

La lectura digital: requerimientos cognitivos y ayudas para la comprensión

Dr. Santiago Roger Acuña, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México
Dra. Gabriela López Aymes, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México
Email: santiagoocu1@gmail.com

Resumen. En este trabajo se analizan las nuevas posibilidades que ofrecen los textos digitales para la comprensión, el aprendizaje y la comunicación, a la par que se examinan los requerimientos y exigencias cognitivas, metacognitivas y motivacionales que imponen dichos instrumentos. Asimismo, se presentan diferentes ayudas y andamiajes que la investigación científica en este campo ha propuesto y validado para promover un mejor aprovechamiento de las potencialidades de esta clase de textos.

Palabras clave: *lectura, comprensión, textos digitales, procesamiento cognitivo, ayudas*

1. Introducción

Como es bien sabido, los textos digitales abren, en principio, nuevas posibilidades en la manera de comprender, aprender y comunicar, pero también imponen a los estudiantes, a la par, una serie de requerimientos y exigencias cognitivas, metacognitivas y motivacionales de mayor complejidad.

Por un lado, no sólo integran, de modo casi natural y de manera dinámica, los sistemas de representación de la realidad ya existentes, como el discurso oral, los textos o las imágenes, sino que además brindan amplias posibilidades interactivas y nuevas formas de organizar y presentar la información (Martí, 2003). En potencia, como señala Schnotz (2005), estas herramientas parecen adaptarse bien a las características esenciales del aprendizaje humano, especialmente si se asume que el aprendizaje constituye un proceso activo, constructivo y situado. La lectura digital, por ejemplo, permite interactuar de manera autónoma y flexible con los contenidos presentados en los documentos, a través de una exploración auto-dirigida. Asimismo, el uso de materiales digitales puede resultar motivante y accesible para el estudiante, al presentar la información de manera más palpable y realista, por medio de animaciones y vídeos, principalmente cuando se trata de representar o simular procesos y modelos complejos alejados de nuestra experiencia cotidiana.

Sin embargo, por otro lado, comprender de un modo profundo el mundo que refiere un determinado documento digital, es decir construir una representación mental que resulte apropiada a la situación aludida por el texto (Kintsch, 1998), exige, tal como lo señala Vidal-Abarca (2010), no sólo poner en juego las competencias propias de la lectura en papel, sino además, una serie de procesos cognitivos, metacognitivos y motivacionales de un elevado nivel de sofisticación. Por ejemplo, para poder construir su propio texto conforme va leyendo y navegando entre múltiples páginas, el estudiante necesita estar habituado, tanto a identificar y utilizar los diferentes hipervínculos explícitos e integrados con las estructuras no lineales de la página como a recurrir de manera oportuna a los dispositivos de representación de contenidos globales. A medida que recorre el documento digital se ve obligado a tomar una serie de decisiones respecto a la calidad y credibilidad de la información consultada. Asimismo, debe poder integrar de manera coherente la información presentada en múltiples formatos representacionales (por ejemplo, textos en audio, sin dejar de lado). Todas estas acciones requieren de un alto nivel de control, monitoreo y regulación de sus acciones. En otras palabras, la lectura digital, al contrario de lo que puede pensarse, no resulta una actividad sencilla y simple, sino que implica un alto nivel de complejidad y dificultad debido a todos estos nuevos procesamientos mentales que impone.

En este trabajo se presentan en primer lugar algunas posibles tareas en los que pueden utilizados estos nuevos materiales digitales. En segundo lugar se hace referencia a las dificultades requerimientos cognitivos y metacognitivos que demanda la comprensión digital, lo que supone al estudiante una actividad mental de mayor complejidad. Finalmente, se presentan diferentes ayudas y andamiajes que la investigación científica en este campo ha propuesto y

validado para promover un mejor aprovechamiento de las potencialidades de esta clase de documentos.

2. Los nuevos materiales digitales: multimedia, hipertexto e hipermedia. Aplicaciones

Los textos digitales resultan apropiados para desarrollar variadas actividades clave en el aprendizaje. Por ejemplo, siguiendo a Jonassen y Grabinger (1990), se puede señalar tres tipos de actividades:

a) búsqueda de información: estos sistemas son capaces de ofrecer un extenso banco de información usando diferentes formas de representación.

b) adquisición de conocimientos: se ha considerado que existe una analogía entre la estructura de conocimiento del ser humano y la estructura de un texto digital. Ambas estarían organizadas en esquemas que constituirían una red de conceptos interrelacionados a partir de asociaciones fundamentalmente de tipo semántico, aunque esta idea se encuentre sometida a diversas críticas últimamente. El aprendizaje consistiría en sucesivos procesos de acrecentamiento, reestructuración y refinamiento de estas estructuras conceptuales. Un documento digital, por ejemplo, un hipermedia sería, en virtud de este paralelismo, un recurso adecuado para favorecer el incremento de la información contenida en los esquemas, como así también, para propiciar la reorganización y producción de nuevas estructuras de conocimiento, o bien, para contribuir a un mejor ajuste de estas estructuras a las demandas específicas de las tareas, o a las particulares características de cada dominio de conocimiento;

c) resolución de problemas: los documentos digitales pueden ser útiles, tanto para la representación del problema, como para la transferencia de conocimientos y su evaluación. Brindan la posibilidad de representar los problemas de manera significativa, siguiendo diferentes alternativas. También, facilitarían la activación de los conocimientos previos que se requieren para una comprensión adecuada del problema y ayudarían en los procesos de transferencia de información, proporcionando los medios necesarios para evaluar las posibles estrategias de solución.

Por consiguiente, sus aplicaciones para el aprendizaje también pueden ser diversas. Así Tricot et al. (2000) han destacado que estos documentos digitales son herramientas que ofrecen una serie de posibilidades para enriquecer diferentes clases de entornos de aprendizaje. Consideran que son tres los entornos de aprendizaje en que pueden utilizarse los textos digitales, a saber:

a) Entornos para aprender haciendo: en estos entornos - que presentan situaciones de aprendizaje en las que los estudiantes tienen que interpretar las 'instrucciones' de una tarea, identificar los componentes relevantes y transferir los conocimientos adquiridos para resolver una nueva situación - los textos digitales pueden ser útiles no sólo para movilizar el conocimiento preexistente de los estudiantes sino también para promover la exploración activa de un espacio de tarea/información que contribuya a modificar sus representaciones iniciales. Esta clase de materiales ayudarían a los estudiantes a que formulen hipótesis y las prueben según avanzan con la tarea. Sin embargo, la inclusión de los documentos digitales como herramientas para estos entornos exigiría como requerimiento un *feedback* continuo que vaya valorando y guiando las acciones de los estudiantes.

b) Entornos para el aprendizaje por instrucción: en este caso los estudiantes pueden adquirir nuevos conocimientos y elaborar una situación mental (o modelo mental) a partir de la información incluida en un documento digital, en función de la tarea que deben de realizar. Para ello los recursos digitales ofrecen la posibilidad de presentar de manera dinámica un mismo contenido, empleando múltiples formatos de presentación de la información, lo que permitiría

promover en los estudiantes una comprensión más profunda de ese contenido. No obstante, es conveniente ofrecer herramientas que ayuden a los estudiantes a procesar e integrar adecuadamente las diferentes clases de representaciones que se incluyan.

c) Entornos para el aprendizaje por exploración: en esta clase de entornos los textos digitales sería útiles, pues ofrecen la oportunidad de adquirir representaciones cognitivas flexibles a través de la exploración de un dominio de conocimiento, siguiendo diferentes perspectivas y dimensiones. Aunque para ello resulta importante apoyar fundamentalmente los procesos metacognitivos implicados en la planificación, el control y la regulación de la actividad de exploración.

Como vemos, los entornos educativos basados en el empleo adecuado de los diferentes tipos de textos digitales serían propicios para favorecer en los aprendices el desarrollo de un pensamiento flexible, capaz de comprender y establecer relaciones complejas, y de reflexionar sobre los propios procesos cognitivos, especialmente en dominios de conocimiento mal definidos, - como por ejemplo, las ciencias sociales - (Spiro, Feltovich, Jacobson y Coulson, 1991). Sumado a ello, podrían llegar a proporcionar a los alumnos un mayor grado de control y autonomía de sus propios procesos de aprendizaje. Por otra parte, se trata de materiales de gran versatilidad que se ajustarían a una enseñanza tutorizada, tanto presencial, como a distancia, factibles de ser usados en diversos contextos educativos. Brindarían, por un lado, la posibilidad de llevar a cabo procesos instruccionales con objetivos, metas y secuencias individualizadas, adaptándose de este modo a las diferencias individuales de los alumnos (Kommers y Lanzing, 1998); mientras que, por otro lado, también podrían apoyar actividades en equipo en las aulas, fomentando aprendizajes cooperativos (Gros, 2008).

3. Restricciones y requerimientos de la lectura digital

La versatilidad y flexibilidad de los diferentes documentos digitales no implica que estén exentos de algunas dificultades y limitaciones. De tal manera, que la comprensión y el aprendizaje con estos nuevos materiales no siempre puede resultar más efectiva que con los textos tradicionales. Algunos trabajos experimentales han puesto de relieve una serie de limitaciones en su empleo (Chen y Rada, 1996; Dillon y Gabbard, 1998 Linn, 2005; Shapiro, 1998). Resulta necesario tener en cuenta sus eventuales restricciones para la comprensión y considerar los requerimientos que impone el uso de estos documentos para la comprensión.

Por lo general, sus limitaciones han sido asociadas a dificultades en el acceso y la navegación dentro del sistema (Jonassen, 1988; Salmerón et al., 2005). Cabe destacar un peligro: que los usuarios se pierdan en las redes de enlaces que propone un documento digital y/o que no sean capaces de dirigir la navegación teniendo en cuenta sus propias metas. También, pueden dispersarse en la red y pasar de una página a otra, sin seguir un orden óptimo de lectura, obviando las relaciones semánticas de los enlaces (Rouet y Levonen, 1996).

Una cuestión muy importante a tener en cuenta se refiere al problema que supone para los aprendices la integración de nueva información a la propia estructura de conocimiento. Comprender de modo significativo implica, entre otras cosas, poder establecer relaciones entre los conocimientos previos y los nuevos contenidos, proporcionándoles una organización conceptual interna, que dé lugar a sucesivas reestructuraciones, mediante un proceso de construcción dinámica. Ahora bien, si la nueva información que provee un texto digital, por lo general, presenta una estructura sumamente flexible y una organización conceptual, ya sea muy compleja, o bien, muy exigua, estos procesos pueden resultar aún más difíciles.

No es extraño, entonces, que se haya señalado que el aprendizaje con este tipo de recursos supone mayores demandas cognitivas, o bien, que puede ocasionar una sobrecarga cognitiva en el usuario (Jonassen, 1988; Jonassen y Grabinger, 1990). Por ejemplo, es necesario acomodarse a los distintos formatos de presentación de la información; recordar la localización en la red, tomar decisiones sobre donde ir a continuación y tener presente el

recorrido realizado, y, finalmente, reconstruir la coherencia global del documento digital que se encuentra fragmentada. Es decir, que a los procesos cognitivos necesarios para aprender, se les suma el esfuerzo adicional que supone controlar y regular los procedimientos de navegación y comprensión hipertextual y/o hipermedia. Todo ello puede llegar a producir “una indigestión cognitiva” (Dede, 1988).

En este sentido, algunos estudios experimentales con textos digitales (Gray, 1990; Rouet, 1990) refieren que muchos sujetos tienen problemas para recordar lo que han leído o no. Les cuesta construir una estructura organizacional, y muchas veces no están seguros de que han encontrado la información que necesitan.

Al respecto, resulta importante destacar algunas cuestiones específicas de la comprensión de información presentada en un texto digital, que marcan las diferencias respecto de la comprensión de textos lineales tradicionales. En la Tabla 1 se indican los distintos requerimientos del procesamiento de información no lineal y las restricciones que impone, en comparación con el manejo de información lineal.

Tabla 1 *Restricciones y demandas que supone el procesamiento de información no lineal*

Restricciones	Demandas
Restricciones en la interfaz	Lectura en pantalla o monitor de ordenador
Restricciones en la progresión	Exigencias de la navegación
Restricciones en la coherencia estructural	Reconstrucción de la macroestructura global
Ausencia de marcadores superestructurales	Manejo de herramientas y ayudas para la navegación
Habilidades y estrategias de lectura	Recursos cognitivos y metacognitivos

Así, en primer lugar hay que tener en cuenta el cambio de soporte. Los textos digitales implican un cambio en el soporte en que se presenta la información, es decir, se pasa del papel a un soporte electrónico, lo que puede afectar al proceso de comprensión. Al respecto se han llevado a cabo diferentes investigaciones para detectar lo que Lacroix (1999) llama *restricciones en la interfaz*. Uno de los factores, que inciden en estas restricciones, tiene que ver con la resolución de pantalla. Algunos trabajos referidos por Dillon (1996) muestran que la lectura de una pantalla de ordenador resulta más fatigosa y un poco más lenta. Por otra parte, muchos de estas restricciones parecen estar relacionados con factores de presentación (como por ejemplo, la orientación vertical), aunque últimamente debido a los adelantos tecnológicos que proporcionan un mayor despliegue de gráficos de alto nivel, las investigaciones están señalando que leer en pantalla puede ser tan rápido como leer con papel, a pesar de que algunos estudio refieren que la confusión en las ideas y los errores de sintaxis se detectan mejor en formato papel (Lacroix, 1999).

Siguiendo a Lacroix (1999), un segundo aspecto a tener presente hace referencia a las *restricciones en la progresión*. Como señalamos anteriormente un documento digital, como por ejemplo, un hipermedia, requiere que el estudiante decida de manera explícita acerca del recorrido a seguir y que vaya realizando opciones continuas para progresar en la lectura. Para facilitar esta tarea los documentos digitales disponen habitualmente de una serie de instrumentos, por lo general dos tipos de mecanismos: los menús explícitos y los enlaces fijos, además pueden incorporar marcadores estructurales. Como la progresión en la lectura implica el uso de estos dispositivos junto con un control de esta tarea es posible que se produzcan desorientaciones, o bien que se lleve a cabo una progresión al azar, lo que de alguna manera puede llegar a afectar la comprensión.

Estrechamente asociada a esta restricción existe una tercera diferencia que señala Lacroix (1999) debido a las *restricciones en la coherencia estructural*. La no-linealidad produce una fragmentación en la presentación de la información que puede dificultar una estructuración coherente de la misma. Como la comprensión implica la construcción por parte del usuario de una representación mental que contenga la estructura global del texto que se lleva a cabo por medio de procesos inferenciales, es muy probable que en el caso de los documentos digitales más sofisticados, este trabajo de construcción no sea de fácil ejecución para los aprendices.

Justamente refiriéndose a la coherencia en los textos digitales, Foltz (1996) precisa que, a diferencia del texto lineal, es sumamente difícil que el autor pueda anticiparse a todos los posibles lugares que el lector puede visitar. A lo que se suma el hecho de que resulta bastante complicado mantener una buena macroestructura para todos los posibles enlaces. La pérdida de la coherencia que esto implica exige que el estudiante reconstruya la estructura de la información, lo que conlleva un proceso adicional, pues el lector tiene que llevar a cabo las inferencias necesarias para incorporar la información de un nodo a otros.

Además, los textos digitales, a diferencia de los textos lineales suelen no presentar *marcadores superestructurales*, como por ejemplo, los esquemas narrativos. Los esquemas narrativos proporcionan una estructura para organizar e integrar la información de un texto. En los hipermedia e hipertextos, no es evidente encontrar esquemas narrativos; lo que puede afectar a los estudiantes ya que no pueden incorporar y organizar de manera efectiva la información dentro de una situación conocida. Según Rouet (1998), la construcción de un hipermedia o de un hiperdocumento para que sea leíble o sea abordable por un estudiante promedio debe tener en cuenta, no sólo las reglas clásicas de escritura y de presentación, sino también de los nuevos esquemas retóricos propios de los textos digitales más complejos, como ser la iconografía o la organización de los caracteres tipográficos o la manera cómo se están indicados los enlaces. Por lo que es muy probable que en esta cuestión aparezcan dificultades, principalmente porque los esquemas retóricos empleados sólo resultan inteligibles para el que diseña, al no existir todavía una convención estándar que formalice estos marcadores hipertextuales. La comprensión de estos marcadores y su utilización estratégica puede suponer una de las habilidades básicas del lector digital.

De ahí que otro aspecto específico del uso de los textos digitales haga referencia a las habilidades y las estrategias de lectura que, en el caso de los hipermedia e hipertextos, se encuentran asociadas a otros procesos adicionales como la navegación. En estas estrategias incide la estructura en la que se organiza la información y las herramientas de apoyo que se hayan incluido (por ejemplo, mapas conceptuales, indicadores de posición, etc.). Los estudiantes que poseen buenas estrategias de navegación pueden procesar con facilidad la información, pues esta tarea no les supone interferencia. Asimismo, que el texto digital disponga de buenos instrumentos de navegación es una ventaja para los aprendices con bajo conocimiento.

Dada la flexibilidad de los textos digitales, las *estrategias de lectura* pueden ser variadas. Estas apuntan a obtener una estructura con coherencia que permita una representación mental adecuada. La búsqueda de coherencia estructural juega un fuerte papel en la selección de estrategias. Aunque las estrategias de lectura varían también, dependiendo tanto de las metas de lectura como del nivel de conocimiento de los estudiantes. De este modo, los que tienen objetivos precisos necesitan, por lo general, tener métodos sencillos para localizar la información. Por otra parte, cuando un estudiante tiene bajo nivel de conocimiento requiere que se le contextualice la información de manera significativa; también puede ser beneficioso proporcionarle visitas guiadas, es decir, que se le señalen recorridos recomendados. A diferencia de los aprendices de alto nivel que no necesitan de estas ayudas adicionales.

5. Ayudas para promover la comprensión de documentos digitales

Como vimos, si bien los documentos digitales abren nuevas posibilidades a la comprensión, también reclaman una serie de fuertes demandas cognitivas, metacognitivas y motivacionales vinculadas con el procesamiento de información estructurada de manera no lineal, el procesamiento multimedia y, como siempre, con la autorregulación de dichos procesos, más aún cuando se dotan a estos documentos de mayores posibilidades interactivas.

Por consiguiente, no resulta extraño, que se hayan propuesto variadas ayudas para reducir el esfuerzo mental que supone, los diferentes procesamientos implicados en la comprensión digital. Las diferentes iniciativas teóricas que hemos presentado representan un reflejo de la complejidad del procesamiento implicado en la comprensión de documentos digitales. Estos enfoques teóricos han fundamentado una importante cantidad de trabajos experimentales, dirigidos, tanto a validar estos modelos y precisar la influencia de las variables individuales en la comprensión de estos materiales digitales, como también a explorar el impacto de una serie de ayudas, derivadas de dichas ideas, buscando propiciar una optimización del procesamiento mental que la comprensión de documentos digitales demanda. Así, es posible diferenciar dos grandes grupos de ayudas que tratan de hacer más efectivo el aprendizaje multimedia (Ver Tabla 2).

Tabla 2 *Ayudas para la comprensión de textos digitales*

Procesamientos	Ayudas	
	<i>Transparencia del material digital</i>	<i>Apoyo a la actividad</i>
Información no lineal	<ul style="list-style-type: none"> • Organización estructural coherente y clara • Instrumentos de ayuda para la navegación (mapa conceptual, p. e.) • Presentación de rutas de navegación 	<ul style="list-style-type: none"> • Formulación y el mantenimiento de metas orientadas hacia la tarea • Estrategias de navegación • Búsqueda orientada
Representaciones externas múltiples	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación contigua de las representaciones externas (principios de contigüidad espacial y temporal) • Presentación coherente y sin redundancia • Utilización de diferentes modalidades sensoriales 	<ul style="list-style-type: none"> • Orientación para la integración coherente de múltiples representaciones externa
Componentes interactivos	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz transparente y visible • Dispositivos interactivos no sofisticados • Feedback adaptado 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrucción del manejo de componentes interactivos • Desarrollo de un andamiaje externo metacognitivo • Orientación para la autorregulación del aprendizaje

Por un lado, un tipo de ayudas pretende favorecer los diferentes procesamientos característicos de los documentos digitales haciendo más “transparentes” a estos materiales. Para ello se han desarrollado y puesto a prueba una serie de principios instruccionales dirigidos a orientar el diseño de los materiales hipermedia. Por otro lado, un segundo tipo de ayudas procuran brindar soporte a la actividad que lleva a cabo el aprendiz, proponiendo una serie de

indicaciones y orientaciones que redirijan la mente del aprendiz hacia aspectos relevantes que es necesario considerar cuando se comprenden materiales digitales.

A continuación presentaremos las ayudas más relevantes - dirigidas tanto al diseño de los documentos como a la actividad de estudiante- que la investigación en este campo ha ido proponiendo para promover los diferentes procesamientos implicados en la comprensión de textos digitales.

5. 1 *Ayudas para el procesamiento no lineal*

La investigación sobre el procesamiento cognitivo de información no lineal ha puesto de relieve que este procesamiento puede promoverse si los documentos reúnen una serie de características relacionadas con: a) la estructura en que se organiza el documento; y b) la inclusión de instrumentos que faciliten la navegación, como por ejemplo, mapas conceptuales, itinerarios sugeridos, entre otros.

Por ejemplo, respecto a la forma de organización en que se estructura la información en un documento digital, algunos estudios han mostrado que las estructuras jerárquicas facilitan la recuperación de documentos, en comparación a estructuras más complejas que asumen una organización conectada en red (Edwards y Hardman, 1989; Mohageg, 1992). Asimismo, otros estudios pusieron en evidencia que el proveer representaciones estructurales a través de diferentes herramientas, como ser índices alfabéticos o índices jerárquicos (Rouet, 1992), contribuía a favorecer el procesamiento macroestructural. En tal sentido, Dee-Lucas y Larkin (1995) encontraron que la inclusión en un sistema hipermedia/hipertexto de un mapa conceptual jerárquico permitió que los estudiantes alcanzaran una mejor representación global y local de la estructura hipertextual. En cambio, otros trabajos encontraron resultados discrepantes sobre la inclusión de representaciones sobre la estructura que presenta este tipo de material instruccional. Es el caso de la investigación de McDonald y Stevenson (1996) quienes no obtuvieron evidencia empírica significativa al comparar un texto informático lineal con otros textos no lineales que incluyen respectivamente un mapa jerárquico y un mapa en red.

Estos resultados discrepantes probablemente se deban en buena medida a la influencia que alcanza el nivel de conocimientos previos de los estudiantes. Así, por ejemplo, Hoffman y van Oostendorp (1999) mostraron que representaciones más simples del contenido de un hipertexto, como por ejemplo, las listas de contenido o mapas jerárquicos, resultaban apropiadas para estudiantes con bajo nivel de conocimientos previos, en tanto que mapas en red se ajustaban mejor a los estudiantes con conocimientos previos más altos. En tal sentido, Potelle y Rouet (2003) encontraron la existencia de una interacción entre una representación jerárquica del contenido de un hipertexto y el nivel de conocimientos previos de los aprendices. Así, las representaciones de contenidos que solo muestran relaciones básicas (por ejemplo, de subordinación) pueden ayudar a facilitar la construcción de una macroestructura global de las relaciones implícitas y explícitas entre las unidades del hipertexto. No obstante, a diferencia del trabajo de Hoffman y van Oostendorp (1999), la inclusión de un mapa semántico en red, en el que se desplegaron varios tipos de enlaces semánticos más sofisticados, no promovió un mejor rendimiento en los aprendices de alto nivel de conocimientos previos (Potelle y Rouet, 2003).

Junto a ello se han demostrado los beneficios que ocasionan visiones generales y estructuradas como forma de recuperar la coherencia (Dee-Lucas y Larkin, 1995, y Dee-Lucas, 1996). Por otro lado, se ha visto que la inclusión de herramientas como los mapas conceptuales constituyen recursos válidos para superar las restricciones impuestas por la pérdida de la macroestructura global.

Respecto a las ayudas a la actividad del aprendiz cuando despliega un procesamiento no lineal, algunos estudios mostraron que el tipo de preguntas que se formule para orientar la búsqueda de información afecta el procesamiento que lleven a cabo los estudiantes. Así, ante preguntas específicas o detalladas, de bajo nivel, los estudiantes habitualmente siguen

patrones de búsqueda dirigidos a localizar y memorizar la información; mientras que, en cambio, las preguntas de alto nivel, que tienen en cuenta las ideas principales presentadas en el texto, pueden dar lugar a un patrón de búsqueda orientado a revisar e integrar los contenidos textuales (Rouet, Vidal-Abarca, Bert-Erboul y Millogo, 2001). Siguiendo esta misma línea de investigación, pero en este caso con hipertextos, Rouet (2003) analizó la influencia de diferentes tipos de preguntas respecto a las estrategias de búsqueda de información que siguen los estudiantes. Los resultados de este estudio mostraron que las estrategias de los estudiantes dependían de las características de las preguntas. En tal sentido, se observó que ante preguntas específicas los estudiantes realizaban búsquedas más rápidas y precisas, mientras que para responder a las preguntas generales, de alto nivel, los estudiantes experimentaban dificultades. Según Rouet (2003) estas dificultades se deben a que el aprendiz ante preguntas de alto nivel debe completar muchos ciclos de búsqueda, evaluación, selección e integración del contenido de la información, manteniendo los resultados intermedios en mente, mientras continúa buscando información adicional, lo que genera un incremento en la carga de memoria de trabajo. Por consiguiente, para evitar esta sobrecarga sería conveniente plantear una secuencia de preguntas que vayan paulatinamente incrementando la complejidad de dichas preguntas, es decir, desde las más específicas hasta las de mayor apertura.

5.2 Ayudas para el procesamiento multimedia

Las ayudas de diseño - que surgen de los modelos de procesamiento multimedia que se han propuesto - tratan de fundamentar las decisiones que se toman en el proceso de elaboración de los materiales hipermedia y multimedia.

Algunos principios generales que se han propuesto en tal sentido tienen que ver con los siguientes puntos:

- **Consistencia:** que implica mantener un equilibrio entre las características de las imágenes y las características de los textos.
- **Sinergia:** relacionada con la exigencia de tener en cuenta en el diseño de materiales multimedia los requerimientos de los procesos cognitivos implicados en su procesamiento

Así, por ejemplo, se ha señalado la necesidad de que exista una alta consistencia entre las características de las imágenes y características del texto, como también se consideren algunas de las restricciones que suponen el procesamiento cognitivo de estas representaciones externas [por ejemplo, evitar sobrecargas cognitivas teniendo en cuenta las limitaciones de la memoria de trabajo (Sweller, 1994)].

Dentro de esta clase de ayudas y principios que orientan el diseño, es importante destacar los trabajos que llevaron a cabo Mayer y sus colaboradores, basándose en su modelo generativo del aprendizaje multimedia (Mayer, 2001; Mayer y Moreno, 2003). En estos estudios se ha buscado contrastar empíricamente algunos principios u orientaciones que ayuden a facilitar el procesamiento multimedia, manipulando los materiales instruccionales. Al respecto, puede señalarse que Mayer y colaboradores, en estos trabajos experimentales, han encontrado evidencia empírica favorable a sus principios del aprendizaje multimedia, que ayudarían a crear condiciones favorables para la integración de representaciones textuales y gráficas. Estos principios son:

- **Principio de múltiple representación:** que señala que es mejor presentar una explicación empleando imágenes y palabras que solamente información verbal, ya sea escrita u oral;
- **Principio de contigüidad:** propone que cuando se aprende con un documento multimedia, resulta más efectivo presentar la información gráfica y la información verbal de manera simultánea que separadamente, ya que las distancias espacial, - en el caso de

imágenes y textos escritos -, y temporal, - cuando se emplean imágenes y textos orales -, incrementan el esfuerzo cognitivo que requiere su procesamiento.

- *Principio de coherencia*: propone que una explicación multimedia se comprende mejor cuando se incluye muy poca información irrelevante, por lo tanto, en situaciones de aprendizaje resultan más apropiados los materiales multimedia que contienen información concisa por sobre aquellos materiales que incluyen elementos ornamentales adicionales, interesantes pero irrelevantes.

- *Principio de modalidad*: plantea que es mejor presentar la información verbal bajo la forma de textos orales que a través de textos escritos; por ejemplo, la presentación en documentos multimedia de animaciones más audio alcanza mejores resultados que el modo de presentación: animaciones más textos escritos.

- *Principio de redundancia*: señala que se debe evitar la presentación de información redundante, es decir que - en base también al principio de modalidad - resulta apropiado presentar sólo una vez la información textual, preferiblemente bajo la modalidad oral o sea en narraciones, ya que la presentación duplicada de la información textual, siguiendo las dos modalidades texto escrito y narración conlleva una sobrecarga cognitiva en el aprendiz.

- *Principio de personalización*: que se dirige a incrementar el interés, la motivación y la implicación del estudiante utilizando en las narraciones orales que explican las animaciones un estilo conversacional, añadiendo comentarios personales, como felicitaciones, y recurriendo a la primera y segunda persona en lugar del tercer pronombre personal. Por consiguiente, este principio propone evitar las explicaciones que emplee una prosa no personalizada que siga un estilo expositivo no conversacional.

- *Principio de interactividad*: indica que resulta conveniente la inclusión de recursos interactivos simples, que permitan al estudiante ir regulando la secuenciación de la presentación animada. Esto permitiría reducir la carga cognitiva y dar mayores oportunidades para que el aprendiz se implique en el procesamiento de información multimedia. Así, al poder regular el ritmo de la presentación multimedia cada estudiante puede ocupar todo el tiempo que le requiera la construcción de la imagen visual y su integración coherente con la explicación verbal.

- *Principio de señalización*: propone la recomendación de que en las animaciones y en las narraciones se incorporen señales dentro de la presentación que ayuden a los estudiantes tener en cuenta las ideas más importantes y su organización. Estas señales no añaden nueva información sino que explicitan y enfatizan los diferentes puntos a considerar en la presentación multimedia y las relaciones causales más importantes entre esos puntos.

Junto a estos principios que propone Mayer y colaboradores derivados de su teoría generativa, otros trabajos, como por ejemplo, los de Kulhavy y colaboradores, han propuesto una serie de sugerencias respecto a la combinación de múltiples representaciones externas. Así, han mostrado que cuando es imposible presentar las diferentes representaciones en contigüidad espacial es mejor presentar una imagen antes que el texto correspondiente y no a la inversa (Kulhavy et al., 1994). Este principio se fundamenta en el hecho de que - debido a que un texto nunca describe un tema con suficiente detalle, de tal manera, que posibilite la construcción de un único tipo de imagen - el modelo mental o la imagen visual que el estudiante construya desde el texto probablemente diferirá de la imagen, si esa imagen se presenta después. Por consiguiente, la imagen y el modelo mental pueden hacer interferencia en tal caso. Esta cuestión se podría evitar si la representación gráfica se presenta antes que el texto (Schnotz, 2005).

Además, en el diseño de material multimedia un aspecto destacado tiene que ver con la economía cognitiva. En tal sentido, Ainsworth (1999) ha señalado que las representaciones múltiples pueden apoyar la comprensión, debido a que estas representaciones pueden cumplir, por ejemplo, funciones de restricción o de complementariedad. No obstante, dado que el

procesamiento de múltiples representaciones tiene además unos costes cognitivos, si el número de representaciones aumenta, los costes cognitivos también se incrementan, a tal punto que las representaciones externas dejan de cumplir sus funciones debido a los altos costos cognitivos que requieren. En este caso, los aprendices - siguiendo los principios de la economía cognitiva- no se implicarán un procesamiento adicional. Probablemente, sólo tendrán en cuenta algunas representaciones y descuidarán otras.

Más allá de estos principios dirigidos al diseño de los materiales multimedia, es posible también encontrar otras propuestas que como señalamos anteriormente se han dirigido a montar ayudas que contribuyan a la integración de textos e imágenes animadas.

Algunas de estas propuestas han seguido planteamientos próximos al modelo de procesamiento de Schnotz (2001), que pone el acento como vimos en la *construcción, inspección y reconstrucción* del modelo mental y de las representaciones proposicionales que se construyen a partir de las informaciones suministradas por el texto y las imágenes.

Así señala Schnotz (2003) que, si bien los principios que propone Mayer y colaboradores resultan válidos para reducir de manera significativa la carga cognitiva extraña o ajena que demanda el procesamiento multimedia, estos principios no garantizan la construcción de representaciones situacionales o de modelos mentales apropiados. Es por ello que junto a estos principios, a partir del modelo de Schnotz et al. (2002) también se han propuesto otros tipos de ayudas, más de carácter instruccional, que tratan de orientar y apoyar el proceso de construcción e inspección de la coherencia estructural que demanda la integración de varias representaciones externas (Seufert, 2003).

Por ejemplo, Seufert (2003) ha señalado que en el procesamiento multimedia el aprendiz, no sólo debe procesar cada representación externa, estableciendo conexiones coherentes dentro de cada representación externa (coherencia intrarepresentacional), sino que también precisa articularlas entre sí de manera coherente (conexiones coherentes interrepresentacionales) para construir una representación interna rica que pueda ser integrada a su propia estructura de conocimiento. Este proceso bastante complejo puede verse facilitado, por lo tanto, si se provee de manera explícita orientaciones a cerca de qué elementos y relaciones son relevantes dentro de cada representación, a la vez que se señala el modo en que diferentes representaciones pueden ser interconectadas. Así, para favorecer este proceso se pueden proponer una serie de elementos visuales que destaquen aquellos componentes relevantes en las representaciones gráficas y los textos (como por ejemplo, iluminación de estos elementos con señales visuales, empleando colores diferentes o flechas). Sin embargo, estas ayudas pueden resultar insuficientes y conducir sólo a una comprensión superficial

Por consiguiente, Seufert (2003) ha propuesto otro tipo de ayudas, de carácter semántico, dirigidas a proveer, ya sea de manera directiva o no directiva, enunciados explícitos sobre los elementos y las relaciones que resulta relevante tener en cuenta. Con ellos busca apoyar la actividad de los estudiantes en la integración de información textual y gráfica para que disminuya la carga cognitiva. Propone como ejemplo típico de una ayuda directiva para la integración coherente de una representación gráfica con representaciones textuales sobre un proceso químico, un enunciado como el siguiente: "El cambio de electrones está visible en ambos recuadros" (en los que se presentan textos y gráficos). En cambio una ayuda no directiva podría ejemplificarse con una pregunta del tipo: "¿Existe correspondencia en los procesos tal como se presentan en la animación y se describen en el texto? ¿Existen algunas diferencias?".

Junto a estas ayudas semánticas dirigidas a promover la integración coherente de información multimedia, es posible encontrar otras propuestas que ponen el acento en incrementar la actividad que despliega el aprendiz al integrar múltiples representaciones externas. Un ejemplo de esta clase de ayudas lo podemos encontrar en un trabajo reciente llevado a cabo por Bodemer, Ploetzner, Feurlein y Spada (2004). Estos investigadores han propuesto un recurso de apoyo que trata de implicar a los estudiantes en la integración activa

de representaciones simbólicas y pictóricas, siguiendo un procedimiento estructurado y reflexivo. Este procedimiento, basado en el concepto de proyección de la estructura (Gentner, 1983) muy utilizado en la construcción de analogías, consiste en un apoyo, para la integración de información gráfica y textual que se presenta sin respetar el principio de contigüidad espacial de Mayer (1997), en el que animan a los estudiantes a identificar, en primer lugar, cuáles son las estructuras relevantes en las representaciones y a que, posteriormente, las integren en función de la relación que pudieran tener con otras representaciones familiares. Para propiciar la integración de múltiples representaciones también se proporcionan ejemplos y orientaciones que guíen la atención hacia aspectos específicos de las representaciones.

En sus resultados Bodemer et al. (2004) encontraron que la integración activa mejora significativamente el aprendizaje de múltiples representaciones externas ya que posibilita que los aprendices hagan un uso apropiado de sus capacidades cognitivas.

No obstante, a pesar de la relevancia que a priori podrían alcanzar estas ayudas, también se ha visto que no todos los sujetos responden de la misma manera cuando se presentan ayudas ni tampoco llevan a cabo el mismo procesamiento cognitivo (Goldman, 2003). Se hace necesario, por tanto, determinar bajo qué condiciones y para quienes es realmente efectivo el uso de representaciones gráficas animadas, ya que pueden estar influyendo características individuales (como conocimiento previo en el dominio, experiencia en el manejo de estas representaciones externas). De ahí que sea necesario revisar el peso que tienen, en el procesamiento multimedia, variables individuales como el nivel de conocimientos previos.

5. 3 Ayudas para la gestión interactiva

En este caso las ayudas se han dirigido sobre todo a propiciar una mayor implicación activa del estudiante y también a incluir diferentes clases de andamiajes, especialmente referidos a la autorregulación de los procesos implicados en la comprensión.

Respecto a la importancia de la implicación activa del aprendiz, por ejemplo, Mayer, Dow y Mayer (2003) realizaron un experimento en el que examinaron cómo puede influir un procesamiento activo de la información cuando se aprende con material multimedia. Así, plantearon en este estudio la hipótesis de la autoexplicación, que propone que cuando a los estudiantes se les plantea una indagación previa y se les implica en la realización de autoexplicaciones se espera un procesamiento más profundo y por consiguiente un mejor rendimiento en las tareas de transferencia. Para comprobar esta hipótesis evaluaron el efecto de las autoexplicaciones en estos entornos instruccionales, comparando el rendimiento que alcanza un grupo de estudiantes al que le proponen una indagación (interrogación elaborativa) antes de la presentación de la información multimedia, con otro grupo al que no se le presentó esta indagación. En este trabajo, la función cognitiva que desempeña la indagación previa es la de implicar cognitivamente al aprendiz. Es decir, que la tarea que debe resolver es una pregunta conceptualmente demandante orientada a que el aprendiz lleve a cabo un procesamiento profundo del material presentado, junto a ello se anima a los estudiantes a implicarse en efectuar autoexplicaciones durante el aprendizaje. Los resultados finalmente apoyaron la hipótesis de la autoexplicación, ya que los estudiantes a los que se les implicó en las autoexplicaciones durante el aprendizaje alcanzaron un mejor rendimiento.

Sin embargo, acciones constructivas como las autoexplicaciones pueden resultar muy demandantes para los estudiantes; de ahí la importancia de combinar una implicación activa del aprendiz con un feedback explicativo que oriente las acciones de los estudiantes. Así, por ejemplo, Moreno y Mayer (2005) han proporcionado evidencia empírica que apoya la idea de que implicar a los estudiantes en una acción de reflexión promueve un mejor rendimiento en tareas de recuerdo y resolución de problemas, cuando la reflexión va acompañada con orientaciones proporcionadas bajo la forma de explicaciones de un agente informatizado. Sin esta orientación, resulta factible que la acción autorreflexiva de los estudiantes se lleve a cabo sobre la base de repuestas erróneas, por lo que en tal caso dejaría de ser efectiva. Por

lo tanto, señalan Moreno y Mayer (2005) que una actividad reflexiva permite un aprendizaje profundo solamente si está basada en información correcta.

Por consiguiente, la implicación activa del estudiante en la realización de acciones de reflexión, o bien de autoexplicaciones, juega un papel muy importante, no sólo de cara a una comprensión profunda sino también para posibilitar que los estudiantes vayan adquiriendo nuevas competencias de tipo metacognitivo. En tal sentido, que los estudiantes reflexionen sobre sus propias acciones puede fomentar el desarrollo de sus estructuras cognitivas, a la par que va permitiendo que dichas estructuras estén disponibles para nuevas actividades de aprendizaje. Así, la reflexión representaría, tal como señalan van den Boom, Paas, van Merriënboer y van Gog (2004), un puente entre el conocimiento metacognitivo y el control metacognitivo, lo que facilitaría el desarrollo de estrategias de aprendizaje autorregulado en los estudiantes.

No obstante, también una segunda cuestión clave, respecto a la implicación activa de los aprendices, tiene que ver con la importancia de acompañar sus acciones constructivas con andamiajes que apoyen la tarea que se les propone.

Un primer apoyo para incrementar la efectividad de la implicación activa del aprendiz, cuando se le proporciona un mayor control y se promueven acciones de tipo reflexivo y autoexplicativo, se ha visto que podría estar dado por un feedback explicativo, es decir, ofrecer explicaciones instruccionales dirigidas a propiciar una mayor comprensión de los contenidos presentados o a ir guiando los procedimientos necesarios para llevar a cabo una tarea, en los momentos en que los estudiantes no estén seguros de que sus acciones sean las correctas. (Conati y Vanlehn, 2002; Moreno y Mayer, 2005; Renkl, 2002)

Sin embargo, se encontró que la combinación de autoexplicaciones con explicaciones instruccionales no siempre resulta provechosa (Schworm y Renkl, 2006). En tal sentido, se observó que las explicaciones instruccionales pueden llegar a reducir la actividad autoexplicativa de los aprendices y, por consiguiente, provocar una disminución en el rendimiento en el aprendizaje, dependiendo de las características que posean las explicaciones instruccionales. Schworm y Renkl (2006) señalaron que explicaciones que anuncian la respuesta correcta llegan a interferir en la actividad de los aprendices, ya que inhiben sus autoexplicaciones, limitándose estos aprendices sólo a mejorar esa respuesta y sin implicarse activamente en esta tarea constructiva. Por lo tanto, proponen Schworm y Renkl (2006) que las explicaciones instruccionales para apoyar efectivamente las autoexplicaciones deben ajustarse a señalar únicamente algunos aspectos sesgados en las acciones de los estudiantes o bien a etiquetar determinadas elaboraciones como correctas o incorrectas.

Además de un feedback explicativo - dado que el nivel y calidad que alcancen los estudiantes en estas acciones constructivas reflejaría sus competencias para un aprendizaje autodirigido -, otro procedimiento relevante que se ha tenido en cuenta para apoyar las acciones constructivas de los estudiantes es el de proporcionar andamiajes que promuevan un aprendizaje autorregulado en los estudiantes (Azevedo y Cromley, 2004; Azevedo, Cromley y Seibert, 2004; Azevedo, 2005; van den Boom et al., 2004) y/o que se dirigen a inducir la formulación y el mantenimiento de metas orientadas hacia la tarea (Zumbach y Reimann, 2002).

Como es sabido, la idea de andamiaje hace referencia al sistema de apoyos que le permite a un aprendiz ir más allá de sí mismo y llevar a cabo tareas en una situación de aprendizaje que exceden lo que podrían realizar en base únicamente en sus capacidades cognitivas actuales (Wood, Bruner y Ross, 1976). Esta idea de andamiaje es heredera de la noción vygostkyana de zona de desarrollo próximo, es decir, la distancia que un aprendiz tiene que recorrer entre lo que ya sabe y lo que puede llegar a hacer si se le proporcionan los recursos necesarios para ello, a través de un proceso de interacción social, en el que otra persona va favoreciendo la internalización de funciones nuevas o la reestructuración de las que ya existen (Vygotsky, 1978). En las situaciones de aprendizaje andamiadas, se compromete al

estudiante en la realización de las tareas y se proporciona un nivel de ayuda que se ajusta a las dificultades que encuentra y a los progresos que va realizando. Por consiguiente, estas ayudas, que van ampliando sus competencias en nuevos territorios, pueden ser eliminadas progresivamente a medida que el alumno va asumiendo mayores responsabilidades, al interiorizar los papeles que desempeña en la actividad conjunta.

Esta idea ha sido trasladada también a los entornos instruccionales abiertos, basados en el empleo de recursos como los hipermedia. En estos entornos se ha intentado introducir herramientas, estrategias y orientaciones a efectos de proporcionar un apoyo a las acciones que llevan a cabo los estudiantes, de cara a posibilitarles alcanzar un mayor nivel de comprensión de un contenido o para realizar una tarea de resolución de problema que les resultaría complicado llevarlas a cabo por sí solos (Brush y Saye, 2001). En tal sentido, se han propuesto diferentes clases de andamiajes. Estos andamiajes apuntan a dar soporte a diferentes aspectos en los que es probable que se presenten dificultades cuando se emplea materiales digitales. Así, según Hannafin, Land y Oliver (1999) es posible diferenciar cuatro tipos de andamiajes (Ver Tabla 4. 2) en ambientes instruccionales basados en los hipermedia: a) conceptual, b) metacognitivo, c) procedimental, y d) estratégico.

Tabla 3. *Diferentes andamiajes para la comprensión de textos digitales (tomado de Hannafin et al., 1999)*

Tipo y funciones de los andamiajes	Mecanismos relacionados
<p>Conceptual</p> <p>Orienta a los estudiantes en los contenidos conceptuales que es importante considerar; o bien a explicitar algunos sesgos o dificultades que es probable que aparezcan al comprender determinados contenidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recomienda el uso de ciertas herramientas en puntos determinados de la resolución del problema. • Proporciona a los alumnos indicaciones y sugerencias específicas según sean necesarias (para identificar contenidos conceptuales importantes, integrar conceptos). • Proporciona mapas de estructuras y árboles de contenido.
<p>Metacognitivo</p> <p>Orienta al alumno sobre cómo razonar durante el aprendizaje: diferentes formas de reflexión sobre el problema objeto del estudio y sobre las posibles estrategias a seguir en su solución; función de iniciación en la búsqueda y definición de los problemas y función de continuidad durante la resolución del problema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sugiere a los alumnos establecer estrategias con antelación, evaluar los progresos y determinar necesidades. • Diseña estrategias cognitivas y procesos autorregulados. • Proporciona puntos de referencia de regulación automática y observaciones relacionadas.
<p>Procedimental</p> <p>Orienta en la utilización de las características de los EAA disponibles; “ayuda” progresiva y recomendaciones sobre las funciones y usos de las herramientas incluidas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona instrucción sobre las funciones y características del material hipermedia. • Facilita “llamadas” y “ventanas” para definir y explicar las propiedades de las herramientas del sistema.
<p>Estratégico</p> <p>Orienta al alumno en el análisis y planteamiento de la tarea de aprendizaje o en el problema. Apoyo para la toma de decisiones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita respuestas inteligentes para la utilización del sistema, sugiriendo métodos o procedimientos alternativos. • Proporciona preguntas iniciales para su consideración. • Proporciona recomendaciones de los expertos.

Así, en resumen, un *andamiaje conceptual* incluye orientaciones diseñadas para proveer una guía sobre qué conocimientos hay que tener en cuenta y también para integrarlos de manera apropiada. Un *andamiaje metacognitivo* puede incluir agentes humanos o informatizados cuya misión es la de proporcionar ayuda a los estudiantes a la hora de autorregular los procesos asociados con el aprendizaje. En tanto que un *andamiaje procedimental* brinda soporte a los estudiantes respecto a cómo usar los recursos del sistema o como ejecutar ciertas tareas. Finalmente, un *andamiaje estratégico* hace consciente a los alumnos de las diferentes estrategias que se pueden seguir para llevar a cabo la tarea y expone a los alumnos los pasos seguidos por algunos compañeros o expertos en la solución de las tareas propuestas. La mayoría de los entornos abiertos incluyen más de un soporte para facilitar la comprensión de los estudiantes sobre contenidos complejos (White, Shimoda y Frederiksen, 2000).

Estos andamiajes, a su vez, pueden ser fijos o adaptados según la capacidad que tengan para incorporar las acciones que llevan a cabo los estudiantes y ajustar sus orientaciones a dichas acciones.

Los andamiajes fijos o duros (*fixed or hard scaffolding*) son ayudas estáticas que se incluyen de manera anticipada y planeada, a partir del examen previo de las dificultades típicas que podrían presentárseles a los estudiantes con esas tareas. Estos andamiajes no permiten que se vayan ajustando los apoyos a las acciones concretas de los estudiantes, sino que se trata de responder, de manera general, a las posibles demandas que pudieran aparecer. Por tanto, se trata de tener en cuenta las dimensiones más amplias de las dificultades que se les pudiera presentar a los estudiantes.

A diferencia de estos andamiajes fijos, los andamiajes adaptados o blandos (*adaptive or soft scaffolding*) son dinámicos y situacionales. Requieren, entonces, que se vaya llevando a cabo un continuo diagnóstico de la comprensión de los estudiantes y que se les provea apoyo sobre la base de sus respuestas y acciones.

Evidentemente esta última clase de andamiajes adaptados es mucho más costosa y difícil de implementar, no sólo desde un punto de vista técnico sino también desde una perspectiva cognitiva. De ahí que en lugar de incluir estos andamiajes en el software del programa algunos estudios hayan introducido la figura de un tutor humano para llevar a cabo estas acciones de andamiaje (Azevedo et al., 2004)

Respecto a la efectividad de los andamiajes fijos la investigación ha encontrado resultados variados. Algunos estudios han encontrado que estos apoyos, a pesar de que pueden llegar a no ajustarse estrictamente a las necesidades de los aprendices, pueden resultar efectivos para la comprensión hipermedia (Jacobson y Archodidou, 2000). En contraste, otros estudios han evidenciado las dificultades que esta clase de andamiajes pueden presentar para responder a los requerimientos de los estudiantes y para apoyar sus procesos autoregulatorios (McManus, 2000; Saye y Brush, 2002).

En el caso de los andamiajes adaptados, la investigación empírica es aún incipiente; sin embargo, los trabajos iniciales han ofrecido evidencia que apoya la noción de que este tipo de andamiaje más flexible conduce a mejorar la comprensión de los estudiantes y el aprendizaje (Azevedo et al., 2004). Estos resultados pueden explicarse debido a que un andamiaje adaptable brinda soporte, especialmente, a la actividad autoregulatoria que llevan a cabo los aprendices, estableciendo un interjuego entre los apoyos y las acciones que van decidiendo y efectuando los estudiantes durante su aprendizaje, relacionadas con la planificación, el establecimiento de las metas de aprendizaje y el monitoreo y la evaluación de su comprensión emergente (Azevedo et al., 2004).

Una línea de investigación ha considerado a la autorregulación del aprendizaje como marco guía desde el cual examinar los entornos basados en materiales digitales (Azevedo, 2002, 2005; Azevedo y Cromley, 2004; Azevedo et al., 2004), debido a que posibilita examinar la interrelación y la dinámica de los diferentes procesos (cognitivos, motivacionales/afectivos y

contextuales) que intervienen cuando se comprende documentos digitales como los hipermedia. Además, esta cuestión del aprendizaje autorregulado permite tener en cuenta, tanto las características del aprendiz (sus conocimientos previos, su edad), las características de los sistemas digitales (acceso a múltiples representaciones de la información, estructura no lineal de la información), y las competencias y los procesos de aprendizaje (destrezas metacognitivas, uso de estrategias), como la manera en que estas características interactúan entre sí durante el aprendizaje de contenidos científicos complejos (Azevedo, 2005).

Algunos trabajos empíricos sobre el aprendizaje autorregulado en entornos instruccionales informatizados, como el llevado a cabo por van den Boom et al. (2004), se han preocupado por estudiar el impacto de las acciones reflexivas de los estudiantes, en un entorno de aprendizaje basado en el uso de la Web, cuando se combinan con un feedback tutorial dirigido a promover el desarrollo de las competencias autorregulatorias. En tal sentido, la investigación de van den Boom et al. (2004) ofrece indicios de que promover la reflexión de los estudiantes, especialmente si se combina con el feedback del tutor (a través de un diálogo empleando las herramientas de correo electrónico), tiene efectos positivos en el desarrollo de la competencia de autorregulación del aprendizaje de los estudiantes y también incide en un mayor rendimiento en el aprendizaje de un contenido referido al dominio psicológico.

En tanto que otras investigaciones han comparado diferentes tipos de andamiajes con los que se busca promover la autorregulación del aprendizaje con hipermedia. Así, Azevedo et al. (2004) examinaron los efectos de tres condiciones: andamiaje adaptado, andamiaje fijo y sin andamiaje, en los procesos autorregulatorios de los estudiantes y su efectividad para facilitar cambios cualitativos en los modelos mentales de los estudiantes sobre el sistema circulatorio humano. En la condición de *andamiaje adaptativo*, a los estudiantes se les proporcionó las metas globales que guiaban la situación de aprendizaje y estos estudiantes tuvieron acceso a un tutor humano, quien les ayudó a llevar a cabo acciones autorreguladas, tal como planear su aprendizaje, monitorear su comprensión, usar diferentes estrategias para aprender el sistema circulatorio, afrontar algunas dificultades que demandaba la tarea y evaluar su comprensión provisoria. En la condición de *andamiaje fijo*, a los estudiantes se les dio los mismos objetivos globales y una lista de 10 preguntas de dominio específico que daba cuenta de las submetas que un experto podría utilizar para aprender el contenido referido. Mientras que la condición *sin andamiaje* no se proporcionó ninguna clase de apoyo. Los resultados de este experimento indicaron que la condición con el andamiaje adaptado facilitó en los estudiantes el desarrollo de habilidades para autorregular su aprendizaje con hipermedia y resultó más efectiva que las otras dos condiciones para promover una comprensión más profunda del sistema circulatorio humano.

En otra investigación, Azevedo y Cromley (2004) buscaron entrenar previamente a los aprendices en estrategias de autorregulación del aprendizaje cuando se emplea material hipermedia. Como resultado encontraron evidencia de que el entrenamiento propició que los estudiantes construyeran modelos mentales más complejos sobre el sistema circulatorio humano y el análisis de los protocolos de las verbalizaciones (pensamiento en voz alta) de los estudiantes reflejó que una comprensión más profunda estuvo asociada con la puesta en práctica de las estrategias de aprendizaje autorregulado entrenadas previamente.

Asimismo, otros estudios han comparado el entrenamiento en habilidades de autorregulación como medio para promover la formulación y el establecimiento de metas, con otras estrategias relacionadas con la provisión de feedback tutorial y con el diseño de entornos instruccionales que induzcan el mantenimiento de metas (Zumbach y Reimann, 2002). En este trabajo se examinaron tres enfoques diferentes respecto a las metas del aprendizaje: a) una aproximación tutorial que va proveyendo explícitamente las metas a partir de objetivos y evaluaciones; b) el diseño de un entorno instruccional que propone las metas de aprendizaje de manera implícita, propiciando que el estudiante vaya desempeñando determinados roles en el escenario de las tareas; y, c) el entrenamiento en estrategias que posibiliten en los estudiantes la formulación y el mantenimiento de metas. Los resultados del experimento indicaron que un escenario instruccional en el dominio de la ecología, que plantee demandas a

los aprendices para que orienten sus metas en la resolución de tareas específicas, propició una mayor motivación en los estudiantes, además de posibilitar que adquieran una representación global del contenido del material más apropiada y que puedan aplicar sus conocimientos en una tarea de argumentación. Asimismo, un enfoque de tipo tutorial se mostró efectivo para promover la adquisición de contenidos factuales, pero los estudiantes de esta condición tuvieron dificultades de cara a elaborar una representación global coherente del contenido y estuvieron menos motivados. Por su parte, los estudiantes que fueron entrenados en estrategias de autorregulación evidenciaron dificultades para emplear estas estrategias de cara a la formulación de sus propias metas de aprendizaje, cuando emplearon el material hipertextual.

En resumen, los estudios muestran, en buena medida, la conveniencia de utilizar andamiajes que apoyen las acciones constructivas de los estudiantes, cuando aprenden en entornos instruccionales abiertos y complejos como los que propician los hipermedia e hipertextos. No obstante, la provisión de un sistema de apoyos y ayudas requiere de un delicado balance entre el tipo de apoyos y las necesidades de los aprendices. Por consiguiente, resulta imprescindible ajustar los andamiajes a las características de los aprendices y a las condiciones del entorno instruccional en el que se lleva a cabo las acciones reflexivas.

6. A modo de conclusión

En este trabajo se ha intentado ofrecer un panorama sintético de la comprensión de documentos digitales, poniendo a la vez de relieve la complejidad intrínseca que las nuevas formas de lectura demanda a los lectores de hoy. Resulta claro que comprender y aprender en este mundo digital exige el desarrollo de competencias diferentes a las que demandaba anteriormente el mundo analógico.

Si bien no se cuenta todavía con una teoría unificada sobre la comprensión de textos digitales, diferentes propuestas teóricas han ido dando pasos decisivos en el examen de las diversas necesidades de procesamiento que conlleva. Además, en estas dos últimas décadas se ha consolidando un importante *corpus* de trabajos empíricos que está proporcionando orientaciones positivas tanto para el diseño de esta clase de materiales como también para generar las condiciones educativas óptimas que posibiliten la adquisición de habilidades y competencias en los aprendices.

7. Referencias bibliográficas

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers and Education*, 33, 131-152.
- Azevedo, R. (2002). Beyond intelligent tutoring systems: Computers as metacognitive tools to enhance learning? *Instructional Science*, 30 (1), 31-45.
- Azevedo, R. (2005). Scaffolding learning with hypermedia: The role of self- and co-regulated learning during complex learning. Paper presentado en *The annual meeting of the American Educational Research Association*. Montreal, Quebec, Canada (April 11-15, 2005).
- Azevedo, R. y Cromley, J.G. (2004). Does training on self-regulated learning facilitate students' learning with hypermedia? *Journal of Educational Psychology*, 96 (3), 523-535.
- Azevedo, R., Cromley, J. G. y Seibert, D. (2004). Does adaptive scaffolding facilitate students' ability to regulate their learning with hypermedia? *Contemporary Educational Psychology*, 29, 344-370.
- Castells, M. (1999). *La era de la información: economía, sociedad y cultura*. Madrid: Alianza.

- Bodemer, D., Ploetzner, R., Feurlein, I. y Spada, H. (2004). The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualisations. *Learning and Instruction*, 14, 325–341.
- Brush, T. y Saye, J. (2001). The use of embedded scaffolds with hypermedia-supported student-centered learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 10 (4), 333-356.
- Chen, C. y Rada, R. (1996). Interacting with Hypertext: A Meta-analysis of Experimental Studies. *Human-Computer Interaction*, 11, 125-156.
- Conati, C. y VanLehn, K. (2002). Toward computer-based support of meta-cognitive skills: a computational framework to coach self-explanation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11, 398–415.
- Dede, C. (1988). *The role of hypertext in transforming information into knowledge*. Paper presented at the annual meeting of NECC, Dallas, Texas, Junio.
- Dee-Lucas, D. (1996). Effects of overview structure on study strategies and text representations for instructional hypertext. En J. F. Rouet, J. L. Levonen, A. Dillon y R. J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dee-Lucas, D. y Larkin, J. H. (1995). Learning from electronic texts: Effects of interactive overviews for information access. *Cognition and Instruction*, 13 (3), 431-468.
- Dillon, A. (1996) Myths, misconceptions and an alternative perspective on information usage and the electronic medium. En J. F. Rouet et al (eds.) *Hypertext and Cognition*, Mahwah NJ: LEA, 25-42.
- Dillon, A. y Gabbard, R. (1998). Hypermedia as an educational technology: A review of the quantitative research literature on learner comprehension, control, and style. *Review of Educational Research*, 68 (3), 322-349.
- Edwards, D. y Hardman, L. (1989). "Lost in hyperspace": Cognitive mapping and navigation in hypertext environment. En R. McAleese (Ed.), *Hypertext: Theory into practice* (pp. 105–125). Oxford, UK: Intellect Books.
- Foltz, P. W. (1996). Comprehension, coherence, and strategies in hypertext and linear text. En J. F. Rouet, J. L. Levonen, A. Dillon y R. J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155–170.
- Goldman, S. (2003). Learning in complex domains: when and why do multiple representations help? *Learning and Instruction*, 13(2), 239-244.
- Gray, S. H. (1990). Using protocol analysis and drawings to study mental model construction during hypertext navigation. *International Journal of Human Computer Interaction*, 2, 359-377.
- Gros Salvat, B. (2008). *Aprendizaje, conexiones y artefactos: la producción colaborativa del conocimiento*. Barcelona: Gedisa
- Hannafin, M., Land, S. y Oliver, K. (1999). Open learning environments: Foundations, methods, and models. In C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models* (Vol. 2, pp. 115-140). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hofman, R. y Van Oostendorp, H. (1999). Cognitive effects of a structural overview in a hypertext. *British Journal of Educational Technology*, 30 (2), 129–140.
- Jacobson, M. J. y Archodidou, A. (2000). The design of hypermedia tools for learning: Fostering conceptual change and transfer of complex scientific knowledge. *Journal of the Learning Sciences*, 9 (2), 149-199.

- Jonassen, D. (1988). *Instructional designs for microcomputer courseware*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jonassen, D. H. y Grabinger R. S. (1990). Problems and issues in designing hypertext/hypermedia for learning. En D. H., Jonassen y H. Mandl (Eds.), *NATO Advanced research workshop on designing hypertext/hypermedia for learning*. Berlín: Springer-Verlag.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Kommers, P. y Lanzing, J. (1998). Mapas conceptuales para el diseño de sistemas de hipermedia. Navegación por la Web y autoevaluación. En J. A. León y C. Vizcarro (Eds.), *Nuevas tecnologías para el aprendizaje*. Madrid: Pirámide.
- Lacroix, N. (1999). Macroestructura construction and organization in the processing of multiple text passages. *Instructional Science*, 27 (3-4), 221-233.
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (Eds.). (2004). *Internet environments for science education*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Martí, E. (2003). *Representar el mundo externamente. La construcción infantil de los sistemas externos de representación*. Madrid: A. Machado / Colección Aprendizaje. Ministerio de Educación de España, 2011
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia and learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32 (1), 1-19.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Nueva York, NY: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. Mayer (Ed.), *Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 31–48). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., Dow, G. y Mayer, S. (2003). Multimedia learning in an interactive self-explaining environment: What works in the design of agent-based microworlds?. *Journal of Educational Psychology*, 95 (4), 806-812.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 43–52.
- McDonald, S., Stevenson, J. (1998). Navigation in hyperspace: an evaluation of the effects of navigational tools and subject matter expertise on browsing and information retrieval in hypertext. *Interacting with Computers* 10, 129–142.
- McManus, T. (2000). Individualizing instruction in a web-based hypermedia learning environment: Nonlinearity, advanced organizers, and self-regulated learners. *Journal of Interactive Learning Environments*, 11 (3), 219-251.
- Moreno, R. y Mayer, R. E. (2005). Role of guidance, reflection, and interactivity in an agent-based multimedia game. *Journal of Educational Psychology*, 97(1), 117-128.
- Potelle, H. y Rouet, J. F. (2003). Effects of content representation and readers' prior knowledge on the comprehension of hypertext. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58, 327–345.
- Renkl, A. (2002). Worked-out examples: Instructional explanations support learning by self-explanations. *Learning and Instruction*, 12, 529–556.
- Renkl, A. y Atkinson, R. K. (2002). Learning from examples: Fostering self-explanations in computer-based learning environments. *Interactive Learning Environments*, 10, 105-119.
- Rouet, J. F. (1990). Interactive text processing by inexperienced (hyper-) readers. En A. Rizk, N. Streitz y J. André (Eds.), *Hypertexts: Concepts, systems, and applications*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Rouet, J. F. (1998). Sistemas de hipertexto: de los modelos cognitivos a las aplicaciones educativas. En J. A. León y C. Vizcarro (Eds.), *Nuevas tecnologías para el aprendizaje*. Madrid: Pirámide.

- Rouet, J. F. (2003). What was I looking for? The influence of task specificity and prior knowledge on students' search strategies in hypertext. *Interacting with Computers*, 15, 409–428.
- Rouet, J. F. (2006). *The skills of document use: From text comprehension to Web-based learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Rouet, J. F. y Levonen, J. L. (1996). Studying and Learning With Hypertext: Empirical Studies and Their Implications. En J. F. Rouet; J. L. Levonen; A. Dillon y R. J. Spiro, *Hipertext and Cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rouet, J. F., Vidal-Abarca, E., Erboul, A. B. y Millogo, V. (2001). Effects of information search tasks on the comprehension of instructional text. *Discourse Processes*, 31(2), 163-189.
- Salmerón, L., Cañas, J.J., Kintsch, W. & Fajardo, I. (2005). Reading strategies and hypertext comprehension. *Discourse Processes*, 40, 171-191.
- Saye, J. y Brush, T. (2002). Scaffolding critical reasoning about history and social issues in multimedia-supported learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 50 (3), 77–96.
- Schnotz, W. (2001). Sign systems, technologies, and the acquisition of knowledge. En J. F. Rouet, J. L. Levonen y A. Biardeau (Eds.), *Multimedia learning. Cognitive and instructional issues*. Oxford: Elsevier Science.
- Schnotz, W. (2005). An integrated model of text and picture comprehension. En R. Mayer (Ed.), *Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 49–70). New York: Cambridge University Press.
- Schworm, S. y Renkl, R. (2006). Computer-supported example-based learning: When instructional explanations reduce self-explanations. *Computers and Education. Falta pagina*
- Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13 (2), 227-237.
- Shapiro, A. M. (1998). Promoting Active Learning: The Role of System Structure in Learning from Hypertext. *Human Computer Interaction*, 13, 1-35.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J. y Coulson, R. L. (1991). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext. *Educational Technology*, 31 (5), 24-33.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4 (4), 295-312.
- Tricot, C., Pierre-Demarcy A. y Boussarghini, R. E. (2000). Specific help devices for educational hypermedia. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16(2), 102-123.
- van den Boom, G., Paas, F., Van Merriënboer, J. J. G. y Van Gog, T. (2004). Reflection prompts and tutor feedback in a web-based learning environment: Effects on students' self-regulated learning competence. *Computers in Human Behavior*, 20, 551-567.
- Vidal-Abarca, E. (2010). 10 claves para aprender a comprender. Educación Secundaria. En Ministerio de Educación de España, *Con firma 2010. Leer para aprender. Leer en la era digital*. Madrid: MEC.
- White, B. Y., Shimoda, T. A. y Frederiksen, J. R. (2000). Facilitating students inquiry learning and metacognitive development through modifiable software advisers. En S. P. Lajoie (Ed.), *Computers as cognitive tools II: No more walls: Theory change, paradigm shifts and their influence on the use of computers for instructional purposes* (pp. 97–132). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Wood, D. J., Bruner, J. S, y Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100.
- Vygotsky, L. S. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo, 1988.

Zumbach, J. y Reimann, P. (2002). Enhancing learning from hypertext by inducing a goal orientation: Comparing different approaches. *Instructional Science*, 30, 243-267.