

DISEÑO DE INTERFACES GRÁFICAS PARA RECURSOS DIDÁCTICOS DIGITALES

GRAPHIC INTERFACE DESIGN FOR DIGITAL LEARNING RESOURCES

Fabián Cordero S.
Universidad del Azuay - Ecuador

Ecuatoriano. Diseñador (1995). Premio al Mejor Egresado de su promoción, Universidad del Azuay (1993). Magister en Proyectos de Diseño (2016) por la Universidad del Azuay. Veinte años de actividad profesional independiente en áreas de diseño editorial, publicitario, *packaging*, web e identidad corporativa. Amplia experiencia profesional en producción de impresos y tecnologías de pre-prensa en la industria gráfica. Profesor Titular e Investigador de la Facultad de Diseño, Arquitectura y Arte - UDA, miembro del equipo académico-administrativo de la Escuela de Diseño Gráfico y Coordinador de Comunicación de esta Facultad. Ha trabajado en líneas de investigación que relacionan el diseño de comunicación gráfica y el uso del espacio público y en el área de diseño de interfaces gráficas aplicadas a RDD's. Actualmente es doctorando del Doctorado en Diseño de la Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina.

efcordero@uazuay.edu.ec

Fecha de recepción: 28 de agosto, 2018 / Aceptación: 10 de octubre, 2018.

Resumen

Las tecnologías de la información y comunicación son herramientas habituales que han cambiado nuestra forma de acceder al conocimiento. Hoy en día, es necesario estudiarlas y replantear su uso como recursos didácticos dirigidos a los nativos digitales. La estructuración de contenidos y la interfaz de un producto digital con fines educativos debe basarse en estrategias pedagógicas claras que partan de un sustento científico adecuado; es el diseño instruccional el que debe proveer dichas estrategias y metodologías para crear experiencias de instrucción que propicien un aprendizaje significativo, entendiendo que la tecnología por sí misma es un medio más que un fin. Es preciso considerar, para el estímulo de las funciones cognitivas del aprendizaje, factores de confort, funcionalidad y usabilidad, a través de un proceso creativo conducido por el usuario y centrado en este. Por su parte, el diseño de recursos didácticos digitales orientados a niños, debe considerar además que la calidad del contenido y del diseño debe adecuarse a la edad del usuario-aprendiz, en donde contenidos, organización, aspecto formal, recursos visuales y recursos interactivos deben adaptarse a sus diferentes momentos evolutivos. Este trabajo propone, a partir de la revisión de estudios realizados anteriormente, una ruta desde la cual abordar el conocimiento y la enseñanza del diseño de interfaces gráficas para recursos didácticos digitales que se basa en la confluencia de tres ejes: diseño instruccional, funciones cognitivas de aprendizaje y diseño centrado en el usuario. El trabajo en su parte final aproxima este estudio al campo del diseño de recursos didácticos digitales dirigidos hacia los niños.

Palabras clave

Aprendizaje significativo, diseño instruccional, estímulo sensorial, mediación cognitiva, pedagogía, ruta didáctica, usuario.

Abstract

Information and communication technologies are common tools that have changed the way we access knowledge. Currently, it is necessary to study them and rethink about their use as didactic resources aimed at digital natives. Content development and interface of a digital product for educational purposes should be based on clear pedagogical strategies with an adequate scientific support. Instructional design must provide these strategies and methodologies to create instructional experiences to foster meaningful learning, taking into consideration that technology is a means rather than an end. For the stimulation of the cognitive functions, comfort factors, such as: functionality and usability should reflect a creative process conducted by the users so that it becomes student-oriented. The design of digital didactic resources aimed at children, should also consider that the quality and design of contents must adapt to the age of the learner. Characteristics like content, organization, formal aspect, visual and interactive resources should be adjusted to the student's different developmental stages. This research aims to review previous studies on graphic design interfaces to create digital teaching resources that converge on three axes: instructional design, cognitive functions and design focused on the user. This study concludes with the design of digital didactic resources aimed at children.

Keywords

Meaningful learning, instructional design, sensory stimulation, cognitive mediation, pedagogy, educational path, user.

Introducción

En los últimos tiempos el adelanto y las innovaciones tecnológicas en el campo informático han tenido un gigantesco impacto en la vida cotidiana de las personas, además está mencionar que las tecnologías de la información y comunicación se han convertido en herramientas de uso habitual y diario transformando incuestionablemente nuestra forma de acceder a la información y conocimiento. Se hace evidente que, en el campo del acceso al conocimiento, las metodologías de enseñanza que cada vez se involucran más con las nuevas tecnologías ya sea dentro del aula o fuera de ella, necesitan transformaciones, los nuevos hábitos de aprendizaje necesitan ser estudiados, precisan sobretodo de planteamientos novedosos que vayan acorde a la realidad de los nativos digitales.

Las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento – TAC's- aparecen hoy como un nuevo paradigma que nos lleva de la sociedad de la información hacia la sociedad del conocimiento. Bajo este concepto, la importancia de las tecnologías no está ya simplemente en su capacidad para almacenar, acumular, recuperar, manipular, gestionar y emitir información con rapidez y eficiencia (Moya, 2013). Las TAC's vuelven la mirada para cuestionarnos cómo esa información se transforma efectivamente en conocimiento. Las nuevas tecnologías desde este punto de vista deben ser aprovechadas como herramientas que permitan el acceso al conocimiento, sobre todo como herramientas que faciliten la real apropiación de este.

Ya no se trata solamente entonces de generar buenos contenidos presentados con las tecnologías de vanguardia, sino que otro elemento se vuelve imprescindible desde esta visión. El elemento pedagógico debe entrar en juego para propiciar que esa información se transforme en verdadero conocimiento, generando la apropiación de los contenidos por parte de los usuarios.

Este elemento pedagógico que entra en escena, sin duda, debe ser apoyado por el diseño. Se hace necesaria entonces, la investigación exhaustiva y sistemática en este campo para que los recursos didácticos digitales se generen a partir de criterios y conceptos en donde el diseño se transforme en el elemento central que, encargándose de articular un lenguaje común entre los sistemas informáticos y el usuario -a través de la interfaz-, propicie una comunicación verdadera y así, una transferencia efectiva de información y conocimiento.

Este trabajo es un intento por profundizar en las estrategias que desde el diseño se pueden implementar para propiciar un aprendizaje significativo a través de los recursos didácticos digitales. Se examina el papel del diseño y las estrategias posibles en relación con el componente pedagógico para alcanzar un diseño eficiente de interfaces gráficas que aproveche las nuevas tecnologías. Finalmente, el trabajo aproxima este estudio al campo de los recursos didácticos digitales para niños.

La pedagogía, el diseño instruccional y el diseño de interfaz

Los ambientes virtuales de aprendizaje y los recursos didácticos digitales si bien representan nuevas posibilidades de acceso a la educación y el conocimiento, como se ha mencionado, cuando no están diseñados con un sustento científico adecuado y no se desarrollan a partir de una propuesta didáctica-pedagógica bien definida. Debido a esto

pueden resultar recursos poco eficientes, limitados solamente a presentar información trasladada de otros medios y con una inapropiada planificación de la instrucción o de lo que llamaremos el diseño instruccional¹.

Al diseño instruccional aplicado a un recurso didáctico digital lo entendemos entonces como el grupo de estrategias utilizadas para crear experiencias de instrucción de manera que los conocimientos y habilidades se adquieran de una forma más efec-

tiva y atractiva por parte de un usuario-aprendiz. En este proceso el pedagogo y especialista en didáctica, llamado a ser el diseñador instruccional, puede aportar al diseño con el conocimiento de estrategias válidas y metodologías efectivas. Para ello, se parte de un análisis exhaustivo de objetivos y metas a cumplir desde el punto de vista instruccional y luego se diseña el mecanismo necesario para conseguir dichas metas a partir de materiales que resulten eficaces a la vez que interesantes. Esto requiere diseñar una serie de métodos, estrategias, actividades y recursos, organizando información en base a dichos objetivos.

El diseño instruccional, en definitiva, se ocupa de planear, preparar y diseñar sistemáticamente especificaciones detalladas para crear recursos y ambientes necesarios para que se lleve a cabo un aprendizaje significativo. El diseño instruccional en recursos didácticos mediados por las nuevas tecnologías garantizará que no se sobrepongan a los objetivos de aprendizaje, poniendo énfasis en la importancia de la dimensión pedagógica y entendiendo que la tecnología por sí misma es un medio, más que un fin. El diseñador instruccional deberá pues trabajar junto con el diseñador, aportando información y estrategias desde el punto de vista didáctico para que el segundo pueda tomar decisiones válidas para la estructuración de la arquitectura de la información, la interfaz gráfica y los sistemas de navegación.

Estrategias didácticas para un aprendizaje significativo a partir de las nuevas tecnologías

Miguel Ángel Herrera², quien se basa en las aportaciones de Piaget y Vygotski acerca de los procesos cognitivos, nos dice que

aunque se acepta que las nuevas tecnologías poseen un alto potencial en la enseñanza, es necesario analizar las funciones cognitivas en las que impactan dichas tecnologías para tratar de definir qué papel juegan las nuevas tecnologías en el proceso

de aprendizaje. Una mejor comprensión de ello permitirá un diseño más apropiado en los ambientes virtuales de aprendizaje (Herrera, 2007, p. 5).

Según este investigador, las principales funciones de las nuevas tecnologías en el proceso de aprendizaje son:

- a) la provisión de estímulos sensoriales y
- b) la mediación cognitiva.

El Modelo de Procesamiento Humano de la Información desarrollado por Newell y Simon (en Castañeda y López, 1995), explica de la existencia en el cerebro humano de sistemas de almacenamiento de memoria a largo plazo, memoria a corto plazo y memoria sensorial, el cerebro humano recibe información, la procesa, la almacena y genera una respuesta, iniciándose con estímulos sensoriales externos (Herrera, 2004). Las nuevas tecnologías ofrecen una variedad de estos estímulos sensoriales de entrada, los cuales son decodificados por el usuario.

En los recursos didácticos propiciados a partir de las nuevas tecnologías es la interfaz, como mediadora entre el usuario y la máquina, la que actúa directamente en el aspecto sensorial dando forma a esa provisión de estímulos sensoriales. Estos estímulos pueden ser visuales, a través de códigos verbales como el texto escrito o a través de códigos no verbales como el color o la textura, pero pueden ser también auditivos y táctiles. Esta información debe ser entonces debidamente codificada para ser utilizada con fines educativos.

Hablamos aquí de comunicación verbal pero también de la transmisión y evocación de emociones que pueden o no crear condiciones favorables al aprendizaje. Donald Norman (2004) nos habla de la interacción existente entre afecto, conducta y cognición, explicándonos cómo las emociones cambian el modo en que la mente humana resuelve los problemas; el sistema emocional -nos dice este autor-, es capaz de cambiar la modalidad operativa del sistema cognitivo y a su vez la estética es capaz de cambiar nuestro estado emocional.

Herrera (2007) nos habla de que estos estímulos sensoriales manejan dos dimensiones, una capacidad atencional, que permite centrar la atención del usuario y una capacidad motivadora para la realización de tareas. Anota que la atención es un recurso limitado y que debemos evitar el abuso de estímulos sin jerarquizar que más bien confunden al usuario y no le permiten discriminar la información importante de la secundaria. Por su parte, la motivación en el aprendizaje es también importante, pero es también un recurso limitado. Un aprendiz se compromete y motiva más con las actividades que traen consigo cierto tipo de estado interno de satisfacción más que con actividades que se realizan por alcanzar una recompensa externa (como una buena calificación, por ejemplo), habla en este sentido de motivaciones intrínsecas y extrínsecas. La satisfacción intrínseca es duradera mientras la extrínseca se desvanece al momento mismo de conseguir la recompensa. Otro tipo de motivación, la motivación por logro, es también importante para que el aprendiz no pierda el interés. Para una buena motivación se debe considerar el interés (mantener la curiosidad del aprendiz), la relevancia (relacionar el aprendizaje con necesidades reales del aprendiz), las expectativas (aspiraciones del aprendiz) y la satisfacción (motivación para conseguir metas).

Se ha mencionado también, la dimensión de la mediación cognitiva que tienen las nuevas tecnologías, ya que permiten el intercambio entre las estructuras mentales del aprendiz, los hechos observables que son interpretados por este y otras estructuras mentales. El aprendizaje se forma en la interacción de factores externos (repetición, refuerzo, continuidad), factores internos (relevancia de la información, habilidades intelectuales, estrategias cognitivas) y procesos mentales internos.

Diseño de recursos didácticos digitales basado en funciones cognitivas de aprendizaje

El modelo que se presenta está basado en las investigaciones realizadas por Miguel Ángel Herrera acerca del diseño didáctico de ambientes

virtuales para el aprendizaje. Esta propuesta se estructura a partir de la aplicación de los conceptos del diseño instruccional y del estudio de las funciones de las nuevas tecnologías en el aprendizaje avanzadas por este autor. Si bien su investigación toma como punto de partida el diseño de entornos virtuales de aprendizaje para dentro del aula de clases, muchos de los conceptos y reflexiones acerca del tema pueden tener aplicación también para el diseño de recursos didácticos digitales para uso fuera de ella y en diferentes disciplinas, salvando siempre las diferencias entre estos dos recursos de enseñanza.

Un recurso didáctico digital es un entorno informático que provee condiciones para el despliegue y comunicación de información de carácter educativo, pero también para la realización de actividades de aprendizaje relacionadas a estos contenidos. En estos podemos distinguir un grupo de elementos que los constituyen, como son: los medios de interacción, los diferentes recursos a utilizar, las condiciones ambientales y de confort de uso y las relaciones psicológicas que se median por el dispositivo a través de la interacción del sujeto.

Tenemos claro ya que hay dos elementos claves a considerar desde el punto de vista didáctico: el diseño instruccional, que se refiere a la forma en que se plantea el acto educativo, el planteamiento de objetivos educacionales y el diseño de las actividades que llevarán a conseguir dichos objetivos. El diseño de la interfaz, en cambio, como la forma y la expresión visual que media entre el programa, el autor y el usuario en donde las características visuales, de estructura de contenidos y de navegación pueden ser determinantes para un funcionamiento adecuado del modelo instruccional diseñado.

Las estrategias propuestas por Herrera Batista (2007), para un aprendizaje constructivo, una eficaz mediación cognitiva de las nuevas tecnologías y una provisión de estímulos sensoriales adecuados a través de la interfaz que se resumen en la Figura 1.

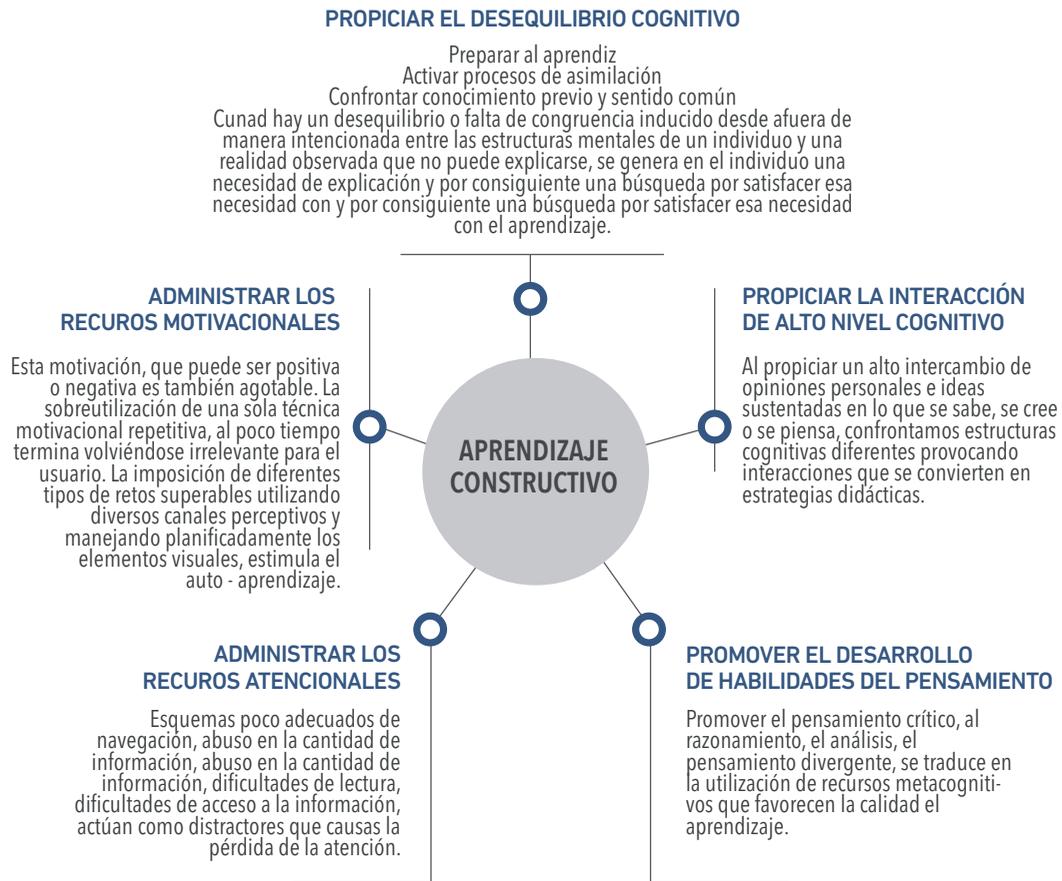


Figura 1. Estrategias para un aprendizaje constructivo. Autoría propia.

Fuente: Herrera Batista, (2007).

Existen tres fases diferenciadas en la implementación de este tipo de recursos: una primera fase, en la que se definen los resultados que se requieren y esperan, estableciendo las intenciones educativas y los objetivos generales, realizando un análisis de los contenidos a partir de los objetivos específicos. Una segunda fase de instrumentación, en donde se materializa el recurso, aquí se seleccionan las estrategias y medios instruccionales a utilizar, se diseñan las actividades con la aplicación de técnicas educativas y finalmente se diseña la interfaz. La tercera fase tiene que ver ya con la operación misma y evaluación del recurso diseñado al poner en marcha el proceso instruccional.

Puede resultar de utilidad, al momento de la planeación de la estructura de los contenidos, responder a estas preguntas: ¿qué debe enseñarse y aprenderse con el recurso didáctico digital? ¿Cómo deben enseñarse y aprenderse los contenidos? ¿Cuál debe ser la secuencia de los contenidos? Estas preguntas deberían considerar factores como el momento y el lugar de uso del recurso por parte del usuario, su conocimiento previo acerca del tema y, cuáles son sus características cognitivas.

Tal como un profesor debe considerar dentro de su aula de clases que quienes aprenden pueden presentar diversos estilos de aprendizaje, así como diversos intereses y necesidades formativas.

Al momento de pensar en el diseño de un recurso didáctico digital se debe considerar que la creación y distribución de los contenidos sea planteada en las condiciones más favorables para la diversidad de usuarios, asegurando el uso del potencial máximo de estos contenidos.

Este tipo de recursos de aprendizaje deben hacer énfasis en la importancia del aprender haciendo, propiciando actividades, interacción y retroalimentación, promoviendo la participación con la práctica de lo que se intenta aprender. El cono de aprendizaje de Edgar Dale nos muestra la importancia del aprender haciendo:

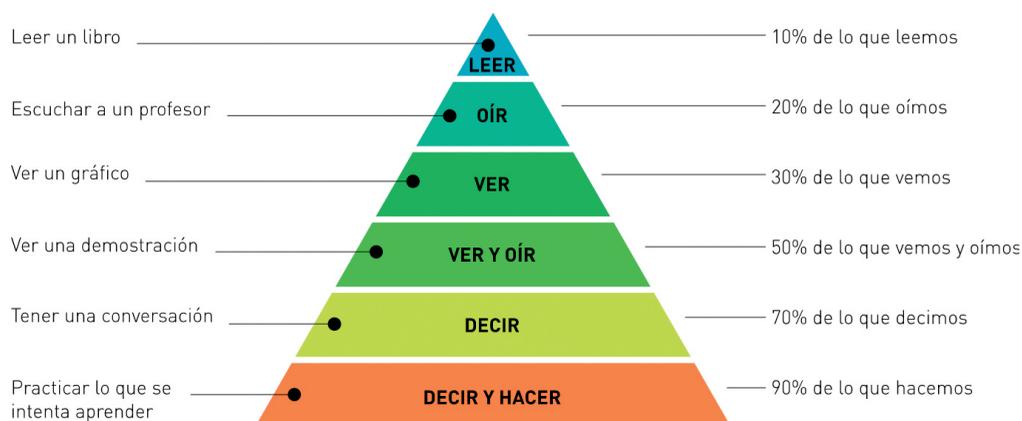


Figura 2. Cono de aprendizaje de Edgar Dale. Autoría propia
Fuente: Morgan, C. (2015).

El diseño de la interfaz

Una de las principales características del diseño es que este se centra en la interacción entre el usuario y el artefacto, sea cual fuera la naturaleza de estos. El dominio del diseño es, para Bonsiepe (1998), el dominio de la interfaz. El diseño de la interfaz es la que provee los estímulos sensoriales de los que hemos hablado y es en donde se concretan y definen los modos de interacción que proveerán la mediación cognitiva. El rol del diseñador gráfico en esta etapa, asesorado por el diseñador instruccional, es de vital importancia ya que deberá estar en capacidad de implementar adecuadamente las estrategias instruccionales anotadas de manera que resulten operativas y eficaces, potenciando además el rol de las tecnologías en el aprendizaje como medio (y no

como fin) para mejorar la calidad de enseñanza que un recurso didáctico digital debe proveer. Las estrategias propuestas pueden manifestarse en una interfaz a través de los contenidos (conceptualmente) o a través de la forma (visualmente) que se da a estos. Estructurar y diseñar una interfaz para un recurso educativo requiere tener presente en cada decisión a lo largo del proceso que el aprendizaje deseado no ocurre en los medios ni en el dispositivo utilizado sino en la mente del usuario, por lo que es imprescindible conectar con sus necesidades cognitivas y su forma de aprender y asimilar conocimientos.

El papel del diseñador gráfico como creador de la interfaz se constituye entonces en un elemento central para cumplir los objetivos didácticos de un recurso de este tipo. A manera de resumen, algunos criterios que de este análisis salen a la luz

desde el punto de vista pedagógico, válidos para la estructuración de la información, la planificación de la navegabilidad y el diseño de los recursos visuales son:

- El énfasis debe estar puesto en la formación, más que en la información.
- El usuario debe aprender a partir de su experiencia.
- Los contenidos deben ser flexibles e interactivos, eso quiere decir que el usuario debe tener varios caminos para aprender, según sus expectativas y desde sus propias necesidades.
- Los contenidos se deben estructurar de tal manera que se relacionen y conecten entre sí (con el uso del recurso hipertextual, por ejemplo).
- Se debe combinar la entrega de información con la demanda de actividades (el sistema pide respuestas al usuario y éste reacciona ante dichas demandas).
- Se debe propiciar un proceso de aprendizaje activo y no pasivo (a través del descubrimiento).
- Es importante el uso planificado y alternativo de varios recursos multimedia.
- La interfaz debe resultar atractiva y de fácil usabilidad.
- El recurso debe permitir acceso a otro material complementario fuera del sitio.
- Se debe procurar facilidad de comunicación entre varios usuarios del recurso.

Competencias del diseño gráfico en la construcción de recursos didácticos digitales

Los nativos digitales experimentan diferentes maneras de interacción social, tienen distintas formas de actuar y de aprender que siguen una lógica diferente a la que presenta la educación tradicional, formas principalmente provocadas por su cercanía estos nuevos medios y recursos digitales. Esta situación plantea nuevos escenarios y formas de actuar para el diseñador gráfico en su rol de diseñador de información y de comunicador a través de

recursos visuales, planteándose así, una problemática nueva para el profesional del diseño gráfico como satisfactor de necesidades y proveedor de bienes sociales. Pero ¿cuáles son las competencias específicas del diseño gráfico en este nuevo panorama?

- La interfaz: Si la consideramos como el espacio de intersección entre el usuario y el producto, a través del cual se produce la interacción, para que sea eficaz y cumpla su propósito es necesario que posea un lenguaje que sea compartido entre el usuario y el producto. De esta forma, los elementos visuales que posea y su composición, el lenguaje gráfico que utilice, no cumplen una función meramente estética (aunque es también importante) ya que este tiene además repercusiones en lo que finalmente percibirá el espectador. Es importante considerar que los recursos gráficos y su forma de aplicación tienen la capacidad por sí mismos de generar sensaciones en el usuario que deberían ir de la mano con las intenciones comunicacionales o educativas en este caso. La interfaz es la metáfora que provoca el diálogo entre el autor, el contenido y el usuario.
- La carga cognitiva: Los estímulos sensoriales que una interfaz gráfica produce en el usuario pueden entonces, y deben, estimular procesos cognitivos para el aprendizaje, actuando de manera inmediata sobre la memoria sensorial del individuo (Herrera Batista, 2004) para trasladarse luego a las memorias de corto y largo plazo. Mayer (2005), Nielsen (2003) y otros autores han descrito ya algunos principios para tener en cuenta en el aprendizaje a partir de recursos multimedia: principios como el de contigüidad espacial y temporal y el de la atención dividida dan ideas de cómo integrar varios medios para ayudar al sujeto a aprender. El principio de la sobrecarga cognitiva que se refiere a la sobrecarga de la memoria de trabajo del individuo nos habla de interferencias con el aprendizaje. Principios relativos

a la actividad del usuario, consistentes en planificar las actividades de este para favorecer el aprendizaje (descubrimiento asistido, ejemplo trabajado, colaboración, auto-explicación) nos aclaran estrategias válidas para este tipo de recursos. Principios como el de apoyo a la navegación y el de conocimiento previo son otros que podríamos recordar. Lo nuevos paradigmas en el diseño de este tipo de recursos nos hablan de nodos, como puntos de encuentro en una red de contenidos, donde ninguno es el centro, pero a la vez todos pueden serlo en virtud del punto de vista del usuario.

- **Confort:** Tal como la arquitectura utiliza principios de habitabilidad para el correcto desarrollo de las actividades humanas o como el diseño industrial o de objetos utiliza principios basados en el confort y la ergonomía, los espacios virtuales también necesitan proveer de ese confort a quienes los utilizan, esto se traduce en condiciones ideales de usabilidad, confort visual y sensorial. Es así como una interfaz de usuario que siga estas consideraciones debería evitar todo tipo de elementos o acciones que distraigan, perturben o incomoden al usuario. Deben estar orientadas a facilitar las actividades que el usuario quiere y tiene que realizar. En este aspecto es importante también considerar las condiciones de uso y el entorno (cuándo, en dónde y bajo qué condiciones el usuario hará uso del recurso didáctico digital).

- **Funcionalidad y usabilidad:** El diseño, al satisfacer necesidades, siempre se preocupará porque un producto sea útil y usable. Dos productos que presten una misma utilidad pueden ser diametralmente diferentes en virtud de su usabilidad. La usabilidad la definimos como el rango en que un producto puede ser empleado por usuarios específicos para el logro de metas, con efectividad, eficiencia y satisfacción (Acuña, 2008). Nielsen (2003), nos habla de los siguientes compo-

nentes dentro de la usabilidad: a) capacidad de un recurso digital para ser comprendido por el usuario, b) nivel de rapidez y eficacia con que un usuario realiza sus tareas una vez que conoce la interfaz, c) perdurabilidad en la memoria sobre el modo de manejo de la interfaz, d) cantidad de errores que el usuario puede cometer a consecuencia del diseño de la interfaz y, e) nivel de satisfacción del usuario con la aplicación.

- **Proceso conducido por el usuario:** Es importante involucrar siempre al usuario en el diseño de un producto de este tipo, sus necesidades, expectativas, entorno individual y características particulares deben ser consideradas. Los cuatro momentos fundamentales en la creación de recursos digitales son por una parte el diseño de contenidos, que debe hacerse con expertos en la materia de que se trate. El diseño didáctico e instruccional, que lo elaboran profesionales expertos en la educación y pedagogía y que definen el modelo, la teoría, el método y las estrategias de aprendizaje. El diseño gráfico y audiovisual que determinará la estética del producto y finalmente, el diseño funcional y de programación que lo deberán llevar a cabo los programadores. Todos estos procesos deben ser implementados en coherencia sumando siempre a favor de un todo.

El diseño de recursos didácticos digitales a partir de la estrategia del diseño centrado en el usuario

El diseño de la interfaz modela la interacción entre el usuario y la aplicación y posibilita o no, en primera instancia, la consecución de los objetivos planteados en la razón de ser misma de una aplicación. En segunda instancia, pero no de manera menos importante, la consecución de los objetivos perseguidos por el usuario al usarla. Es necesario entonces que el diseñador adopte procedimientos y métodos que aseguren tales condiciones. Un diseño no es usable por sí mismo, siempre esta caracterís-

tica será medida en función de las condiciones y forma de uso conjugadas con las necesidades de los usuarios específicos, existen por tanto contextos de uso específicos.

Arquitectura, estructura y organización son también consideraciones de usabilidad, no se trata solamente de la interfaz visual. La arquitectura de la información la entendemos como la ciencia de organizar contenidos con el fin de ayudar a los usuarios a satisfacer sus necesidades de información. Esto implica posibilitar en primer lugar maneras en que el usuario recupere la información y pueda encontrar lo que él necesita con facilidad, y, en segundo lugar, posibilitar que cada elemento de la información pueda ser encontrado; es decir se debe plantear bajo dos perspectivas: el usuario buscando la información que necesita y el producto ofreciendo al usuario toda la información de que dispone.

El marco metodológico y filosofía de diseño conocida como Diseño Centrado en el Usuario (DCU) implica diseñar para las personas atendiendo a sus necesidades, características y objetivos, poniendo al usuario en el centro del proceso creativo. Conocer al usuario, saber que quiere y necesita, con qué fines y en qué contexto utilizará un recurso di-

dáctico digital, nos permitirá garantizar el buen funcionamiento del producto mientras contribuimos eficientemente a la distribución del conocimiento y la educación de las personas. Pero no solamente implica diseñar en base del análisis de la relación del usuario con el producto, sino que también implica una fase posterior de estudio de campo y testeo, ya que "no siempre es fácil intuir cómo se percibirá, entenderá y utilizará el producto final" (Pratt, Nunes, 2013, p. 12).

Marcar una ruta adecuada como modelo instruccional para el diseño de interfaces de recursos didácticos digitales no resulta sencillo, se necesita de un trabajo minucioso y multidisciplinario que responda a diferentes factores relacionados con el correcto uso de las tecnologías, la eficiente estructuración de contenidos de calidad y la implementación del componente didáctico-pedagógico. Creemos que bien puede modelarse a partir de los conceptos del DCU siempre y cuando estos sintonicen con los criterios, conceptos y estrategias del diseño instruccional y tomando en cuenta las funciones cognitivas de aprendizaje que las nuevas tecnologías proporcionan, de las que hemos descrito algunas características anteriormente (Figura 3).

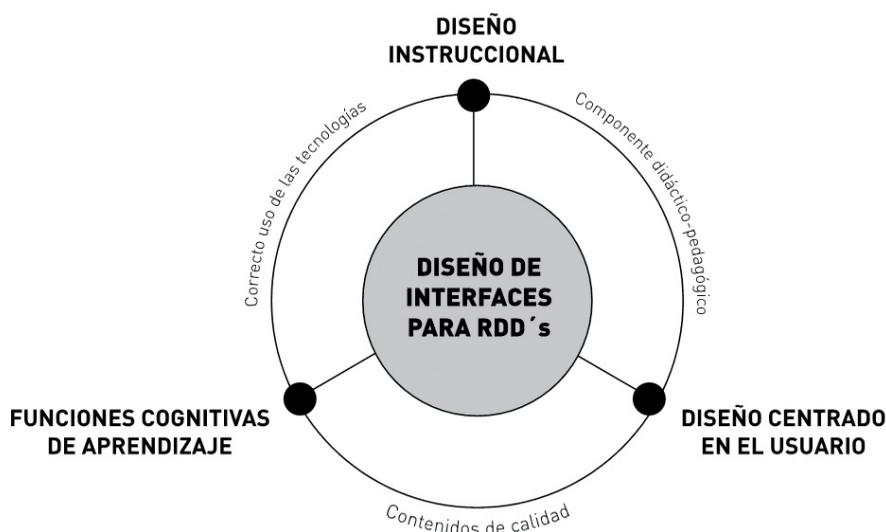


Figura 3. Modelo para el diseño de interfaces de RDD's . Autoría propia (2017).

Este modelo debería considerar los siguientes pasos:

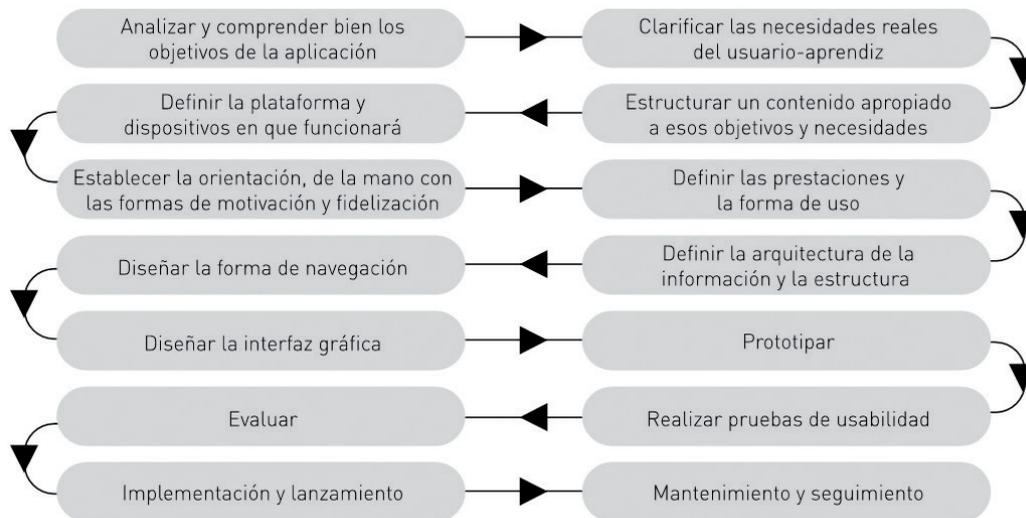


Figura 4. Pasos en el diseño de interfaces de RDD's. Autoría propia (2017).

En la etapa de planificación: Establecer los requerimientos teniendo claros los objetivos del diseño instruccional

Los objetivos claros desde el punto de vista de lo que se pretende con un RDD y el esclarecimiento de la ruta didáctica que proporciona el diseño instruccional son claves para desarrollar el concepto global de un recurso de este tipo.

En la etapa del diseño a nivel conceptual: Modelado del usuario

a) Modelos mentales

Los modelos mentales son representaciones que nos construimos mentalmente de los objetos con los que interactuamos. Todos tenemos desarrollados modelos mentales sobre el comportamiento de objetos específicos, es decir, una idea pre-configurada de cómo esperamos que funcione,

extendiéndolos incluso a objetos de otra índole. Parte del proceso de diseño implica entender el modelo mental que un usuario genera frente a un objeto o una interfaz determinada, en este sentido, el modelo conceptual dado desde el diseño a esa interfaz u objeto puede o no coincidir con el modelo mental que tiene el usuario. El grado de satisfacción o frustración de un usuario está fuertemente ligado a esta condición por lo que el modelo conceptual a ser utilizado debe ser una decisión de diseño estudiada e intencionada.

b) El usuario final

Entender quién es el público objetivo implica segmentarlo por grupos asignándoles niveles de prioridad ya que no se puede diseñar para todos. Es necesario obtener no solamente datos estadísticos o demográficos sino también información de otro tipo, saber quiénes son, cómo se comportan, qué les interesa, a qué grupo social pertenecen, etc.

Definir perfiles demográficos, pero también psicográficos. Toda esta información dará la pauta para la generación de un ecosistema de usuarios que refleje también la forma en que estos interactúan y se relacionan. Se requiere elaborar un retrato detallado del usuario, evaluarlo y tomar decisiones en función de ello. Se requiere encontrar usuarios tipo, usuarios potenciales con distintos grados de experiencia y relación con el producto que se pretende diseñar.

c) Análisis del comportamiento del usuario

Una vez bien identificado el usuario tipo, debemos obtener de este la información que nos interesa: observar su comportamiento frente al tipo de producto, recabar información de forma directa a través de entrevistas y encuestas para conocer sus percepciones, opiniones y actitudes frente al potencial producto. La imagen del usuario tipo debe estar presente a lo largo del desarrollo de todo el proyecto.

d) El escenario de uso y los casos de uso

Se debe desarrollar la historia de cómo el usuario tipo utilizaría nuestro diseño, creando un escenario de uso y situando al personaje en él. Utilizar la técnica de casos de uso permite acercarnos a la intención que tiene el usuario al utilizar un producto, permite centrarnos en las necesidades y expectativas del usuario para no caer solamente en criterios de tipo tecnológico. Los casos de uso nos permiten también reconocer detalles importantes que debería tener lo que vamos a diseñar pues nos permite visualizar su forma de utilización paso a paso. Establecer un comportamiento del usuario frente al producto ubicado en un escenario tal, nos permitirá finalmente elaborar un Diagrama de Flujo de Usuario que nos permite visualizar de forma clara los pasos que el usuario seguirá y que dará pie al diseño de la estructura básica del producto.

Concepto del recurso

a) Prestaciones y funciones

El diseñador de interfaz, juntamente con el aporte valioso del diseñador instruccional pueden elaborar un listado de prestaciones y funcionalidades de un recurso didáctico digital, ordenadas según la prioridad. La funcionalidad describe qué hace el diseño mientras que la prestación explica cómo lo hará. Los objetivos, contenidos y el ecosistema de usuarios de un recurso didáctico determinará el grupo de funciones y prestaciones a implementar, sin embargo es de tomar en cuenta que no siempre convendrá incluir de manera automática todas las que se presenten, hay que considerar y evaluar este aspecto ya que un buen diseño de interfaz es aquel que sabe prescindir con criterios acertados de estrategias que pretendan cubrir demasiado y finalmente terminen produciendo sobresaturación, por lo que es importante saber establecer prioridades. Cada una de las prestaciones y funciones deberá responder a un objetivo desde el punto de vista pedagógico y didáctico en función del público definido. Los objetivos y fines de un proyecto y las necesidades de los usuarios serán un buen filtro para focalizar y determinar las funcionalidades y prestaciones óptimas.

b) El diseño y su adaptación al dispositivo

El DCU no puede presuponer el comportamiento del usuario, no puede asumir simplemente que el usuario estará sentado frente a una pantalla en un lugar tranquilo y sin distractores de otro tipo que les permita estar concentrados en un solo contenido. Hoy en día muchos de los usuarios llevan su software consigo y lo utilizan en los más variados escenarios. De este modo, la forma en que los usuarios interactúan con un software resulta ser muy variado. Es por tanto muy importante tener claro para qué plataforma se está diseñando y en qué contexto se utilizará el dispositivo para tomar decisiones de diseño que sean acertadas. En todo caso, el objetivo siempre debe ser claro, puede ser que cada dispositivo necesite una solución de diseño diferente, pero el objetivo siempre tiene que ser el mismo. El contexto de uso y las necesidades del usuario son determinantes al momento de elegir el dispositivo

de presentación; una actividad que pueda resultar normal en un aula de clases puede no serlo tanto en un espacio público, el uso tiene que resultar siempre intuitivo y natural.

c) Modelos de interacción

Sencillos bocetos a mano alzada que ilustran acciones o tareas clave que realizará un usuario, son útiles al momento de explorar opciones de navegación y transmitir el concepto de base del proyecto.

En la etapa del diseño a nivel operativo: Definición del estilo

a) Diseño visual

Tiene que ver directamente con el aspecto de las páginas, la consistencia visual, el comportamiento de los elementos de interacción, la jerarquía visual, la carga informativa a nivel visual.

b) Diseño de contenidos

Coherencia informativa, comunicacional y organizativa. Equilibrio en el uso de los recursos. Estructura piramidal en la creación de mensajes (lo más importante al inicio). Fácil exploración del contenido en el primer pantallazo. Un párrafo es igual a una idea: vocabulario, lenguaje y tono deben ser adecuados al usuario (Hassan; Fernández, 2004).

Un método eficaz para incentivar a la participación e incrementar la motivación del usuario suele ser el dotar a una aplicación de dinámicas lúdicas mediante las cuales los usuarios reciben puntos, bonificaciones o paso a otros niveles al completar tareas o alcanzar metas determinadas. Esto no solamente incrementa su participación y motivación, sino que también puede fidelizar a un usuario. Un error que se debe evitar es generar un grado de estrés o ansiedad en el usuario.

Cuanto más gratificante resulte una interacción para el usuario, más se engancharán y entenderán con la aplicación por lo que no solamente

se detendrán más tiempo en ella, sino que será más posible que vuelvan. Sin embargo, establecer cuál es el toque lúdico ideal no es fácil, un toque de humor puede no funcionar bien en todos los casos, en ciertos casos usar un recurso de este tipo puede terminar funcionando más bien como un distractor, en otros puede simplemente resolverse con una estética lo suficientemente agradable.

El prototipado

Debe realizarse desde las primeras etapas del diseño, no al final. Puede ser horizontal o vertical, de alta o de baja fidelidad. Nos sirve para comprobar si el diseño es usable.

Evaluación heurística

En base a principios heurísticos, Nielsen (1994) propone:

- Visibilidad del estado del sistema: el usuario sabe siempre lo que está sucediendo.
- Lenguaje común entre sistema y usuario (no tecnicismos).
- Libertad y control por parte del usuario.
- Consistencia y estándares.
- Prevención de errores.
- Es mejor reconocer que recordar: el usuario no tiene que recordar en donde estaba la información, el sistema debe ayudar siempre a reconocer en donde está.
- Flexibilidad y eficiencia de uso: fácil para novatos, pero con atajos para los expertos.
- Diseño minimalista.
- Permitir al usuario solucionar un error.
- Ayuda y documentación.
- Algunas herramientas útiles para esto son:
 - Mapas de sitio,
 - Flujos de usuario-aprendiz,
 - Modelos de interacción,
 - Esquemas de maquetación,
 - Informes de especificaciones funcionales,
 - Prototipos.

Recursos didácticos digitales para niños

Los niños de hoy, nativos digitales, se han apropiado de las herramientas tecnológicas como son *smartphones* y *tablets* de una manera categórica y como nunca otras generaciones lo habían hecho con las tecnologías de su tiempo. Pero para ellos, hoy estas tecnologías no solamente son concebidas como herramientas de juego, sino que son también auténticas herramientas de comunicación, creación y aprendizaje.

Según una investigación realizada en la Universidad de Vic en Barcelona (Crescenzi-Lanna, Grané-Oró, 2016), acerca de aplicaciones educativas para niños, el estudio Kids and CE del NPD Group (2014) muestra que -al menos en Norteamérica- más del 70% de familias con hijos disponen de *smartphones* y *tablets* en su hogar, mientras otro informe de Common Sense Media (2013) mostraba ya que un 72% de niños entre 2 y 8 años utilizan asiduamente dispositivos móviles.

La calidad de un contenido educativo está estrechamente relacionada con la adecuación que este pueda tener o no a la edad del usuario-aprendiz. Para los investigadores citados resulta notorio que los recursos digitales integrados a enfoques educativos generalmente no se desarrollan con contenidos y metodologías adecuadas, ni responden a estrategias didácticas claras y adecuadas a la edad de los usuarios.

Es importante, sin embargo, considerar también que no solamente se trata de la calidad y adecuación de los contenidos, el aspecto formal, visual y el diseño interactivo son determinantes en el acceso por parte de los usuarios y más en una edad infantil. En este caso, resulta muy importante tener en cuenta factores como el desarrollo evolutivo del niño en los aspectos cognitivo y psico-motor. "Las características formales del mensaje audiovisual y multimedia pueden potenciar o pueden obstaculizar la comprensión y la interacción por parte de niños pequeños" (Crescenzi-Lanna, Grané-Oró, 2016, p. 78).

Es así como no solo el contenido es importante, el diseño comunicacional e interactivo y el diseño instruccional reflejado en las actividades de aprendizaje planteadas resultan de gran importancia en los RDDs para niños y deben enfocarse desde nociones claras de educación, didáctica, pedagogía y psicología del desarrollo, atendiendo a principios básicos de diseño interactivo y en función de las especificidades del usuario.

La investigación realizada por Crescenzi-Lanna y Grané-Oró, enmarcada en estudios de la interacción niño-ordenador desde una perspectiva pedagógica y de la psicología del desarrollo, analizó las características del diseño de interfaz e interactividad de 100 aplicaciones educativas recomendadas por educadores y expertos internacionales. El análisis se lo realizó en los aspectos del diseño visual, adaptabilidad, diseño de interacción, estructura, navegación y también en aspectos relacionados a modelos mentales, referentes culturales y conocimientos previos. Entre los aportes de esta investigación con algunos criterios válidos para el diseño de recursos infantiles de aprendizaje podemos destacar los siguientes:

En cuanto al diseño visual

- Equilibrio en la composición: es la referencia más fuerte en la percepción humana, y es especialmente importante en los niños.
- Organización de elementos en pantalla: deben permitir percibir un diseño global visualmente satisfactorio y con confort visual.
- Jerarquización de elementos activos: suponen una ayuda directa a la percepción de los usuarios más pequeños, orientan la atención y sirven de soporte en los primeros momentos de interacción.
- Contraste figura-fondo: es determinante en la buena percepción del contenido por parte del niño.
- Simplicidad visual: no contener más elementos de los necesarios para la comunicación e interacción, eliminando los elementos innecesarios y reduciendo al máximo los necesarios.

- **Objetivo claro:** el objetivo de una acción planteada debe ser intuitivo o estar claramente indicado.
- **Permanencia dentro de la aplicación:** acciones o enlaces que fuerzan al usuario a salir de la aplicación como actualizaciones, compras integradas, anuncios, etc., interfieren en la comunicación, la atención y la interacción.
- **Ayudas del sistema:** deben tener un formato coherente con la edad del usuario (competencias de lecto-escritura, por ejemplo) o en muchos casos pueden resultar realmente innecesarias.
- **Relevo entre textos escritos y mensajes sonoros:** la lectura no debe ser el único camino de acceso a la información por parte de un usuario de corta edad.
- **Retroalimentación al usuario como respuesta a una interacción:** es una estrategia importante en el diseño de materiales interactivos de educación, pero es tan importante su existencia como su adecuación. Pueden ser respuestas verbales, sonoras, visuales y pueden además tener connotaciones emocionales.

En cuanto a la adaptabilidad

- **Diferenciación de edades:** las habilidades y el desarrollo cognitivo y psico motor cambian radicalmente en los primeros años de vida, no se puede considerar al grupo niños como un grupo homogéneo en ese sentido. Los recursos dirigidos a este target deberían considerar diferentes opciones dependiendo de la edad y el conocimiento previo de los usuarios.
- **Características de los dispositivos:** aprovechar características como cambios automáticos de orientación, *multitouch*, alternativas de gestualidad, son recursos para tener en cuenta en el diseño de aplicaciones para niños. Gestos complejos de difícil realización o comprensión por parte de los niños resultan inapropiados.

- **Personajes y elementos que resulten familiares a los destinatarios:** el conocimiento previo contribuye en este caso a una mejor comprensión por parte del usuario. Personajes como animales o cosas humanizadas y con emociones ayudan a la comprensión del contenido y apoyan la interacción. El diseño de íconos y botones muchas de las veces suponen un conocimiento previo por parte de un usuario, que no siempre es coherente con su imaginario (un ícono de un *diskette* por ejemplo, puede resultar familiar para un usuario de las primeras generaciones de computadores pero no lo es para un niño de 8 años).

En cuanto al diseño de interacción

- **Número de elementos activos en pantalla:** 3 o 4 elementos activos simultáneamente en una pantalla son aceptables para usuarios de entre tres y ocho años, más elementos dificultan la interacción del usuario con el contenido.
- **Simplicidad:** necesaria para asegurar la calidad y usabilidad de recursos digitales. Para el usuario, todo lo que no constituye una señal significa ruido que dificulta de alguna manera la comunicación y el uso y esto es mucho más determinante cuando los usuarios son niños.
- **El papel del sonido y la música:** es una estrategia que facilita la comprensión del contenido, mantiene la atención y la motivación de los usuarios más pequeños. Puede usarse como respuesta del sistema a determinadas acciones o para reiterar información visual.

En cuanto a la estructura y navegación

- **Acciones de navegación:** deben ser las mínimas posibles, eliminando toda acción de navegación que resulte innecesaria. El número de pantallas que deben superarse para completar una acción deben ser las mínimas posibles.

- Estructuración: si bien es importante permitir la libre navegación a decisión de los usuarios, esta opción debe ser evaluada de manera coherente a la edad de estos, así como también el uso de sistemas que gradúan los niveles de dificultad. En este sentido se debe tener en cuenta además la pertinencia de permitir que una misma acción se pueda repetir varias veces sin necesidad de salir de la pantalla ya que en muchos casos la repetición puede constituir una estrategia de aprendizaje y un recurso que impacta en los más pequeños.

En cuanto al contenido

- Es necesario tener en cuenta que los contenidos deben considerar el ámbito del conocimiento cognitivo, pero también el ámbito del desarrollo psicomotriz y de desarrollo afectivo-emocional (actitudes y sentimientos).
- Los objetivos educativos dictan las acciones de aprendizaje. Es necesario evaluar si estas deben centrarse en contenidos conceptuales solamente (reconocimiento, exploración o memorización de contenidos) o en otros casos son necesarias acciones que permitan creación y construcción de conocimientos que incentiven la creatividad y la imaginación del usuario. Algunas acciones de aprendizaje pueden desarrollarse en los siguientes ámbitos: reconocimiento de

contenidos, lógica, experimentación, ordenamiento de contenidos, exploración, memorización, orientación y lateralidad, cálculo, coordinación, lectura, escritura, imaginación, construcción, consulta, toma de decisiones, estrategia y planificación.

- Estereotipos: es conveniente evitar los estereotipos, como los de género o de raza, por ejemplo.

El mencionado estudio concluyó que a pesar que el mercado está saturado de aplicaciones para niños, la etiqueta educativa o infantil no indica necesariamente que haya sido validada y testeada adecuadamente de acuerdo con los parámetros descritos anteriormente (Guernsey, citado por Crescenzi-Lanna, Grané-Oró, 2016). La calidad del contenido y diseño de este tipo de aplicaciones debe ser medida en función de su adaptación a los diferentes momentos evolutivos del niño. La investigación muestra "claras problemáticas centradas en el diseño audiovisual e interactivo, la adaptabilidad, la estructura y navegación y pone en evidencia su escasa calidad y adaptación al desarrollo infantil" (Crescenzi-Lanna, Grané-Oró, 2016, p. 84). En los casos estudiados, el diseño de la interacción muestra problemas relacionadas con la poca simplicidad y la baja consideración de eliminación de distractores y elementos innecesarios o superfluos.

Conclusiones

La transformación evidente en las formas de acceso a la información y el conocimiento determinada por las nuevas tecnologías implica una transformación en las formas de enseñanza que utilizan este tipo de recursos. Es necesario adecuar el enfoque que en el campo creativo se da a la estructuración de contenidos, al diseño de interfaz y a la implementación de sistemas de navegación al momento de planear el diseño de recursos didácticos a nivel digital, para lograr así que la información presentada por un recurso de este tipo se convierta efectivamente en conocimiento dentro de la mente del usuario.

La variable pedagógica-didáctica que proporciona el diseño instruccional es, sin duda, un elemento imprescindible en la creación de un RDD. El diseño de interfaz debe considerar dentro de sí el componente de

diseño de experiencias de instrucción, de forma que los conocimientos y las nuevas habilidades se adquieran de una forma efectiva, atractiva y a través de la acción por parte del usuario-aprendiz. Los mecanismos, estrategias, actividades y recursos deben organizarse en función de los grandes objetivos instruccionales.

Las principales funciones de las nuevas tecnologías en el proceso de aprendizaje son la provisión de estímulos sensoriales y la mediación cognitiva, siendo entonces la interfaz, como mediadora entre usuario y máquina, la que actúa directamente en estos aspectos codificando la información con fines educativos. Las dimensiones de la capacidad atencional y la capacidad motivadora de la interfaz actúan como vínculos para el aprendizaje, promoviendo la participación del usuario y haciendo énfasis en la importancia de aprender haciendo, a conciencia de que el aprendizaje no ocurre en el medio tecnológico ni en el dispositivo sino en la mente del usuario.

Es preciso entonces en una primera fase definir las intenciones, los objetivos y los resultados educacionales pretendidos, analizar y estructurar los contenidos en función de ello; pasar luego a una segunda fase de instrumentación, en la cual se seleccionan las estrategias y medios instruccionales adecuados y se diseñan las actividades con un componente didáctico; para finalmente, en una siguiente fase, implementar el diseño mismo de la interfaz gráfica del recurso didáctico digital. El trabajo del diseñador gráfico como diseñador de la interfaz debe ser entonces interdisciplinario y colaborativo, nutriéndose del estudio realizado en las fases anteriores de tal manera que el resultado final cumpla los objetivos didácticos propuestos.

El marco metodológico, el Diseño Centrado en el Usuario (DCU), que promueve un proceso de diseño pensado desde y para el usuario, sintoniza de manera evidente con los criterios que maneja el concepto del diseño instruccional y está en capacidad de potenciar las funciones cognitivas de las nuevas tecnologías que hemos mencionado.

Las nuevas tecnologías son para los niños no solo herramientas de juego o de comunicación, sino que, gracias al grado de apropiación que tienen por parte de estas nuevas generaciones, se convierten también en auténticas herramientas de creación y aprendizaje. En el caso de los recursos didácticos digitales pensadas para niños, la calidad del contenido y la capacidad instruccional está directamente relacionada con la adecuación a la edad y el desarrollo evolutivo del niño. Se ve entonces la necesidad de trabajar en líneas de investigación dentro del diseño digital que guíen eficientemente el desarrollo de este tipo de recursos para garantizar la calidad y funcionalidad de estos.

Notas

¹ Para Herrera Batista (2004) el *diseño instruccional* consiste básicamente en llevar los avances científicos y tecnológicos a la práctica educativa. La planeación de la educación abarca aspectos muy diversos, cuando esta planeación se enfoca directamente en la práctica del acto educativo desde un enfoque didáctico de las tecnologías y con el uso de principios científicos para hacer más eficiente la enseñanza, hablamos de diseño instruccional. Por su parte Anglin (1995) nos dice que el diseño instruccional es un sistema que busca la aplicación de principios derivados de la ciencia para la planeación, diseño, creación, implementación y evaluación efectiva y eficiente de la instrucción.

² Miguel Ángel Herrera Batista es académico de la Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias y Artes para el Diseño, en México. Obtuvo el Grado de Doctor en Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana. Cursó los estudios de Maestría en Educación, en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Obtuvo la licenciatura en Arquitectura. Líneas de investigación: Diseño educativo, ergonomía cognitiva, nuevas tecnologías, aprendizaje virtual.

Referencias bibliográficas

- Acuña, E. (2008). *Criterios para el análisis de entornos virtuales de aprendizaje colaborativo: propuesta metodológica*. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, Tesis de Maestría. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco.
- Anglin, G. (1995). *Instructional Technology: Past, Present, and Future*, Colorado: Ed. Libraries Unlimited, Inc.
- Bonsiepe, G. (1998). *Del objeto a la interfase*, Buenos Aires: Ediciones Infinito.
- Castañeda, S., López, M. (1995). *Manual para el curso de Psicología de la Educación*. Ed. ITESM, México.
- Crescenzi, L. y Grané, M. (2016). *Análisis del diseño interactivo de las mejores apps educativas para niños de cero a ocho años. / An Analysis of the Interaction Design of the Best Educational Apps for Children Aged Zero to Eight*. Comunicar. Vol.46, pp. 77-85. <http://dx.doi.org/10.3916/C46-2016-08> [ISSN 1134-3478].
- Donis, D. (2000). *La sintaxis de la imagen: introducción al alfabeto visual*. México: Gustavo Gili.
- Hassan; Fernández, F. y Iazza, G. (2004). *Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información*. Obtenido de https://www.upf.edu/hipertextnet/numero-2/diseño_web.html
- Herrera, M. y Latapie, I. (2010). *Diseñando para la educación*. En: No Solo Usabilidad, nº 9, 2010. ISSN 1886-8592 Obtenido de http://www.nosolousabilidad.com/articulos/diseño_educación.htm
- Herrera, M. (2007). *Las nuevas tecnologías y sus funciones cognitivas en el aprendizaje*. Anuario de Nuevas Tecnologías. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. Ciencias y Artes para el Diseño. México. Obtenido de https://www.azc.uam.mx/cyad/procesos/publicaciones/DIGITALIA2011/Digitalia%2008/articulo_Miguel.pdf
- Herrera, M. (2004). "Las nuevas tecnologías en el aprendizaje constructivo". En: *Revista Iberoamericana de Educación. Universidad Autónoma Metropolitana de México*. México.
- Herrera, M. (s.f.). *Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas de aprendizaje*. México: Universidad Autónoma Metropolitana de México.
- Mayer, R. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York, USA.: Cambridge University Press.
- Moya, M. (2013). "De las TICs a las TACs: la importancia de crear contenidos educativos digitales". En *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia. Revista científica de opinión y divulgación*. núm. 27. España.
- Nielsen, J. (2003). Usability 101. Alertbox: Current Issues in web usability. Recuperado de <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- Nielsen, J. (1994). *Ten Usability Heuristics*. Recuperado de http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html
- Norman, D. (2004). *El diseño emocional. Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S. A.
- Pratt, A.y Nunes, J. (2013). *Diseño interactivo*. México: Editorial Océano.

Figuras

Figura 1: Cordero, F. (2017). *Estrategias para un aprendizaje constructivo*. Basado en: Herrera Batista, 2007, pp. 19-21.

Figura 2: Cordero, F. (2017). *Cono de aprendizaje de Edgar Dale*. Adaptado de Claudio Morgan, 2015. Disponible en: <https://www.claudiomorgan.com/el-cono-del-aprendizaje/>

Figura 3: Cordero, F. (2017). *Modelo para el diseño de interfaces de RDD's*.

Figura 4: Cordero, F. (2017). *Pasos en el diseño de interfaces de RDD's*.

