



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

XIII JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Noves estratègies organitzatives i metodològiques en la formació
universitària per a respondre a la necessitat d'adaptació i canvi



JORNADAS DE REDES DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA **XIII**

Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación
universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio

ISBN: 978-84-606-8636-1

Coordinadores

María Teresa Tortosa Ybáñez

José Daniel Álvarez Teruel

Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad

Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-606-8636-1

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Publicación: Julio 2015

Creencias epistemológicas y aprendizaje de la tectónica de placas con multimedia en estudiantes universitarios con bajo nivel de conocimiento previo

S. R. Acuña* y G. López Aymes**

**Facultad de Ciencias de la Comunicación - Universidad Autónoma de San Luis Potosí
(México)*

*** Facultad de Comunicación Humana - Universidad Autónoma del Estado de Morelos
(México)*

RESUMEN

En este trabajo se analiza la influencia de las creencias epistemológicas en el aprendizaje de las Ciencias de la Tierra (tectónica de placas) utilizando materiales digitales multimedia. En el estudio participaron 45 estudiantes universitarios, con bajo nivel de conocimiento previo de dominio específico, que fueron agrupados en dos condiciones según sus creencias epistemológicas: sofisticadas (n=23) e ingenuas (n=22). Para la identificación de dichas creencias epistemológicas se empleó un cuestionario adaptado de Wood y Kardash (2002). Se comparó el rendimiento que alcanzaron ambos grupos en las tareas de aprendizaje, teniendo en cuenta medidas referidas a recuperación de información (comprensión superficial) y a transferencia de conocimientos (comprensión profunda). El material de aprendizaje consistió en un documento multimedia sobre los movimientos de las placas tectónicas y sus efectos, en el que se incluyeron ayudas dirigidas a facilitar la regulación de los procesos de comprensión. Se encontraron diferencias significativas no sólo en el rendimiento en el aprendizaje (tareas de transferencia), a favor de los estudiantes con creencias epistemológicas sofisticadas, sino también en la manera en que estos estudiantes consultaron las ayudas proporcionadas en el material multimedia. En las conclusiones se señalan los alcances de estos resultados para el diseño de prácticas pedagógicas y de materiales de aprendizaje basados en la utilización de tecnologías digitales.

Palabras clave: Creencias epistemológicas; Aprendizaje Multimedia; Comprensión; Tectónica de placas

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema/cuestión

Los textos multimedia ofrecen, en principio, múltiples ventajas para el aprendizaje de contenidos científicos complejos. Por ejemplo, la posibilidad de combinar diversas representaciones externas (animaciones y textos) en un texto multimedia ayudaría a propiciar la representación de modelos y procesos sofisticados, muchas veces alejados de nuestra experiencia cotidiana, tal es el caso de los movimientos de las placas tectónicas. Al respecto, la investigación reciente ha permitido dar pasos importantes en el conocimiento de los mecanismos cognitivos, metacognitivos y motivacionales implicados en el aprendizaje multimedia. Asimismo, se cuenta con un corpus importante de estudios preocupados por examinar los factores personales de los aprendices - especialmente, el nivel de conocimientos previos y las habilidades de autorregulación- que influyen en este tipo de aprendizaje. Los resultados de la investigación también han posibilitado precisar una serie de principios clave para el diseño de estos materiales multimedia y para la inclusión de diferentes sistemas de ayudas que habría que proporcionar para superar las altas demandas cognitivas que supone el aprendizaje multimedia (para una revisión, Mayer, 2005). No obstante, resulta necesario esclarecer aún más la influencia de las características de los aprendices tanto en el rendimiento y la manera en que los aprendices procesan información multimedia, como también en el modo en que reaccionan a las ayudas instruccionales que se incluyen en este tipo de herramientas para el aprendizaje (Goldman, 2003). Entre estos factores individuales cobran relevancia aquellos de orden multidimensional, interactivo y contextual y que, sobre todo, tienen influencia no sólo en aspectos cognitivos y metacognitivos sino también afectan a atributos motivacionales y afectivos de los aprendices, como es el caso de las creencias epistemológicas (Buehl y Alexander, 2006). Al respecto, existe fuerte evidencia de que las creencias epistemológicas -es decir, las creencias acerca de la naturaleza del conocimiento y del proceso de conocer (Hofer y Pintrich, 1997)- juegan un papel muy importante en el aprendizaje de los estudiantes (para una revisión, Hofer y Pintrich, 2002; Schraw y Sinatra, 2004). Más concretamente, las creencias epistemológicas podrían afectar el rendimiento de los estudiantes cuando se utilizan entornos instruccionales digitales sofisticados (Bendixen y Hartley, 2003; DeBacker y Crowson, 2006; Green Muis y Pieschl, 2010; Jacobson y Spiro, 1995; Mishra y Yadav, 2006), o bien cuando se utilizan textos múltiples digitales o hipertextos (para una revisión, Braten, Britt, Strømsø y Rouet, 2011). En este trabajo se analiza la influencia de las creencias epistemológicas en el aprendizaje de un contenido científico

complejo, en el dominio de las Ciencias de la Tierra (movimiento de las placas tectónicas y sus consecuencias), utilizando un material digital multimedia, al que se le han incluido una serie de ayudas dirigidas a propiciar la reflexión metacognitiva durante la situación de aprendizaje

1.2 Revisión de la literatura

1.2.1 Las creencias epistemológicas y el aprendizaje multimedia

Las creencias epistemológicas constituyen teorías personales sobre dimensiones referidas, tanto a la certeza y la simplicidad del conocimiento, como a las fuentes en las que se origina y a los criterios sobre los que se justifica el acto de conocer (Hofer y Pintrich, 1997). Estas creencias podrían favorecer o entorpecer el proceso de aprendizaje de contenidos científicos según las notas características que atribuyan al conocimiento y al conocer (Schommer-Aikins, 2004). Por ejemplo, la creencia de que el conocimiento es provisorio, variable y relativo podría contribuir a un aprendizaje significativo y al cambio conceptual, en mayor medida que otra creencia que definiera al conocimiento como algo absoluto, fijo y no modificable (Mason, 2000). Es decir, que sería probable la existencia de una conexión entre la creencia en la naturaleza relativista - y no absolutista- del conocimiento y una mayor apertura al cambio y al aprendizaje. En tal sentido, ya desde los primeros trabajos de Perry (1970) se ha planteado que creencias epistemológicas de naturaleza relativista son propias de sujetos con elevado nivel de "pensamiento relativista" o "relativismo cognitivo", es decir con capacidades que permitan la confrontación e integración de contradicciones y ambigüedades para la solución de problemas mal definidos (Schraw, Dunkle y Bendixen, 1995).

Las creencias epistemológicas tienen una naturaleza multidimensional, abarcan una serie de dimensiones o factores. Siguiendo a Wood y Kardash (2002), se puede señalar cinco dimensiones. Una primera dimensión referida a la "rapidez en la adquisición de conocimiento", en la que las creencias más sofisticadas precisan que el aprendizaje supone procesos complejos y graduales que requieren tiempo y esfuerzo, mientras que las creencias más simples aluden a que el aprendizaje implica procesos directos y rápidos, de todo o nada. En la segunda dimensión "estructura del conocimiento", las creencias más ingenuas refieren que el conocimiento se compone de piezas de información discretas y sin ambigüedades, en tanto que las creencias más avanzadas revelan ideas de que el conocimiento se vincula con información ambigua, compleja e interrelacionada, y también con cuestiones que no siempre tienen una sola respuesta correcta. La tercera dimensión "construcción y las posibilidades de modificación del conocimiento", implica creencias acerca de que la adquisición del

conocimiento supone una recepción pasiva, sin demasiadas implicación por parte de los aprendices, cuando son simples, o bien que el conocimiento exige una participación activa y una construcción personal por parte de los sujetos, cuando son más complejas. Por otra parte, en la cuarta dimensión “características del estudiante exitoso” se pueden señalar creencias simples sobre la predestinación para el aprendizaje y acerca de que exige memorización de hechos y tareas rápidas con poco esfuerzo, o por el contrario, creencias más sofisticadas que rechazan la idea de que el conocimiento es algo innato y de que el aprendizaje no requiere de un esfuerzo continuo. Por último, en la quinta dimensión referida a la posibilidad de “existencia de verdades absolutas”, las creencias más “*naïves*” afirman la objetividad de la verdad, mientras que las creencias más elevadas rechazan la existencia de verdades absolutas y objetivas.

Asimismo, Buehl y Alexander (2006) han destacado la naturaleza interactiva y contextual de las creencias epistemológicas. Las creencias epistemológicas constituyen un subsistema integrado a un sistema mayor de creencias y coexisten e interactúan con creencias referidas a la inteligencia, la autoeficacia y el aprendizaje. Confluyen en estas creencias diferentes tipos de conocimiento (conceptuales, procedimentales y actitudinales) que pueden encontrarse también en diferentes planos de explicitación (desde lo tácito e implícito, hasta los niveles altos de conciencia y regulación). Buehl y Alexander (2006) también han señalado la naturaleza situada y contextual de las creencias epistemológicas, ya que se van configurando a través de un proceso de construcción social, en el que influyen de manera decisiva las estructuras socioculturales, las interacciones con otros significativos y el bagaje de experiencias educativas que vaya teniendo un aprendiz.

Diferentes estudios llevados a cabo en estas últimas décadas han señalado que las creencias epistemológicas desempeñan un papel importante en el aprendizaje, y más aún, cuando se aprende en contextos instruccionales basados en estrategias didácticas que buscan promover la reflexión y revisión de los conocimientos previos de los estudiantes (Windschitl y André, 1998), o cuando se utilizan materiales didácticos digitales como los hipermedia (Carvalho, 1999; Hartley y Bendixen, 2001; Jacobson, Maouri, Mishra y Kolar, 1996; Jacobson y Spiro, 1995) o los hipertextos (Braten et al., 2011)

Respecto a la influencia de las creencias epistemológicas en el aprendizaje multimedia, trabajos iniciales de Jacobson y Spiro (1995) encontraron que los estudiantes que conciben el conocimiento como algo simple, estable y derivado de la autoridad tienen problemas para manejarse con sistemas hipermedia de naturaleza no lineal y multidimensional. En efecto,

cuando aprende con un texto multimedia no lineal, el estudiante necesita leer y navegar entre múltiples páginas y documentos. Por consiguiente, se requiere estar habituado, tanto a identificar y utilizar los diferentes hipervínculos explícitos e integrados en las estructuras no lineales de la página, como a recurrir de manera oportuna a los dispositivos de representación de contenidos globales. Además, a medida que un aprendiz consulta el texto 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 gráficas con textos escritos). Todas estas acciones requieren de un alto nivel de control, monitoreo y regulación de sus acciones (Rouet et al., 2008). Por consiguiente, la lectura y el aprendizaje 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 al amplio abanico de procesamientos mentales que requiere.

Las creencias epistemológicas pueden influir de manera importante en los procesos implicados en el aprendizaje multimedia. Por ejemplo, un estudiante con creencias más complejas podría estar predispuesto a realizar el esfuerzo mental requerido para comparar y contrastar diferentes fuentes de información, reflexionar sobre la validez de la información y a buscar la mayor cantidad de información posible para cubrir sus metas de aprendizaje (Bendixen y Hartley, 2003). También Pieschl, Stahl, and Bromme (2008) encontraron que los estudiantes con concepciones epistemológicas complejas fueron más capaces de autorregular su aprendizaje con un hipertexto sobre temas en el campo de la Genética, ajustando sus acciones a las demandas de la tarea de aprendizaje, y alcanzaron un rendimiento más alto, en comparación a estudiantes con creencias más simples. Además los estudiantes del primer grupo se preocuparon por reconstruir la macroestructura del documento hipertextual, llegando a obtener una visión global del mismo y a establecer las interrelaciones entre sus diferentes unidades de información.

Respecto a la gestión e influencia de las ayudas que se proporcionan en estos materiales multimedia, no son muy abundantes los estudios que examinan cómo las creencias epistemológicas de los estudiantes pueden afectar el uso de dichas ayudas. En un estudio realizado por Bartholome, Stahl, Pieschl y Bromme (2006), los estudiantes que sostenían creencias epistemológicas complejas (por ejemplo, que el conocimiento es poco estructurado e incierto) utilizaron con mayor frecuencias las ayudas que se proporcionaron para el aprendizaje en un entorno digital, en comparación con estudiantes que consideraban que el

conocimiento es algo muy estructurado y con escasa modificabilidad. Además, en el estudio realizado por Hartley y Bendixen (2003) también llegaron a establecer una relación positiva entre la creencia de que el aprendizaje se produce de una manera rápida y el uso de las ayudas que se proporcionaron para el aprendizaje con hipertextos.

1.2.2 Una ayuda regulatoria para el aprendizaje multimedia

El aprovechamiento óptimo las posibilidades que ofrecen los multimedia para el aprendizaje de contenidos científicos complejos requiere que los aprendices pongan en juego una serie de procesos de alto nivel, en especial de tipo metacognitivo (Mayer, 2007). Estos procesos metacognitivos resultan críticos para la autorregulación del aprendizaje, ya que constituyen uno de los principales mecanismos que nos permiten establecer metas, monitorear y regular nuestras acciones y valorar si nos ha sido posible alcanzar dichas metas (Pintrich, 2000). La investigación reciente sobre metacognición en el aprendizaje multimedia ha puesto en evidencia las dificultades que experimentan los aprendices para desplegar, de modo espontáneo y adecuado, estos procesos metacognitivos (Azevedo, Cromley y Seibert, 2004; Rouet, Schnotz y Lowe., 2008). Por consiguiente se han propuesto diferentes tipos de apoyos para facilitar la ejecución de estos procesos metacognitivos, ya sea a través de la instrucción directa, previa a la situación de aprendizaje, o bien a través de la inclusión de andamiajes que promuevan la reflexión metacognitiva durante la situación de aprendizaje, mediante la presencia de un tutor externo o a partir de la utilización de materiales hipermedia con ayudas metacognitivas.

Al respecto, es posible establecer una primera distinción entre apoyos metacognitivos directos e indirectos (Bannert, 2004). Los apoyos directos tienen que ver con la instrucción y el entrenamiento de habilidades metacognitivas, es decir, con la enseñanza (“*teach*”) explícita de estas habilidades. Un ejemplo claro de esta categoría es el entrenamiento en auto preguntas metacognitivas que proponen Kramarski y Mizrachi (2008). Mientras que los soportes indirectos (“*support*”) aluden a un abanico de apoyos para facilitar dichos procesos (Roll, Alevén, McLaren y Koedinger, 2007). A su vez estos apoyos indirectos siguen un continuo, de acuerdo al nivel de facilitación de procesos metacognitivos, es decir pueden ir desde proporcionar pistas metacognitivas tipo (Bannert, Hildebrand y Mangelkamp, 2009), pasando por actividades que ayudan a la regulación cognitiva, combinadas con feedback metacognitivos, como las que propone Manlove, Lazonder y De Jong (2009), hasta llegar a los apoyos que se presentan en Sánchez y García Rodicio (2008) en los que se combina también

un importante componente conceptual. La primera clase de ayudas facilitan el despliegue de procesos metacognitivos, en tanto que el último tipo de apoyos suplantando dichos procesos (Lazonder y Rouet, 2008), por consiguiente posibilitan más bien una regulación externa del proceso de comprensión con multimedia. Esta última clase de apoyos se ajustan mejor a estudiantes que tienen muy bajo nivel de conocimiento previo y que no disponen de habilidades metacognitivas.

En trabajos recientes hemos puesto a prueba materiales multimedia que incluyen una ayuda de tipo regulatorio, encontrando que propicia un mayor aprendizaje de contenidos sobre la tectónica de placas (Acuña, García Rodicio y Sánchez, 2011; y Sánchez, García Rodicio y Acuña, 2009). Esta clase de ayuda se fundamenta en una propuesta reciente del modelo de aprendizaje multimedia de Mayer (2008), donde otorga ya un lugar preponderante a los procesos de regulación en el aprendizaje multimedia. En tal sentido, Moreno (2006) plantea el principio de “reflexión” para el aprendizaje multimedia, que toma en cuenta la necesidad de ofrecer a los aprendices oportunidades de reflexionar durante el mismo proceso de aprendizaje a fin de promover una mayor integración de la nueva información con los conocimientos previos y una organización activa de la información. La ayuda toma en cuenta dos procesos metacognitivos clave: a) el monitoreo de la propia comprensión para detectar inconsistencias y sesgos en las representaciones mentales que va construyendo el propio aprendiz; y, b) la reparación de dichas inconsistencias, proporcionando explicaciones coherentes que ayuden al aprendiz a resolver los sesgos que van emergiendo en su comprensión.

Esta ayuda funciona como una especie de “evaluación encubierta”. Plantea una indagación que busca suscitar en el aprendiz la revisión del modelo mental que pudiera estar construyendo con la información multimedia presentada. Con esta ayuda se intenta promover un diálogo del aprendiz, tanto con las representaciones que proporciona el sistema, como también con sus propias representaciones, de modo tal que se propicie un procesamiento cognitivo activo, posibilitando la articulación de información nueva con sus conocimientos previos, y se favorezca a la par procesos de transferencia a nuevas situaciones y de autorregulación del propio aprendizaje. Sintéticamente, consiste en proponer una pregunta o un problema que afecte las ideas relevantes presentadas en el multimedia. A partir de esta pregunta, se “reflejan” algunos de los modelos que pudiera estar construyendo el aprendiz y, finalmente, se contrasta estos modelos con el modelo que se quiere alcanzar, proporcionando elementos que faciliten el ajuste respectivo (Sánchez y Suárez, 1998). Por consiguiente, sigue

una estructura IRE (Indagación-Respuesta-Evaluación) y consta de los siguientes componentes, que presentamos de manera abreviada:

a) Indagación, se propone una situación problemática relevante que afecte el modelo global de los movimientos de las placas y que suscite en el estudiante la necesidad de revisar el modelo que se va construyendo. Por ejemplo: “Como en uno de los choques de las placas se está continuamente destruyendo buena parte de la corteza terrestre, ante ello probablemente nos estemos planteando qué es lo que hace que el tamaño de la corteza terrestre se mantenga constante a pesar de esta destrucción continua de la corteza”.

b) Respuestas, en la que se proponen diferentes reflejos que expliciten diferentes modelos que probablemente estén construyendo los estudiantes, tal como: “Parece razonable pensar que se está formando nueva corteza, también de manera continua, en alguno de estos tres lugares: a) montañas continentales; b) fosas oceánicas; y, c) dorsales oceánicas, que probablemente tú estés considerando. [El aprendiz debe elegir una de las respuestas que “refleja” el modelo que pudiera estar construyendo”]

c) Evaluación, se revisan las respuestas y se propone un nuevo ajuste en el caso de que la respuesta no fuera adecuada, tal como: “Pensar que se forma en las montañas sin volcanes puede ser una respuesta razonable... [Normalización del “reflejo”] Pero en este caso más bien tendríamos que pensar que sólo se pliega material que ya existía... Entonces,...¿de dónde podría surgir magma en cantidades suficientes? En efecto, es en las dorsales donde brota el magma a través de las grietas... [Reiluminación]. La Figura 1 nos muestra uno de los nodos de esta ayuda regulatoria

¿Cómo cambia? // ¿Por qué la superficie terrestre no aumenta ni disminuye de tamaño?

Hemos visto que un fenómeno geológico muy importante que se produce cuando chocan dos placas es la destrucción de la litosfera (corteza) oceánica.

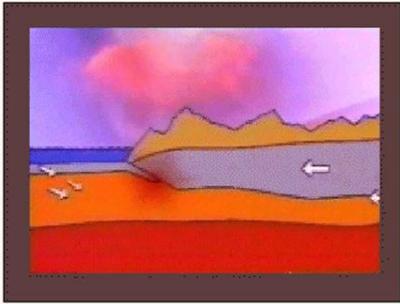
En efecto, a medida que una placa se hunde debajo de otra, la litosfera oceánica se destruye, reintegrándose buena parte de ella al manto del interior terrestre.

Un hecho sorprendente es que, a pesar de esta continua destrucción de la litosfera oceánica, la superficie terrestre no aumenta ni disminuye de tamaño.

Puesto que el tamaño de la Tierra es constante, si se destruye corteza al chocar las placas, en alguna otra parte debe estar formándose nueva litosfera para compensar las cosas.

Ahora bien, ¿en cuál de estos tres lugares consideras tú que se está creando nueva litosfera (corteza)?

Montañas continentales Fosas oceánicas Dorsales oceánicas



El diagrama ilustra un choque de placas tectónicas. Una placa oceánica se hunde debajo de una placa continental. En el punto de choque, la litosfera oceánica se destruye y se reintegra al manto. En otra parte, una dorsal oceánica forma nueva litosfera. Flechas blancas indican el movimiento de las placas y la formación de magma en la dorsal.

Figura 1. Componente Indagación de la Ayuda Regulatoria

Estas ayudas se incluyeron en diferentes momentos del material multimedia y en su configuración se han considerado los sesgos que aparecen habitualmente cuando se va comprendiendo diferentes procesos de los movimientos de las placas y sus consecuencias, de acuerdo a los estudios pilotos realizados.

1.3 Propósito

En este trabajo se pretende estudiar la influencia de las creencias epistemológicas en el aprendizaje de un contenido científico complejo, en el dominio de las Ciencias de la Tierra (movimiento de las placas tectónicas y sus consecuencias), utilizando un material digital multimedia, al que se le han incluido una serie de ayudas dirigidas a propiciar la reflexión metacognitiva durante la situación de aprendizaje. Concretamente, interesa analizar el rendimiento en el aprendizaje (retención y transferencia) que alcanzan estudiantes universitarios con diferentes tipos de creencias epistemológicas (sofisticadas e ingenuas) cuando aprenden con un material multimedia provisto de estas ayudas regulatorias de su propio proceso de comprensión. Asimismo, se busca examinar cómo estos estudiantes con diferentes creencias epistemológicas utilizan el documento multimedia, tomando en cuenta el tiempo que le dedican a recorrer sus diferentes nodos y el número de veces que consultan las ayudas y el tiempo que le conceden a la revisión de dichas ayudas. Se esperó que el grupo conformado por los estudiantes con creencias epistemológicas sofisticadas alcanzaran un rendimiento en el aprendizaje más alto (Hipótesis 1) y que consultaran con mayor frecuencia y durante un mayor período de tiempo las ayudas incluidas en el multimedia (Hipótesis 2), en comparación con el grupo de estudiantes con creencias epistemológicas ingenuas

2. METODOLOGÍA

2.1. Participantes

Los participantes fueron 45 estudiantes de una universidad mexicana (41 mujeres y 4 hombres) inscriptos en la asignatura Psicología de la Comunicación. La media de la variable edad de los participantes fue de 19.71 (SD = 1.55). La casi totalidad de los estudiantes tenía un nivel socioeconómico medio. Se conformaron dos grupos según las creencias epistemológicas de los estudiantes, teniendo en cuenta el puntaje obtenido por los estudiantes en el Cuestionario de creencias epistemológicas de Wood y Kardash (2002). El grupo con

creencias epistemológicas sofisticadas (percentiles superiores a 65) estuvo integrado por 23 estudiantes (20 mujeres y 3 hombres), mientras que el grupo con creencias epistemológicas ingenuas (percentiles inferiores a 35) se conformó con 22 estudiantes (21 mujeres y 1 hombre). Los estudiantes contaron con un nivel bajo de conocimientos previos en el dominio específico (movimiento de las placas tectónicas). Se controló además que no existieran diferencias significativas previas entre los grupos respecto a comprensión lectora, ni tampoco en la experiencia de navegación en textos multimedia para lo cual se instruyó previamente en el manejo de textos no lineales. La participación de los estudiantes fue voluntaria y como bonificación recibieron créditos en la asignatura.

2.2. Materiales

El material de aprendizaje consistió en un documento hipermedia sobre los choques de las placas tectónicas y sus consecuencias en la superficie terrestre. El documento hipermedia fue desarrollado con el software Toolbook II 6.1 (Asymetrix, 2001) y contiene 14 nodos con un total de 2280 palabras. El contenido hace referencia a la estructura interna de la Tierra, el concepto de placa tectónica, el mecanismo básico de la formación de dorsales oceánicas y los movimientos de las placas tectónicas, presentándose las principales características, procesos y efectos de dos clases de choques de placas (Himalaya y Andes). En tres momentos del material multimedia se incluyeron ayudas para la regulación del propio proceso de comprensión, siguiendo la dinámica de la evaluación encubierta descrita en un apartado anterior. Los estudiantes podían consultar opcionalmente estas ayudas de acuerdo a sus necesidades.

2.3. Instrumentos

Para examinar las creencias epistemológicas de los aprendices, se ha utilizado el Cuestionario de Creencias Epistemológicas, en la versión de Wood y Kardash (2002), que es una adaptación reciente de los instrumentos desarrollados por Schommer (1990) y Jehng, Johnson y Anderson (1993). Este cuestionario de Wood y Kardash (2002) consta de 36 ítems que examinan factores referidos a creencias sobre: a) la rapidez en la adquisición de conocimiento; b) la estructura del conocimiento; c) la construcción y posibilidades de modificación del conocimiento; d) las características del estudiante exitoso; y, e) la posibilidad de existencia de verdades absolutas. Cada uno de los ítems de este cuestionario propone una frase respecto de la cual los sujetos deben señalar su grado de acuerdo o desacuerdo, como por ejemplo “Si no puedo comprender rápidamente algo, generalmente significa que nunca lo

comprenderé”, utilizándose en las repuestas una escala tipo Likert con 5 opciones que van desde “totalmente en desacuerdo” a “totalmente de acuerdo”.

Para valorar el rendimiento en el aprendizaje se utilizó un cuestionario que incluye: a) 8 preguntas de retención (comprensión superficial), como por ejemplo, ¿Qué es una fosa oceánica?); y, b) 8 preguntas de tipo inferencial o de transferencia (por ejemplo, ¿Por qué hay volcanes en México y no en España?). El puntaje máximo que los estudiantes pueden obtener en cada uno de los grupos de preguntas es de 16 puntos, lo que hace un total de 32 puntos para el rendimiento en el aprendizaje.

Los datos de navegación durante las consultas fueron registrados por un programa acoplado al hipermedia. La información suministrada por el programa se refiere a los nodos visitados y al tiempo dedicado a cada página. En el registro se indica el momento de entrada y salida de cada nodo. Asimismo, al final del registro se recoge el tiempo total de consulta. La información referida a los tiempos de consulta total, los tipos parciales de cada nodo y los tiempos dedicados a las ayudas fue indicada en segundos.

Para evaluar los conocimientos previos en el dominio de conocimiento específico (tectónica de placas) se ha empleado un cuestionario con 11 tareas, referidas a la estructura interna de la Tierra, a las nociones sobre las placas tectónicas, a la identificación en una representación gráfica de los principales elementos del modelo de la tectónica de Placas y a las ideas respecto a la formación de montañas y a la deriva continental. El total de puntos que se podían obtener en este cuestionario fue de 22.

Para valorar las habilidades de comprensión lectora de los estudiantes se aplicó la Batería Multimedia de Comprensión (versión abreviada) de Gernsbacher y Varner (1988), adaptada por Díez y Fernández (1997) que permite valorar los niveles de comprensión lectora. En esta prueba se pide a los alumnos que lean un texto informatizado “El regalo más preciado” y que, luego de la lectura, contesten ocho ítems con formato de pregunta de elección múltiple con cinco opciones de respuesta acerca del contenido presentado en ese texto. La prueba seleccionada de la batería multimedia controla el tiempo de presentación del texto, manteniéndolo constante, y también establece un tiempo uniforme (20 segundos) para responder cada uno de los ítems de evaluación. Cada pregunta acertada es contabilizada con un punto hasta alcanzar un máximo de ocho.

2.4. Procedimiento

El estudio se ha llevado a cabo en dos sesiones, cada una de ellas con 1 hora de duración. En la primera sesión se administró el cuestionario de creencias epistemológicas y se aplicó la Batería Multimedia de Comprensión (versión abreviada) de Gernsbacher, & Varner. (1988), adaptada por Díez, & Fernández (1997) para evaluar comprensión lectora. Además se procedió a instruir a los sujetos en la utilización del programa hipermedia, empleando un material sobre contenido científico diferente al utilizado en la sesión experimental.

La segunda sesión comprendió una exposición oral acompañada de la visualización de un documento electrónico, realizado en programa PowerPoint, en la que se proporciona a los participantes conocimientos introductorios de la teoría tectónica de placas, a saber, la estructura de la Tierra, la noción de placa tectónica y algunas de sus características. Este paso se llevó a cabo fin de crear el contexto informacional necesario para abordar el tema específico sobre el que versa el documento multimedia a utilizar en la sesión de aprendizaje. Posteriormente, tuvo lugar la sesión de aprendizaje hipermedia n la que cada estudiante fue regulando el tiempo de la sesión de aprendizaje de acuerdo a sus necesidades, y se estableció un tiempo límite de 40 minutos para revisar el material multimedia. Finalmente, a medida que cada estudiante fue terminando su sesión, se le administró el cuestionario para valorar su rendimiento.

3. RESULTADOS

Para el análisis de datos se ha trabajado con un nivel de significación estadística de $p < 0.05$ y en dicho análisis se utilizó el programa informático Statistical Package for Social Science (SPSS) versión 15.0 para Windows.

Se realizó un análisis no paramétrico para comparar dos muestras independientes, estableciéndose como variable de agrupación la condición experimental (tipo de creencias epistemológicas) y, como medidas dependientes, los diferentes puntajes que valoran tanto el rendimiento en el aprendizaje, como el tiempo de consulta dedicado al multimedia y a las ayudas regulatorias. Dado que no se pudo garantizar una distribución normal y la estabilidad de la varianza en las variables, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, que es una excelente alternativa a la prueba paramétrica t de diferencia de medias.

Respecto a las variables de control, no se encontraron diferencias significativas entre las dos condiciones consideradas para este estudio en ninguna de las medidas pretest, es decir, nivel de comprensión lectora y nivel de conocimientos previos de dominio específico.

El análisis cuantitativo de los resultados (con la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney) muestra la existencia de diferencias significativas en la comparación entre los grupos, a favor del grupo con creencias epistemológicas sofisticadas, respecto a los puntajes de rendimiento en el aprendizaje y en el tiempo de consulta total dedicado al multimedia y el número de veces en que fueron consultadas las ayudas regulatorias, tal como que se refieren en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados creencias epistemológicas, rendimiento en el aprendizaje y utilización del multimedia

	Grupo creencias epistemológicas sofisticadas n=23	Grupo creencias epistemológicas ingenuas n=22
Creencias epistemológicas	3.79 (0.38)	3.24 (0.22)
Rendimiento en el aprendizaje		
Retención	11.08 (2.92)	8.12 (2.05)
Transferencia	11.00 (2.06)	6.18 (2.48)
Total	22.08 (4.42)	14.30 (3.41)
Utilización del multimedia		
Tiempo total consulta multimedia	1634.26 (239.39)	1421.86 (204.33)
Tiempo consulta Ayudas	332.69 (155.32)	271.68 (110.80)
Número de veces consulta Ayudas	7.39 (2.67)	5.40 (2.17)

Nota. Los valores en las columnas corresponden a las medias de los puntajes obtenidos y las respectivas desviaciones estándares se indican entre paréntesis. El puntaje máximo que se puede alcanzar en el cuestionario de creencias epistemológicas es 5. Los puntajes pueden ir de 0 a 16 en las variables referidas a rendimiento en el aprendizaje (retención y transferencia). El tiempo de consulta está expresado en segundos.

Se encontraron diferencias significativas, a favor del grupo creencias epistemológicas sofisticadas, en los puntajes de rendimiento en el aprendizaje referidos a los ítems de retención (comprensión superficial) (U de Mann-Whitney= 107.50; Z= -3.308; $p=.001$) y también a los ítems de transferencia (comprensión profunda) (U de Mann-Whitney= 27.50; Z= -5.151; $p=.000$). Asimismo, resultó significativamente superior el tiempo que los estudiantes del grupo creencias sofisticadas dedicaron a revisar el documento multimedia (U de Mann-Whitney= 136.00; Z= -2.657; $p=.008$) y el número de veces que consultaron las ayudas (U de Mann-Whitney= 145.50; Z= -2.468; $p=.014$). No se observaron diferencias significativas entre las dos condiciones respecto al tiempo de consulta dedicado a las ayudas incluidas en el material multimedia (U de Mann-Whitney= 198.50; Z= -1.238; $p=.216$).

4. CONCLUSIONES

En este estudio se ha comparado el rendimiento que obtuvieron estudiantes universitarios con diferentes tipos de creencias epistemológicas en el aprendizaje de un contenido científico complejo (movimientos de las placas tectónicas y sus consecuencias) utilizando material multimedia. Asimismo, se examinó el tiempo que dedicaron a la consulta del material, especialmente a las ayudas regulatorias para la comprensión que se incluyeron en dicho material digital. En primer lugar, los resultados obtenidos en el estudio empírico muestran que, en efecto, el grupo de estudiantes con creencias epistemológicas más sofisticadas alcanzaron un mayor rendimiento en el aprendizaje -tanto en tareas de recuerdo y memorización de contenidos, como en tareas de transferencia, en las que los estudiantes debían emplear las ideas presentadas en el texto para resolver una situación problemática-, en comparación al grupo de estudiantes que manifestaron creencias epistemológicas más simples. Asimismo, los estudiantes del primer grupo (creencias sofisticadas) consultaron durante mayor tiempo el material multimedia y revisaron con mayor frecuencia las ayudas regulatorias presentada en el documento digital. Estos resultados son consistentes con estudios anteriores desarrollados que evidenciaron la influencia que ejercen las creencias epistemológicas más complejas en el rendimiento en el aprendizaje (Bendixen y Hartley, 2003; Pieschl et al., 2008) y en el uso de ayudas en documentos multimedia (Bartholome et al., 2006).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, S. R., García Rodicio, H. y Sánchez, E. (2011). Fostering active processing of instructional explanations of learners with high and low prior knowledge. *European Journal of Psychology of Education*, 26, 435–452.
- Asymetrix (2001). *Toolbook Instructor II*. [Computer Program, PC]. Bellevue, WA: Asymetrix Learning Systems.
- 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.
- Bannert, M. (2004). Designing metacognitive support for hypermedia learning. En H. Niegemann, D. Leutner y R. Brünken (Eds.), *Instructional design for multimedia-learning* (pp. 19-30). Münster: Waxmann.

- Bannert, M., Hildebrand, M. y Mengelkamp, C. (2009). Effects of a metacognitive support device in learning environments. *Computers in Human Behavior*, 25, 829-835.
- Bartholome, T., Stahl, E., Pieschl, S., & Bromme, R. (2006). What matters in help-seeking? A study of help effectiveness and learner-related factors. *Computers in Human Behavior*, 22, 113-129
- Bendixen, L. D. y Hartley, K. (2003). Successful learning with hypermedia: The role of epistemological beliefs and metacognitive awareness. *Journal of Educational Computing Research*, 28 (1), 15-30.
- Braten, I., Britt, M.A., Strømsø, H.I., y Rouet, J.-F. (2011). The role of epistemic beliefs in the comprehension of multiple expository texts: Towards an integrated model. *Educational Psychologist*, 46, 48-70.
- Buehl, M. M. y Alexander, P. A. (2006). Examining the dual nature of epistemological beliefs. *International Journal of Educational Research*, 45, 28-42.
- Carvalho, A. A. A. (1999). Os hipermedia em contexto educativo. Braga: Universidade do Minho.
- DeBacker, T. K. y Crowson, H. M. (2006). Influences on cognitive engagement: Epistemological beliefs and need for closure. *British Journal of Educational Psychology*, 76, 535-551.
- Díez, E. y Fernández, A. (1997). *Batería multimedia de comprensión* (versión abreviada). Universidad de Salamanca.
- Gernsbacher, M. A. y Varner, K. R. (1988). The multimedia comprehension battery. Eugene, OR: University of Oregon, Institute of Cognitive and Decision Sciences.
- Goldman, S. (2003). Learning in complex domains: when and why do multiple representations help? *Learning and Instruction*, 13(2), 239-244.
- Greene, J. A., Muis, K. R. y Pieschl, S. (2010). The role of epistemic beliefs in students' self-regulated learning with computer-based learning environments: Conceptual and methodological issues. *Educational Psychologist*, 45(4), 245-257.
- Hartley, K. y Bendixen, L. D. (2001). Educational research in the Internet age: Examining the role of individual characteristics. *Educational Researcher*, 30(9), 22-26.
- Hofer, B. K. y Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140.

- Hofer, B. K. y Pintrich, P. R. (2002). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Jacobson, M. J., Maouri, C., Mishra, P. y Kolar, C. (1996). Learning with hypertext learning environments: Theory, design and research. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 5(3/4), 239-281.
- Jacobson, M. J. y Spiro, R. J. (1995). Hypertext learning environments, cognitive flexibility, and the transfer of complex knowledge: An empirical investigation. *Journal of Educational Computing Research*, 12(4), 301-333.
- Jehng, J. J., Johnson, S. D. y Anderson, R. C. (1993). Schooling and student's epistemological beliefs about learning. *Contemporary Educational Psychology*, 18, 23-35.
- Kramarski, B. y Mizrachi, N. (2006). Online discussion and self-regulated learning: Effects of instructional methods on mathematical literacy. *Journal of Educational Research*, 99(4), 218-230.
- Lazonder, A. y Rouet, J. (2008). Information problem solving instruction: Some cognitive and metacognitive issues. *Computers in Human Behavior*, 24, 753-765.
- Manlove, S., Lazonder, A.W. y De Jong, T. (2009). Collaborative versus individual use of regulative software scaffolds during scientific inquiry learning. *Interactive Learning Environments*, 17, 105-117.
- Mason, L. (2000). Role of anomalous data and epistemological beliefs in middle school students' theory change about two controversial topics. *European Journal of Psychology of Education*, 15 (3), 329-346.
- Mason, L., Ariasi, N. y Boldrin, A. (2011). Epistemic beliefs in action: Spontaneous reflections about knowledge and knowing during online information searching and their influence on learning. *Learning and Instruction*, 21, 137-151.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 31-48). New York, NY: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2008). *Learning and Instruction*. Englewood Cliffs, NJ: Merrill Prentice Hall.
- Mishra, P. y Yadav, A. (2006). Using hypermedia for learning complex concepts in chemistry: A qualitative study on the relationship between prior knowledge, beliefs, and motivation. *Education and Information Technologies*, 11, 33-69.

- Moreno, R. (2006). Does the modality principle hold for different media? A test of the method-affects-learning hypothesis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(3), 149–158.
- Perry, W. G. (1970). *Forms of Intellectual and Ethical Development in the College Years*. New York: Academic Press
- Pieschl, S., Stahl, E. y Bromme, R. (2008). Epistemological beliefs and self-regulated learning with hypertext. *Metacognition and Learning*, 3(1), 17-37
- Pintrich, P. R. (2002). Future challenges and directions for theory and research on personal epistemology. En B. K. Hofer y P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 103-118). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Roll, I., Aleven, V., McLaren, B. M. y Koedinger, K. R. (2007). Designing for metacognition - applying cognitive tutor principles to the tutoring of help seeking. *Metacognition and Learning*, 2(2), 125-140.
- Rouet, J-F, Schnotz, W. y Lowe, R. (2008). *Understanding Multimedia Documents*. New York:Springer.
- Sánchez, E. y García Rodicio, H. (2008). The use of modality in the design of verbal aids in computer-based learning environments. *Interacting with computers*, 20(6), 45-561.
- Sánchez, E., García-Rodicio, H. y Acuña, S. R. (2009). Are instructional explanations more effective in the context of an impasse? *Instructional Science*, 37, 537–563.
- Sánchez, E. y Suárez, S. (1999). Pautas para conversacionalizar un texto. En M. Peralbo (Ed.), *El desarrollo del lenguaje*. Madrid: Pirámide.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, 498-504.
- Schommer-Aikins, M. (2004). Explaining the epistemological beliefs system: Introducing the embedded systemic model and coordinated research approaches. *Educational Psychologist*, 39(1), 19-29.
- Schraw, G., Dunkle, M. E. y Bendixen, L. D. (1995). Cognitive process in well-defined and illdefined problem solving. *Applied Cognitive Psychology*, 9 (6), 523-538.
- Schraw, G. & Sinatra, G. M. (2004). Epistemological development and its impact on cognition in academic domains. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 95-102.

- Windschitl, M. y André, T. (1998). Using computer simulations to enhance conceptual change: The roles of constructivist instruction and students epistemological beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 145-160.
- Wood y Kardash (2002). Critical elemnts in the design and analysis of studies of epistemology. En B. Hofer y P. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: Erlbaum.