, no sólo datos; Diseño para facilitar la respuesta; Probarlo con los usuarios y después corregirlo.

En definitiva, se debe facilitar la construcción de un entorno amigable para que se produzca una interacción efectiva con los contenidos. Se unificarán diferentes aspectos como el tipo de letra, fondos, colores, tamaño de la letra, *banners*, mapas de imágenes, botones, ilustraciones, resolución de los gráficos y animaciones (Sevillano, González, Vázquez, & Rey, 2016).

2. PRINCIPIOS DE APRENDIZAJE MULTIMEDIA

Todas las directrices comentadas anteriormente deben ser tenidas en cuenta al diseñar elementos multimedia. En función del formato de presentación de información verbal o imágenes se puede favorecer la asimilación de contenidos o, por el contrario, añadir una carga cognitiva innecesaria.

El proceso de integración de las imágenes e información verbal se puede explicar a partir de la teoría de la *Codificación Dual* de Paivio (o de la *doble codificación*). Analiza la evolución de la mente y los procesos de cognición verbales y no verbales (Figura 1). La lengua no interviene únicamente en el plano verbal, sino que adquiere un valor singular que permite identificar y representar simbólicamente otras realidades de tipo no verbales. Por tanto, aparecen dos subsistemas en el sistema cognitivo, bien diferenciados por la capacidad de percibir y representar imágenes y representaciones verbales a partir de lo que el autor denomina *logógenes*. El subsistema visual codifica la información mediante formas e imágenes y el verbal lo hace a través de ideas lógicas, para posteriormente establecer conexiones referenciales o de conceptos. Esta teoría se ha considerado dentro del ámbito del diseño multimedia como una base sólida en la construcción de contenidos que transmiten información de tipo visual y verbal (Paivio, 1990).

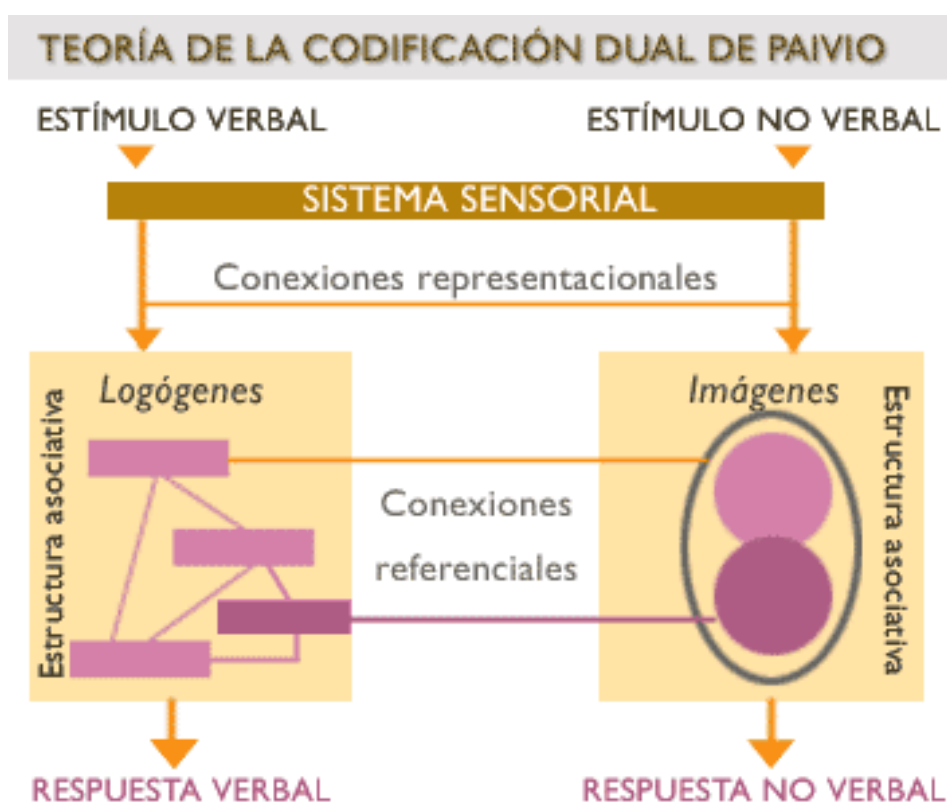


Figura 1. Teoría de la Codificación Dual.

Fuente: (Paivio, 1990)

A partir de este modelo, Mayer (2005) establece un prototipo sobre el aprendizaje multimedia más complejo (Figura 2), integrando la información verbal y no verbal, junto con los conocimientos previos del individuo. El aprendizaje multimedia ocurre cuando los estudiantes construyen representaciones mentales a partir de palabras e imágenes. El aprendizaje multimedia tiene un gran potencial, el uso combinado e integrado de imágenes y texto favorece el aprendizaje significativo.

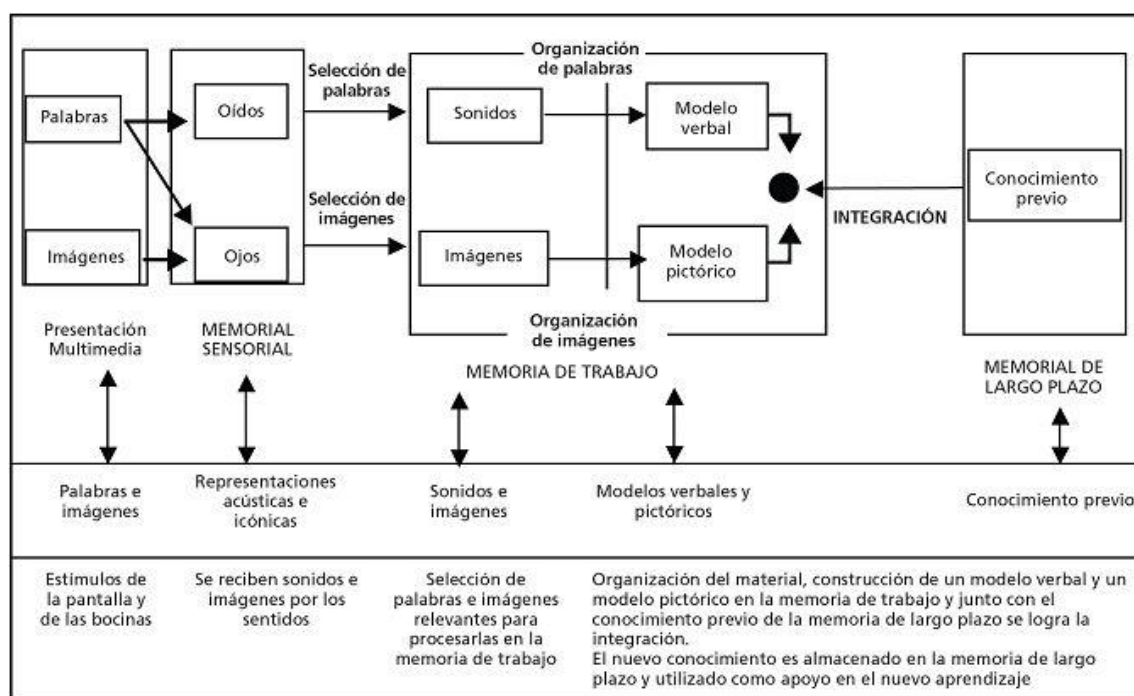


Figura 2. Modelo de Aprendizaje Multimedia.

Fuente: (Mayer, 2005)

El alumno que se enfrenta a este tipo de contenidos debe seleccionar los aspectos relevantes de las imágenes recibidas para su posterior procesamiento. El siguiente paso será construir una representación mental coherente del material verbal y visual. Este proceso se denomina *organización*. Un tercer paso es la construcción de conexiones entre los modelos verbales, pictóricos y el conocimiento de procesos anteriores. A este proceso de creación de conexiones Mayer lo denomina *integración*. Los procesos de selección, organización e integración generalmente no se producen en un orden lineal rígido, sino más bien de forma iterativa. De acuerdo con la *teoría cognitiva del aprendizaje multimedia*, el aprendizaje significativo depende de estos tres procesos, que tienen lugar durante la percepción, asimilación y retención de representaciones visuales y verbales. Como resultado a sus investigaciones Mayer establece unos principios de aprendizaje multimedia que se enuncian a continuación (Mayer, 2005) (Tabla 1):

Tabla 1. Principios de aprendizaje multimedia.

Principio	“Los alumnos aprenden mejor...”
Coherencia	“...si textos, imágenes y sonidos superfluos se excluyen”
Señalización	“...si se añaden señales que resaltan la organización del material más relevante”
Redundancia	“...a partir de gráficos y narración, que de gráficos, narración y texto en pantalla”
Contigüidad Espacial	“...si palabras e imágenes relacionadas se presentan cerca en la pantalla”
Contigüidad Temporal	“...si texto e imágenes relacionados se presentan simultáneamente, no sucesivamente”
Segmentación	“...si la información multimedia se presenta en segmentos al ritmo del usuario”
Preentrenamiento	“...a partir de información multimedia cuando conocen los nombres y características de los conceptos principales”
Modalidad	“...a partir de gráficos y narraciones en vez de animación y texto en la pantalla”
Multimedia	“...a partir de texto e imágenes que de palabras únicamente”
Personalización	“...cuando el texto está en estilo coloquial en lugar de estilo formal”
Principio de Voz	“...cuando información multimedia se narra con voz humana en vez de artificial”
Principio de Imagen	“...no necesariamente a partir de información multimedia cuando se añade una imagen del interlocutor en la pantalla”

Fuente: Adaptado de Mayer (2005).

3. PAUTAS DE DISEÑO DE MATERIALES MULTIMEDIA

Teniendo en cuenta todos estos principios de diseño que favorecen el aprendizaje de los alumnos, se pueden establecer unas pautas concretas en función de la utilización de distintos formatos. A continuación se especifican unas directrices a la hora de elaborar o utilizar textos, imágenes o color en materiales y recursos de naturaleza multimedia.

3.1. Textos

El lenguaje hablado es una capacidad humana natural, no así la lectura. El objetivo de un diseñador debe ser apoyar, favorecer y no interrumpir la lectura, garantizando además que el texto que se presente resulte legible, fácil de explorar y leer (Johnson, 2010). Al

comienzo de la comunicación, se comenzará con la información más relevante, antes que el cansancio aparezca en el lector (Crozat, Trigano y Hu, 1999), aportando poca información y muy concreta (Donmez & Cagiltay, 2019).

El uso del texto en aplicaciones multimedia debe estar caracterizado por la brevedad, con pocas palabras, evitando las que sean innecesarias o redundantes (Alpiste, Brigos y Monguet, 1993). Los textos deben ser tan precisos como sea posible, con la información relevante. A veces son necesarias grandes cantidades de texto y se proporcionará primero uno más breve, que tenga continuidad mediante algún enlace a una descripción mayor (Egea, 2007). La reducción de textos produce una especialización del vocabulario, aportando un lenguaje sencillo, simplificado, y en muchos casos más coherente (Johnson, 2010). Algunos autores incluso proponen la cantidad exacta de palabras y caracteres que deberían tener estos textos, con menos de veinticinco líneas de cincuenta caracteres como máximo y oraciones de menos de quince palabras (Crozat y otros, 1999).

El formato de presentación de los párrafos también puede transmitir un determinado mensaje. Si se justifica a ambos márgenes, se percibe la información como más formal. La justificación a la izquierda facilita la lectura, mientras que se recomienda la justificación a la derecha en el caso de contenidos informales o títulos (Alpiste y otros, 1993). Una alineación a la izquierda busca una mejor legibilidad y el formato justificado una mayor uniformidad. No se recomienda la justificación a derecha o centro. La información más relevante de la página debería situarse en la esquina superior izquierda, mientras que la información menos importante debería localizarse en la esquina inferior derecha (Crozat y otros, 1999).

Es indispensable que el texto sea legible y se visualice perfectamente. El fondo sobre el que se inserta, el estilo y el tamaño, deben permitir que se destaquen algunas palabras, y así diferenciar los títulos y subtítulos del resto del texto. Se debe emplear un formato con una jerarquía visual que facilite la exploración, ya sea mediante el uso de encabezados, listas con viñetas, tablas o palabras enfatizadas (Johnson, 2010). La letra será tan grande como sea posible, usar letras de bloque simple y utilizar un buen color de contraste entre texto y fondo (Egea, 2007). Respecto a ésta última, cuando el texto es pequeño, es esencial que exista un mayor contraste con el color de fondo (Ware, 2008). Dicho fondo debe ser brillante y el texto oscuro, aconsejando el uso de texto negro sobre fondo verde y azul sobre fondo blanco. También se recomienda usar pocas fuentes y estilos de letra (negrita para títulos y cursiva para palabras especiales). Además, los caracteres deben tener un tamaño proporcional a la importancia que tengan en el mensaje (Crozat y otros). Los usuarios ponen más atención visual en las zonas con texto con un determinado formato para atraer a los lectores (Tams, Thatcher, Grover, & Pak, 2015).

Es importante que la información llegue correctamente a la mayoría de potenciales lectores. Dada su heterogeneidad, el vocabulario debe ser simple y adaptado a los usuarios, evitando palabras largas, dudosas, inusuales o neologismos (Crozat y otros, 1999). En la misma línea, el lenguaje será limitado para garantizar la comprensión, evitando palabras complicadas o inadecuadas. Además, se prescindirá de vocablos sexistas o irrespetuosos con ideas, religiones, razas, clases sociales o creencias (Infante, 2003). Por último, se deben evitar los efectos disruptivos, como las fuentes difíciles de leer o pequeñas, los fondos estampados o el uso de texto centrado (Johnson, 2010).

Algunos de los problemas más comunes que pueden surgir son que un diseño de la información textual deficiente puede afectar la lectura, el vocabulario poco frecuente o poco conocido, manuscritos y tipografías complejos, fuentes de pequeño tamaño, texto sobre fondo distorsionado, información descartada por repetición, texto centrado, así como defectos que interrumpen la lectura. A la hora de utilizar números en el texto, una adecuada estructuración de los mismos mejora la capacidad de las personas para recordar cifras largas. Se favorecerá la memorización y percepción por parte del usuario si se separan los números de tres en tres o cuatro en cuatro, con espacios o guiones (Johnson, 2010).

Para finalizar este apartado, se expone como guía una relación de los puntos más importantes en la creación de textos, a partir de los principios de la Gestalt los patrones de diseño aplicables en la creación de actividades multimedia (Karpich, 2005):

- El texto y fondo deben hacer buen contraste.
- Se deberá hacer uso de letras y tipografías claras y bien formadas.
- Un buen espaciado entre letras favorece la legibilidad.
- El espacio entre palabras y líneas facilita la separación entre ellas.
- Los conceptos importantes serán resaltados y diferenciados por el color, fuentes y tamaño.
- Si se llama la atención del usuario con animaciones, debe ser por un período corto de tiempo.
- La información complementaria, explicativa o de ayuda, debe aparecer formando grupo con la información principal.

3.2. Imágenes y gráficos

El uso de imágenes o gráficos en la creación de materiales educativos multimedia tiene una gran repercusión, ya que puede mejorar la comprensión de determinados conceptos y lograr una mayor efectividad (Egea, 2007).

Los contenidos deben ser seleccionados cuidadosamente. Los trazos o dibujos, se presentarán con una línea definida aunque no gruesa, como la que emplean la mayoría de los dibujos animados. Los objetos serán realistas aunque los personajes conserven cierta ambigüedad, para así establecer equilibrio entre la realidad y la ficción (Infante, 2003).

La representación visual deberá ser simple, ir directamente a lo esencial y no ser ambigua. Los cuadros didácticos serán coherentes entre sí y el objeto de la comunicación claro e identificable (Crozat y otros, 1999).

Se puede hacer uso de imágenes (iconos) para dar acceso a funciones o elementos interactivos. En este caso, dichos componentes gráficos serán simples y fácilmente entendibles, y el concepto que transmitan debe ser bien entendido y familiar para el público. En ocasiones será necesario sacrificar aspectos artísticos en beneficio de la simplicidad (Egea, 2007).

En cuanto al tamaño y cantidad, los iconos deberán tener un tamaño considerable y se limitará su número en el caso de alumnos de niveles inferiores (primeros cursos de educación primaria). A medida que su uso vaya destinado a cursos superiores, el tamaño de los iconos podrá disminuir, así como el número (Infante, 2003). Las imágenes y los gráficos deben considerarse como parte del contenido a transmitir, y no como iconos con los que interactuar. En el diseño gráfico hay tres características que mejoran la comunicación en las presentaciones: el estilo visual debe mantenerse consistente, una buena calidad de elaboración y la utilización de gráficos y textos (“Una imagen dice más que mil palabras”) (Alpiste y otros, 1993).

Para finalizar este apartado, se expone una relación de los puntos más destacados relacionados con el uso de gráficos e imágenes, a partir de los principios de la Gestalt y los patrones de diseño aplicables en la creación de actividades multimedia (Karpich, 2005):

- Las ilustraciones no deben ser ambiguas.
- Los ítems o herramientas relacionados deben mostrarse juntos o agrupados.
- Las ilustraciones o animaciones, deben contener información escrita o de audio adicional.
- La utilización de animaciones debe ser guiada y orientada.

3.3. Color

El color es un componente esencial en el diseño de contenidos y presentaciones multimedia. Su uso debe caracterizarse por la simplicidad, equilibrio y armonía, permitiendo resaltar aquellos elementos hacia los que se quiera dirigir la atención del usuario. En general se puede hablar de colores fríos o calientes bien definidos como los

más adecuados en el diseño, frente a los tonos pastel (Infante, 2003), más aún si se elaboran materiales que van dirigidos a niños (Vidal, 2015).

Hay tres factores de presentación que pueden afectar a la capacidad del usuario para distinguir los colores entre sí. Cuanto más pálido (menos saturado) sea un color, será más difícil distinguirlo. Igualmente será más complicado distinguir dos colores cuando se presentan próximos en áreas de pequeño tamaño. Además, la distancia que existe entre las áreas coloreadas hará que sea más difícil distinguirlos cuando se muestren más separados. También se puede hablar de factores externos que influyen en la habilidad para distinguir colores, como la variación entre pantalla a color, la escala de grises, el ángulo de visualización o el ambiente de iluminación.

Según Johnson (2010) hay una serie de condicionantes de la percepción humana del color. La visión está optimizada para detectar contraste (bordes), no brillo absoluto. La capacidad para distinguir colores depende de la cantidad que se muestran. Algunas personas presentan daltonismo. Por último, la pantalla del usuario y las condiciones de visualización afectan la percepción del color.

Se pueden establecer unos principios generales a la hora de diferenciar las áreas que se observan mediante el uso de colores (Alpiste y otros, 1993):

- Significado de los colores. Dependiendo de cada cultura, los colores tienen distintos significados.
- Límites de los colores. Su uso se justifica cuando la aplicación está enriquecida con muchos elementos gráficos.
- El color es complementario. Se agrega de forma modesta, para resaltar puntos cruciales, dar advertencias y cuando existe un cambio.
- Los textos en negro sobre fondo blanco son más fáciles de leer.
- Las personas no pueden discriminar fácilmente pequeñas áreas de color.
- El color azul es más ilegible y menos sensibilizador del ojo. Se deben evitar sombras, líneas muy delgadas o textos en este color. El azul sería el color más adecuado si se incorporan objetos no necesariamente perceptibles, como una rejilla que está por debajo de un gráfico.

Cuando la imagen de la retina se transforma en señales de diferencia de color rojo-verde, amarillo-azul y negro-blanco, se produce lo que se denomina *luminosidad* o *contraste cromático simultáneo*. Cada parte de una imagen se evalúa con respecto a sus zonas contiguas en función de cuánto difiere en los canales. Como resultado, se puede usar con fiabilidad solamente un número muy limitado de colores. Si se usan más, los efectos de contraste harán que sean difíciles de distinguir. Los colores mencionados (rojo, verde, amarillo, azul, blanco y negro) son especiales, pues cada uno de ellos produce la señal

más extrema en un canal mientras es neutro con respecto a los otros. Por tanto, estos seis son los más distintivos y fáciles de identificar. El canal blanco-negro es capaz de facilitar un gran detalle. Su uso es válido para texto, en líneas y texturas finas. Igualmente es muy útil para mostrar la forma de superficies curvas a través de sombreado (Ware, 2008).

Para orientar la atención del usuario a una zona de nuestro interés, se puede hacer uso de colores llamativos, como el naranja, rojo y amarillo. Sin embargo, no se debe abusar de su uso, ya que pueden provocar cansancio y no desempeñar dicha función (Delgado, 2010).

También es importante conocer cómo contrastar el color con otros elementos. Se debe utilizar un tono oscuro si el color de fondo es más claro. Y evidentemente si el fondo es oscuro, el texto ha de ser claro (Egea, 2007). Si se presentan colores apagados en la periferia del campo visual, a menudo el usuario no lo percibirá (Johnson, 2010). Cuando se hace uso del color en una aplicación, hay que asegurarse que se mantenga un adecuado contraste y que no se pierda el significado que se pretende transmitir si se eliminan dichos colores o éstos no son percibidos adecuadamente, como les ocurre a los usuarios daltónicos.

Algunos autores han hecho uso de un dispositivo de seguimiento ocular (*eye tracking*) para analizar la respuesta de los individuos cuando observan distintas combinaciones de los colores más representativos (García Hernández, 2008). También se ha comparado la utilización del color frente al blanco para señalar alguna zona de especial relevancia para el participante (Boucheix, 2017). En la misma línea, se ha estudiado la codificación mediante colores para facilitar la localización de información en presentaciones que combinaban textos e ilustraciones, frente a formatos que no hacían uso del color (Ozcelik, Karakus, Kursun y Cagiltay, 2009).

El color también se utiliza habitualmente para transmitir significado o emociones. Su interpretación es relativa, sin normas absolutas, y teniendo el factor cultural una gran relevancia (Ware, 2008). Según un estudio se puede hacer la siguiente correlación (Alpiste y otros, 1993):

- Rojo: Parada-error-fallo.
- Amarillo: Advertencia-precaución-estado de demora.
- Verde: Listo para seguir-encendido.
- Colores fríos: Calma.
- Colores cálidos: Excitación.

Crozat y otros (1999) trataron el mismo tema, de una forma más amplia, relacionando los seis colores más representativos comentados anteriormente con distintos significados:

- Rojo: Violencia-Enfado/Ira-Vida-Poder-Acción-Amor-Asesinato-Calor.
- Amarillo: Celos-Razón-Felicidad-Percepción-Estimulación-Magia-Dinamismo
- Verde: Esperanza-Calma-Malo-Paciente-Ansiedad-Equilibrio-Descanso-Verdad.
- Azul: Meditación-Inocencia-Infinito-Pureza-Espacio-Fresco-Sabiduría-Ciencia.
- Negro: Tristeza-Muerte-Oscuridad-Misterio-Malvado-Luto-Descanso-Profundidad.
- Blanco: Pureza-Gozo-Boda-Sobriedad-Inocencia-Virtud-Castidad-Limpieza.

5. PAUTAS PARA EL DISEÑO DE MATERIALES MULTIMEDIA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Una vez delimitados los principales conceptos y principios que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar materiales educativos multimedia, se concretan unas pautas para la elaboración de este tipo de recursos en la etapa de educación primaria. Tradicionalmente se han aportado unas pautas generales para la elaboración de materiales multimedia sin tener en cuenta si van dirigidos a niños, jóvenes o adultos (Sevillano, y otros, 2016).

Infante (2003) realiza unas aportaciones referentes al formato más adecuado en función de la fuente del texto, color o imágenes en el caso de contenidos dirigidos a niños de esta etapa educativa (Tabla 2).

Tabla 2. Formato de color, texto e imagen en educación primaria

	1º	2º	3º	4º	5º	6º
Fuente	Fuentes de mayor tamaño		Irá decreciendo el tamaño de la fuente progresivamente			
	Fuentes enlazadas		Fuentes normales			
Colores	Planos		Variaciones y texturas de color			
Imágenes	Grandes y sencillas, sin entornos muy elaborados		Más complejidad de la imagen, escenas más detalladas		Mundos artificiales más imaginativos y complejos (personajes videojuegos)	

Fuente: Elaboración propia

En los primeros cursos de la educación primaria se recomienda utilizar fuentes de un tamaño mayor que en cursos posteriores. De esta forma se facilita la lectura de los textos, pues los niños no tienen desarrolladas las habilidades lingüísticas a esa edad. Además, si queremos facilitar la correcta recepción de la información se debe utilizar un tipo de letra enlazada, similar a la que se maneja en estos cursos. Con los niños de

primero y segundo no se debe utilizar una gran diversidad de colores, limitado a colores más planos, sin degradados ni variaciones. Respecto a las imágenes, el tamaño debe ser mayor que en cursos posteriores y sin elementos perimetrales que perjudiquen un correcto enfoque de la mirada. En cambio, en los otros cuatro cursos de esta etapa el tamaño de la letra irá decreciendo según se avanza de nivel. Además, las fuentes utilizadas serán normales.

En cuanto a los colores, se puede jugar con texturas y una mayor variedad de gamas. Las imágenes podrán ser más complejas y sofisticadas, pues los niños de tercero y cuarto ya son capaces de fijarse en detalles más concretos. Por último, los niños de los dos últimos cursos de Educación Primaria pueden acceder a mundos artificiales con una mayor complejidad y capacidad imaginativa.

Otros trabajos posteriores también se centran en delimitar cuáles son las pautas más adecuadas para elaborar materiales multimedia (Navarro, Molina, Lacruz y Ortega, 2015; Navarro, Molina y Lacruz, 2016; Molina, Navarro, & Lacruz, 2017; Molina, Navarro, Ortega, & Lacruz, 2018). Estas investigaciones establecen distintas configuraciones que siguen las directrices de los principios de aprendizaje multimedia de Mayer. La innovación es que utiliza una técnica de evaluación objetiva (fisiológica) como es el *eye tracking* y se centra en la etapa de educación primaria. Esta técnica permite conocer cómo se realiza el proceso de observación visual de un sujeto. En base a esos datos se pueden obtener una serie de conclusiones, de naturaleza empírica y objetiva, sobre los formatos que favorecen el aprendizaje.

De esta forma se aportan unas directrices o recomendaciones para las edades de siete y doce años, que corresponden al segundo curso y el último de la etapa de educación primaria. En otros estudios existentes se pueden encontrar directrices para elaborar materiales multimedia, pero no siempre están referidos a una etapa concreta, como en este caso, y menos aún hace distinción de pautas para edades diferentes. Las pautas proporcionadas a partir de los estudios mencionados se pueden resumir en el siguiente cuadro (Tabla 3):

Tabla 3. Recomendaciones para la elaboración de materiales educativos multimedia.

"Se recomienda..."	La utilización de este formato permite:	Influencia
"...la utilización de colores primarios y cálidos, que hagan buen contraste, y que permitan diferenciar mejor imágenes y textos, frente a tonos pastel, cuyo uso es menos aconsejable en estas edades"	Mayor eficiencia en la localización de zonas más relevantes (6º y mínimamente 2º) Mayor facilidad de procesamiento de las imágenes (6º y mínimamente en 2º)	Mayor en 6º
"...la presentación de contenidos sin texto escrito redundante que no aporta información nueva"	Facilita la localización de las zonas con información más relevante	Similar en 2º y 6º
"...la presentación de contenidos que no incluya elementos distractores (imágenes innecesarias en los bordes o sonidos superfluos) que desvíen la atención de las zonas con información más relevante"	Mayor eficiencia, principalmente en 2º Facilita el procesamiento de la información en ambos cursos	Mayor en 2º
"...situar los textos y las imágenes relacionados próximos en el espacio en vez de separados"	Mayor eficiencia en la búsqueda de las zonas más relevantes (2º y 6º), y en los textos (6º) Estas zonas despiertan un mayor interés	Similar en 2º y 6º
"...la inclusión de narración oral como explicación de las imágenes frente a la visualización de texto escrito en pantalla"	Despierta un mayor interés Facilita el procesamiento de la información	Similar en 2º y 6º
"...resaltar los elementos más importantes de una presentación con color, en vez de utilizar únicamente blanco y negro"	Mayor eficiencia en la localización de las zonas con información más relevante (2º), o únicamente de las imágenes (6º)	Mayor en 2º
"...la presentación de texto acompañado de imágenes relacionados, en vez de mostrar texto únicamente"	Facilita el procesamiento de la información en los textos (6º curso y mínimamente en 2º)	Mayor en 6º
"...la presentación de contenidos en la zona superior de la pantalla, en vez de la zona inferior"	Mayor eficiencia en la localización de las zonas con información más relevante (2º y 6º) Despierta mayor interés en los alumnos	Similar en 2º y 6º

CONCLUSIONES

En este artículo se ha pretendido dar una visión de cuáles son las recomendaciones y pautas más adecuadas para la elaboración de materiales multimedia en la etapa de educación primaria. Se ha partido de unas normas generales de usabilidad, para detallar posteriormente los principios de Mayer que se refieren específicamente al aprendizaje multimedia. También se concretan algunas directrices generales referidas a la utilización de distintos formatos, textos, imágenes o gráficos y color, para finalmente ofrecer unas recomendaciones basadas en diversos estudios que han utilizado el seguimiento ocular o *eye tracking*. Esta técnica permite obtener datos muy relevantes e interesantes sobre el proceso de observación que realizan los participantes. Tiene un carácter muy objetivo y se puede contrastar muy eficazmente con otras técnicas de evaluación que se han utilizado tradicionalmente en el ámbito educativo.

A la hora de elaborar recursos multimedia de carácter educativo se tienen en cuenta recomendaciones generales que no siempre se ajustan a las necesidades de los alumnos. Se ofrecen en este artículo unas pautas para la elaboración de materiales multimedia basadas principalmente en los principios para el aprendizaje multimedia de Mayer, pero especificadas para alumnos de las primeras etapas educativas. Además, en algunos casos se especifican para distintas edades, concretamente siete y once años. Esta diferenciación se considera relevante, pues las características psicoevolutivas de estos niños se corresponden con estadios muy distintos, aunque la mayoría de las veces se tienen en cuenta pautas idénticas para estudiantes de la educación primaria.

REFERENCIAS

- Alons, M. H., González, J. E., & Muñoz, Á. B. (2016). Ventajas e inconvenientes del uso de dispositivos electrónicos en el aula: percepción de los estudiantes de grado en comunicación. *Revista de Comunicación de la SEECI*, (41), 136-154.
- Alpiste, F., Brigos, M., & Monguet, J. M. (1993). *Aplicaciones multimedia: presente y futuro*. Barcelona: Técnicas Rede.
- Baños, M. E., Lezcano, F., & Casado, R. (2018). Materiales multimedia: Diseño desde una pedagogía inclusiva. *European Journal of Child Development, Education and Psychopathology*, 6(2), 107.
- Barroso, J., & Cabero, J. (2016). Evaluación de objetos de aprendizaje en Realidad Aumentada: estudio piloto en el grado de Medicina. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 34(2), 149.
- Bennett, J. L. (1979). The commercial impact of usability in interactive systems. En B. Shackel (Ed.), *Man-computer communication* (Vol. 2, pp. 1-17). Maidenhead: Infotech International.

- Boucheix, J.-M. (2017). The interplay between methodologies, tasks and visualization formats in the study of visual expertise. *Frontline Learning Research*, 5(3), 155-166.
- Cabero, J., Barroso, J., Llorente, M. C., & Yanes, C. (2016). Redes sociales y Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación: aprendizaje colaborativo, diferencias de género, edad y preferencias. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (51), 1-23.
- Crozat, S., Trigano, P., & Hu, O. (1999). Set of criteria for evaluation and design of multimedia applications in instructional context (pp. 1-9). Presentado en International Conference on Multimedia Modeling, Ottawa (Canada): Université de Technologie de Compiègne.
- Delgado, J. (2010). ¿Qué colores usar en el blog? Diez tips para el diseño. Recuperado de <http://www.rinconpsicologia.com/2010/08/que-colores-usar-en-el-blog-diez-tips.html>
- Donmez, M., & Cagiltay, K. (2019). Development of eye movement games for students with low vision: Single-subject design research. *Education and Information Technologies*, 24(1), 295-305.
- Dorado, S., & Gewec, A. (2017). El profesorado español en la creación de materiales didácticos: los videojuegos educativos. *Digital Education Review*, (31), 176-195.
- Egea, C. (2007). *Diseño Web para tod@s II: accesibilidad al contenido en la Web*. Barcelona: Icaria.
- García Hernández, C. (2008). *Eye Tracking technology applied to the design of safety and health signs at work*. Presentado en VI Congreso Internacional de Prevención de Riesgos Laborales, A Coruña.
- González, J. (2015). Criterios para el diseño de materiales multimedia educativos. *Revista Interamericana de Psicología*, 49(2), 139-152.
- Infante, P. (2003). *Internet en la escuela. Documento estratégico del proyecto para el diseño y elaboración de recursos educativos multimedia de Lengua castellana para Educación primaria*. Madrid, España: Ministerio de Educación y Ciencia.
- International Standard Organization. (1998) *ISO 9241-11. Part 11: Guidance on usability*. *Technical report International Standard Organization*. (1ª ed.) Recuperado de http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=16883.
- Johnson, J. (2008). *GUI bloopers 2.0: common user interface design don'ts and dos*. Boston, EUA: Elsevier/Morgan Kaufmann Publishers.
- Johnson, J. (2010). *Designing with the mind in mind: simple guide to understanding user interface design rules*. Boston, EUA: Morgan Kaufmann Publishers/Elsevier.

- Karpich, A. (2005). *Aplicación de la Gestalt y los Patrones de Diseño de Interacción al diseño de Interfaces Centradas en el Usuario*. Recuperado de http://karpicius.freeflux.net/files/gestalt_patrones_de_diseno.pdf.
- Mat, N. H., Jaafar, A., & Abdul, F. H. (2015). A user-centered design: methodological tools to design and develop computer games for motor-impaired users. En *Proceedings of the 5th International Conference on Computing and Informatics* (pp. 223-228). Istanbul, Malaysia: Universiti Utara Malaysia.
- Mayer, R. E. (Ed.). (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Molina, A. I., Navarro, Ó., & Lacruz, M. (2017). El empleo de técnicas de seguimiento ocular para evaluar materiales educativos en Educación Primaria. *Revista de Educación*, (376), 87-109.
- Molina, A. I., Navarro, O., Ortega, M., & Lacruz, M. (2018). Evaluating multimedia learning materials in primary education using eye tracking. *Computer Standards & Interfaces*, 59, 45-60.
- Navarro, O., Molina, A. I., & Lacruz, M. (2016). Utilización de Eye Tracking para evaluar el uso de información verbal en materiales multimedia. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, (48), 51-66.
- Navarro, O. (2016). *Pautas para el diseño de materiales educativos multimedia en Educación Primaria*. (Tesis de doctorado). Doctorado en Investigación en Humanidades, Artes y Educación, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España.
- Navarro, O., Molina, A. I., Lacruz, M., & Ortega, M. (2015). Evaluation of Multimedia Educational Materials Using Eye Tracking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 2236-2243.
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. San Francisco, EUA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Ozcelik, E., Karakus, T., Kursun, E., & Cagiltay, K. (2009). An eye-tracking study of how color coding affects multimedia learning. *Computers & Education*, 53(2), 445-453.
- Paivio, A. (1990). *Mental representations: a dual coding approach*. Oxford; England: Oxford University Press; Clarendon Press.
- Palomo, M. (2016). Importancia del diseño de materiales educativos en la educación a distancia. *Revista Digital Universitaria*, 12(10), 3-13.
- Ritter, F. E., Baxter, G. D., & Churchill, E. F. (2014). User-Centered Systems Design: A Brief History. En F. E. Ritter, G. D. Baxter, & E. F. Churchill, *Foundations for Designing User-Centered Systems* (pp. 33-54). London, UK: Springer London.

- Sevillano, M. L., González, M. P., Vázquez, E., & Rey, L. (2016). Ubicuidad y movilidad de herramientas virtuales abren nuevas expectativas formativas para el estudiantado universitario. *Ensayos Pedagógicos*, 11(2), 99-131.
- Shackel, B., & Richardson, S. J. (1991). *Human factors for informatics usability*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Shneiderman, B. (2010). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction* (5th ed.). Boston, EUA: Addison-Wesley.
- Tabares, J., & Correa, S. (2014). Tecnología y sociedad: una aproximación a los estudios sociales de la tecnología. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 9(26).
- Tams, S., Thatcher, J., Grover, V., & Pak, R. (2015). Selective attention as a protagonist in contemporary workplace stress: implications for the interruption age. *Anxiety, Stress, & Coping*, 28(6), 663-686.
- Vidal, M. P. (2015). Medios, materiales y recursos tecnológicos en la Educación Infantil. *Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 4(1), 161-188.
- Videla, J. J., Sanjuán, A., Martínez, S., & Seoane, A. (2017). Diseño y usabilidad de interfaces para entornos educativos de realidad aumentada. *Digital Education Review*, (31), 61-79.
- Ware, C. (2008). *Visual thinking for design*. Burlington, MA: Morgan Kaufmann.