

# Producción cooperativa de materiales hipermedia en espacios compartidos de trabajo: un caso de enseñanza de la Química

GREGORIO JIMÉNEZ VALVERDE  
ANNA LLITJÓS VIZA

Universidad de Barcelona, España

---

En los últimos años ha habido un auge en el uso de Internet y de materiales hipermedia<sup>1</sup> en la enseñanza de la química (Jiménez y Llitjós, 2005). Estos materiales han venido a suplir las carencias de las que, en cuanto a interactividad, dinamismo y tridimensionalidad, adolecen los libros de texto y constituyen un avance cualitativo en la tecnología educativa, principalmente porque proporcionan un medio multidimensional que representa de una forma más natural el funcionamiento de la mente humana y que, al no estar constreñidos a presentaciones lineales, permiten que el alumnado elija libremente los hiperenlaces más adecuados en cada momento. Esta libertad de elección estimula la curiosidad de los estudiantes y además les permite administrar mejor su propio proceso de aprendizaje, ya que pueden ajustar los hiperenlaces que eligen en función de sus propias necesidades, convirtiéndose, por tanto, en una herramienta que facilita el aprendizaje autónomo (Delisle y Schwartz, 1989; Wittington, 1996). Calcaterra, Antonietti y Underwood (2005) recopilaron una serie de estudios sobre los materiales hipermedia en la educación y han concluido que se produce un mayor aprendizaje con materiales hipermedia que cuando la información se presenta de forma lineal.

Pero las ventajas educativas que presentan los materiales hipermedia van más allá del papel que juega el estudiante como lector o consumidor de los mismos, ya que el alumnado también puede producir dichos materiales, utilizando para ello *software* adecuado. Este *software* puede ser específico para contextos educativos determinados, como "HyCo" (García y García, 2005), "CoVis" (Bonk, Medury y Reynolds, 1994) o "CoWeb" (Guzdial, Rick y Kehoe, 2001), o puede ser genérico, como los editores HTML MS Frontpage, Macromedia Dreamweaver o Netscape Composer que, al ser del tipo WYSIWYG ("lo que ves, es lo que obtienes"), no requieren conocimientos de programación en código HTML para crear páginas web sencillas.

La producción de materiales hipermedia es un ejemplo de actividad centrada en el estudiante y permite al alumnado crear y organizar su propio conocimiento (Jonassen, 1991), ya que la producción de hipermedia incita a los estudiantes a pensar cómo representar una idea, cómo establecer relaciones entre ellas y cómo unir diferentes representaciones de las mismas (Lehrer, Erickson y Connell, 1994).

---

<sup>1</sup> Consideraremos hipertexto a cualquier documento compuesto de bloques de texto y los enlaces telemáticos que los unen. Estos bloques de texto constituyen lo que se denomina *nodos* del documento hipertextual. Si los nodos contienen información multimedia (texto e imágenes o vídeo, por ejemplo), hablaremos entonces de hipermedia, si bien hay autores que no realizan esta distinción y consideran hipertexto a cualquier documento asociativamente estructurado y no lineal, con independencia de la información contenida en los nodos.

En efecto, escribir el texto de un nodo supone tener que discriminar entre conceptos de tal forma que puedan ser presentados como unidades textuales comprensibles e independientes. Pensar sobre los enlaces necesarios para unir estos nodos puede contribuir a la comprensión de las relaciones semánticas entre los mismos. Por último, cuando se planifica la estructura total de un hipermedia, el estudiante tiene que procesar la estructura de su contenido. Debido a su no-linealidad, los hipertextos pueden ser leídos de diferentes maneras y por tanto el estudiante-creador tiene que anticipar las posibles perspectivas de los lectores para crear itinerarios flexibles de lectura, lo que conlleva un aumento de la comprensión de las estructuras semánticas del contenido (Bromme y Stahl, 2002).

## Producción cooperativa de hipermedia

Los materiales hipermedia pueden ser producidos por grupos cooperativos de estudiantes, aprovechando los beneficios que se derivan de una correcta implantación de las técnicas cooperativas: mejora del rendimiento de los estudiantes, incremento de su responsabilidad y de su participación activa en el proceso de aprendizaje, mayor autoestima, mayor interés por la material objeto de estudio y relaciones interpersonales más positivas (Panitz y Panitz, 1998). La producción cooperativa de material hipermedia es complicada en el sentido en que los miembros de un grupo cooperativo tienen que ser conocedores de lo que el resto de miembros de su grupo está haciendo si se desea generar un resultado coherente. Por otra parte, necesitan también momentos de reflexión personal para formular sus propios pensamientos e ideas (Dahn *et al.*, 2002). Además, es necesario el desarrollo y la ejecución de determinadas habilidades grupales para generar un único proyecto homogéneo, entre las que destacamos la creación e intercambio de ideas entre miembros de un grupo, exposición de críticas y reflexiones fundamentadas, la justificación de puntos de vista, el respeto por opiniones ajenas, la resolución de conflictos, la toma de decisiones o la negociación (Bonk, Medury, Reynolds, 1994). Algunas herramientas de producción de materiales hipermedia han incorporado facilidades para el trabajo cooperativo con las que los estudiantes pueden estudiar independientemente y no sentirse aislados. Wittington (1996) ha revisado algunas de estas herramientas hipermedia o hipertextuales que proporcionan soporte para el trabajo cooperativo asistido por ordenador (CSCW): MUCH, MOLE, CLARE o CSILE.

Sin embargo, Chen (1997) ha sugerido el uso de espacios compartidos de trabajo (*shared workspaces*) como soporte informático para poder crear hipermedia cooperativamente, y diversos estudios y autores (Cabero, 2003; Whittaker, Geelhoed y Robinson, 1993) han constatado la idoneidad de los espacios compartidos de trabajo como herramientas informáticas que dan soporte a la cooperación telemática (o distribuida). Los espacios compartidos de trabajo son un tipo de *groupware* (Jiménez y Lliujós, 2006a) consistente en áreas virtuales en donde los miembros de un grupo cooperativo pueden compartir información y documentos, gestionar datos y estar informados del trabajo de los otros miembros del grupo, dentro de un proyecto determinado, mediante un ambiente integrado de comunicación, normalmente asincrónica (es decir, en tiempo diferido), lo que permite el acceso e intercambio de documentos o información en cualquier momento y lugar, de modo que todos los miembros del grupo reciben información sobre el proceso global que tiene lugar dentro del espacio compartido de trabajo, incluyendo todas las acciones efectuadas en el entorno telemático desde la última vez que se conectaron a él (*workspace awareness*) (Gutwin y Greenberg, 2004).

## Hipertexto cooperativo

La producción de hipermedia provoca automáticamente además otro tipo de cooperación, llamada *hipertexto cooperativo* (o *hipermedia cooperativo*), ya que cualquier documento introducido en un sistema en red que soporte enlaces electrónicos o telemáticos existe en cooperación con todos y cada uno de los documentos presentes en el sistema y, por tanto, todo documento electrónica o telemáticamente unido con otro coopera con él (Landow, 1995). De hecho, Jonassen (1991) ha definido hipertexto en términos de cooperación: "software informático para organizar y almacenar información, a la que se accede de manera no secuencial y que se construye cooperativamente por autores y usuarios". En esta definición, Jonassen menciona el papel de "constructor" del usuario: esto sucede, según Landow cuando el usuario crea un hiperenlace al documento original, convirtiéndose en un nuevo autor y produciéndose, por tanto, un hipertexto cooperativo. Un ejemplo de la transformación de un lector de hipertexto a productor de hipertexto lo constituiría la *Internet Movie Data Base* ([www.imdb.com](http://www.imdb.com)) en la que los usuarios pueden acceder a información hipertextual sobre cine, pero tienen la posibilidad de ir completando y ampliando la información allí contenida, para que sea consultada por otros usuarios.

Estas formas de cooperación a través de hiperenlaces tienen lugar en lo que MacDonald-Ross (1996) ha definido como *ambientes de hipertexto cooperativo*, es decir, ambientes conducentes a la unión, mediante hiperenlaces, de un grupo de autores productores de materiales hipermedia que cooperan desde diferentes instituciones o países. Por ejemplo, [www.imdb.com](http://www.imdb.com) sería uno de estos ambientes de hipertexto cooperativo y la propia Internet sería otro, quizá el mayor de todos. La producción de materiales hipermedia promueve, por tanto, la cooperación entre estudiantes: el hecho de enlazar, mediante hiperenlaces, un proyecto web con otro documento web (sea otro proyecto web producido por estudiantes o una página web externa) crea cooperación, según Landow (1995).

## Filtrado cooperativo

Una última posibilidad cooperativa que ofrece la producción de materiales hipermedia es el *filtrado cooperativo* (Goldberg *et al.*, 1992). Conforme se van creando más proyectos hipermedia en un mismo ambiente de hipertexto cooperativo, la información disponible va aumentando y esto puede desbordar la capacidad de un lector que desee consultar la información allí contenida. El filtrado cooperativo implica que los consumidores de un material hipermedia dejan registrada su opinión sobre estos materiales y los siguientes lectores del mismo material pueden aprovechar estas opiniones para *filtrar* los materiales que sean relevantes para ellos de aquellos que no lo son. El filtrado cooperativo de información permite que personas con intereses comunes puedan compartir sus ideas y opiniones (MacDonald-Ross, 1996); por ejemplo, las opiniones que dejan registradas los compradores en tiendas virtuales como *fnac.es* o *amazon.com* pueden influir en la decisión que tome un potencial comprador de alguno de los productos que venden dichas tiendas. En algunos filtrados cooperativos, el autor original del material hipermedia recibe *feedback* de los comentarios que ha ido recibiendo dicho material (Wolf, 2002).

## Metodología de la investigación

El presente estudio se llevó a cabo durante los cursos 2001-02, 2002-03 y 2003-04 en el IES Mercè Rodoreda de L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona) con estudiantes del Ciclo Formativo de Grado Superior de

Química Ambiental. Los materiales hipermedia se crearon dentro de la unidad didáctica "iones en aguas" correspondiente a la asignatura "Técnicas fisicoquímicas, químicas y microbiológicas de análisis de aguas". En el CFGS de Química Ambiental se matriculan cada año unos 45 estudiantes que, para esta asignatura, se estructuran en tres grupos-clase, de aproximadamente 15 estudiantes cada uno. Con anterioridad al inicio de esta experiencia, el alumnado recibe formación sobre el trabajo en grupos cooperativos en la asignatura de "Relaciones en el Entorno de Trabajo", del mismo ciclo formativo.

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas anteriormente sobre la conveniencia de usar espacios compartidos de trabajo para la producción cooperativa de hipermedia, se utilizaron dos herramientas informáticas de este tipo. En principio, optamos por un sistema de espacios compartidos de trabajo de tipo hipertexto distribuido, es decir, un entorno telemático al cual poder acceder desde cualquier ordenador con conexión a Internet, a diferencia de otros espacios compartidos de trabajo del tipo de bases de datos especiales, como Lotus Notes. Debido a la rápida evolución y expansión de Internet, los espacios compartidos de trabajo basados en hipertexto distribuido han aumentado significativamente su importancia, teniendo en cuenta además que cuando se usan tecnologías *groupware* como Lotus Notes pueden surgir problemas de integración e interoperabilidad entre usuarios que utilizan versiones diferentes de un mismo *software* (Klößner, 2000), aunque este tipo de *software* también ha sido utilizado como soporte informático en experiencias educativas de producción de hipermedia (Jones, 2002-2003).

Internet es, de hecho, una plataforma adecuada para las diferentes aplicaciones *groupware*. Las principales ventajas del uso de la web como plataforma para la cooperación *on-line* son las siguientes (Gómez-Skarmeta, García y Martínez, 2003; Klößner, 2000):

- Los navegadores de Internet están disponibles para todos los sistemas operativos y plataformas.
- La apariencia de una página HTML es prácticamente la misma en todos los sistemas y plataformas, ofreciendo así una presentación consistente de la información.
- La información en los navegadores es conforme al estándar MIME, lo que significa que el formato y el tipo de ficheros son añadidos después de la transferencia. Esto permite al navegador decidir acerca de los caminos para procesar y/o presentar el fichero o si lo envía a otra aplicación, con lo que se permite la conversión automática del documento entre diferentes sistemas, plataformas o aplicaciones de eventos.
- Los navegadores son gratuitos y están instalados en la mayoría de los sistemas operativos.
- El uso de navegadores es sencillo y de fácil aprendizaje.
- Internet permite integrar con relativa facilidad diversos sistemas *groupware*: *e-mail*, pizarra cooperativa, espacios compartidos de trabajo, hipertexto cooperativo, foros, *chats*...

El sistema de espacios compartidos de trabajo elegido inicialmente fue la plataforma BSCW (Jiménez y Lliujós, 2006a), que además presenta la ventaja adicional de que es gratuito. Durante el curso 2003-04, se estimó oportuno cambiar el BSCW por el recién lanzado sistema Synergeia (Jiménez, Núñez y Lliujós, 2006), que constituye una versión del BSCW optimizada para contextos educativos. Tanto BSCW como Synergeia son entornos telemáticos gratuitos que posibilitan el trabajo cooperativo entre estudiantes que no necesariamente coinciden en el espacio o en el tiempo, lo cual resulta de mucha utilidad –por no decir que

son imprescindibles– cuando estudiantes de distintos grupos-clase deben generar un único proyecto. En este aspecto es importante destacar el *servicio de eventos* que ofrecen tanto BSCW como Synergiea y que permite que los miembros de un grupo estén informados de todos los movimientos sucedidos en las carpetas de trabajo de las que son miembros, para poder coordinar la producción del proyecto web (Jiménez y Llitjós, 2006b).

En cada curso escolar, las primeras sesiones de la investigación se destinaron al aprendizaje y familiarización de BSCW o Synergiea y, dado que menos del 5% del alumnado de cada curso escolar tenía conocimientos previos sobre cómo crear una página web, también se explicaron los procedimientos básicos del programa informático elegido para crear páginas web. El editor HTML elegido fue Netscape Composer 4.78<sup>2</sup> porque, además de ser gratuito, se integra adecuadamente con los entornos BSCW y Synergiea<sup>3</sup>. El profesor puso a disposición del alumnado unos tutoriales web sobre el manejo del BSCW o Synergiea y de Netscape Composer 4.78 (tabla 1).

TABLA 1  
Tutoriales web

TUTORIALES	URL
Netscape Composer 4.78	<a href="http://www.xtec.net/~gjimene2/licencia/tutorials/composer/">http://www.xtec.net/~gjimene2/licencia/tutorials/composer/</a>
Synergiea <sup>a</sup>	<a href="http://www.synergiea.info/">http://www.synergiea.info/</a>

<sup>a</sup>Este tutorial corresponde a una versión más completa que la que utilizó el alumnado durante el curso 2003-04.

Una vez que el alumnado se había habituado al uso de Netscape Composer y al trabajo en espacios compartidos de trabajo, empezaron propiamente las sesiones para realizar el proyecto grupal. Para ello, los estudiantes se organizaron en grupos cooperativos, de 2 a 4 estudiantes, a veces pertenecientes a diferentes grupos-clase, para realizar el proyecto asignado.

En cuanto al proyecto de los estudiantes, es necesario tener en cuenta que el material que se utiliza en las sesiones de trabajo cooperativo ha de favorecer el desarrollo de la actividad y ha de evitar al mismo tiempo que potencie únicamente un tipo de aprendizaje memorístico, repetitivo o de simple interpretación de la información presentada. Corresponde al docente presentar materiales no completos que lleven al estudiante a la búsqueda de otros materiales, que pueden estar tanto dentro como fuera del entorno telemático de aprendizaje cooperativo, y que al mismo tiempo puedan estar soportados en diferentes códigos de información. Indirectamente este tipo de actividades propicia el desarrollo de actividades de análisis, búsqueda, interpretación y selección de la información por parte de los estudiantes (Cabero, 2003). En este sentido, los estudiantes tuvieron que realizar un proyecto, en formato de página web, sobre un ion en aguas. En concreto, cada proyecto debía incluir, como mínimo, las siguientes secciones: presencia en aguas naturales, niveles máximos en aguas potables según la legislación española, métodos de análisis de ese ion en aguas y efectos sobre la salud.

<sup>2</sup> Netscape Composer 4.78 está incluido en Netscape Communicator 4.78 y puede descargarse gratuitamente en [http://ftp.netscape.com/pub/communicator/spanish/4.78/windows/windows95\\_or\\_nt/complete\\_install/cc32d478.exe](http://ftp.netscape.com/pub/communicator/spanish/4.78/windows/windows95_or_nt/complete_install/cc32d478.exe) [consulta: mayo 2006].

<sup>3</sup> La versión actual del BSCW (4.3.2) incorpora de manera integrada un editor HTML del tipo WYSIWYG, similar a Netscape Composer 4.78. Durante los cursos 2001-02 y 2002-03, en los que se utilizó el BSCW, esta funcionalidad no estaba aún incluida.

FIGURA 1  
Página principal del proyecto de los nitratos (curso 2003-04)



En este estudio, se consideraron dos *ambientes de hipertexto cooperativo*: uno primario (nuestro servidor [www.xtec.net](http://www.xtec.net)) y otro secundario (el resto de Internet). En el ambiente primario se alojan las versiones finales de los diferentes proyectos web de los estudiantes. Inicialmente, los estudiantes crean cooperativamente sus proyectos en el servidor BSCW o Synergeia, con ayuda de las funcionalidades que esas plataformas ofrecen para la cooperación distribuida y, una vez concluidos, el profesor realiza una copia de todos ellos en el servidor [www.xtec.net](http://www.xtec.net), que es de acceso público.

Respecto a los hiperenlaces en el ambiente primario, si en un proyecto se nombraba o se citaba un ion del cual se había creado o se estaba creando otro proyecto, era obligatorio establecer un hiperenlace entre ambos proyectos (en caso contrario, había una penalización académica). En cuanto al ambiente secundario, el profesor animó a los estudiantes a que crearan tantos enlaces como fuese posible a aquellas páginas web que pudieran complementar o ampliar la información de sus proyectos. Si bien cualquier enlace constituye un hipertexto cooperativo, consideramos únicamente como tal los hiperenlaces dentro del ambiente primario, ya que son los que fomentan una cooperación directa entre estudiantes, aunque estos sean de promociones académicas diferentes. En este último caso hablamos de *hipercooperación diferida*.

FIGURA 2

Muestra de hipertexto cooperativo entre el proyecto del plomo (curso 2002-03) y el proyecto sobre el hierro (curso 2001-02). Al corresponder a dos promociones académicas diferentes, constituye un ejemplo de *hipercooperación diferida* entre estudiantes

The image shows two web pages. The top page, titled 'Presencia en aguas del Pb (2002-03)', has a sidebar with links: Inicio, Propiedades físico-químicas, Fotografía, Presencia en aguas, Legislación, and Técnicas de. The main text discusses Chromium and its correlation with other elements. A blue box highlights the word 'Selenio' in the text, and a blue arrow points from this box to the bottom page. The bottom page, titled 'Página principal del Se (2001-02)', has a sidebar with links: INICIO, PROPIEDADES F/Q, FOTOGRAFIA, PRESENCIA EN AGUAS, LEGISLACIÓN, TÉCNICAS ANALISIS, and CURIOSIDADES. The main text welcomes visitors to the Selenium page and includes a periodic table entry for Selenium (Se) with its atomic number 34, atomic weight 78.96, and electron configuration [Ar]3d<sup>10</sup>4s<sup>2</sup>4p<sup>4</sup>. A blue box highlights the title 'Página principal del Se (2001-02)' and another blue box highlights the text 'Ejemplo de hipertexto cooperativo' with an arrow pointing to the link between the two pages.

Los estudiantes tuvieron que consultar Internet no sólo para encontrar páginas web con las que enlazar sus proyectos (ambiente de hipertexto cooperativo secundario), sino también para buscar la información necesaria para completarlos. Tanto en un caso como en el otro, los estudiantes debían analizar la información de las páginas web que consultaban, teniendo que rechazar aquellas con errores o información química incorrecta. La navegación por Internet potenció no únicamente el espíritu crítico y la necesidad de analizar correctamente la información encontrada, sino que también lo hizo con el desarrollo de habilidades grupales, tales como la negociación y la toma de decisiones, ya que constantemente los miembros de un grupo cooperativo debían llegar a acuerdos sobre las páginas web encontradas, bien para extraer información sobre ellas o bien para decidir sobre la creación de un hiperenlace a dicha página.

Los proyectos hipermedia fueron calificados de acuerdo con una evaluación cooperativa, según la cual el 85% de la puntuación final del proyecto de un grupo la otorgaba el profesor y el 15% restante, los estudiantes de otros grupos. Para evaluar los proyectos web, estudiantes y profesor utilizaron la misma plantilla, en la que los ítems a evaluar se distribuyen en 5 categorías: aspectos funcionales, aspectos técnicos y estéticos, aspectos científicos, aspectos pedagógicos y justificación de la calificación otorgada y otras observaciones. Estas observaciones realizadas por el alumnado y aquellas que futuros estudiantes realicen sobre éstos o sobre nuevos proyectos ayudarán a futuros lectores de los proyectos a realizar *filtrados cooperativos* de los mismos. Algunas de estas observaciones fueron las siguientes:

"El entorno es agradable. La letra quizá un pelín pequeña y dispar en el tamaño en alguna página aislada. Lo que más me ha gustado del trabajo son los dos niveles de aprendizaje que presenta la página: aparte del texto (que no se hace pesado) hay múltiples links externos que amplían, adecuadamente, la información. Así el lector interesado podrá explorar por su cuenta y el no interesado no se agobiará con un exceso de información en la página".

"El trabajo está completo, pero hay un exceso de iconos y escasez en enlaces externos".

"La información es objetiva con un par de detalles cómicos. Está muy bien aunque no pude ver (la sección de) la toma de muestras".

"La página principal tenía errores y no pude visualizarla. La bibliografía no está indicada. La letra quizás sea un poco pequeña, pero el contenido lo considero muy bueno".

"A pesar de que faltan algunas cosas, creo que la calidad de los contenidos de esta página es alta, aunque los aspectos estéticos y técnicos han quedado de lado".

"Está todo lo que había que realizar y además presenta un ambiente agradable y claro".

"Considero muy aceptable la apariencia y contenidos de la página de mis compañeros".

A partir de la nota del proyecto de grupo, el profesor dedujo una nota individualizada para cada estudiante siguiendo el método propuesto por Jiménez (2006), según el cual los estudiantes tuvieron que valorar confidencialmente el cumplimiento de las responsabilidades grupales (*ciudadanía de equipo*) de ellos mismos y del resto de miembros de su grupo cooperativo, mediante una evaluación entre iguales. A partir de estas valoraciones, el profesor obtuvo un factor de corrección individual que, aplicado a la nota común de grupo, permitió deducir calificaciones personalizadas para cada estudiante.

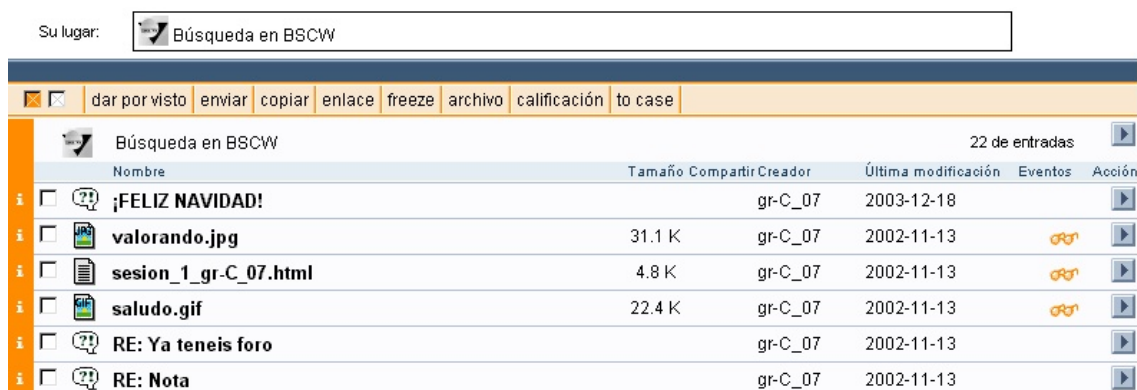
Stahl (2002) propone tres métodos para evaluar los datos de un proceso de construcción de hipertexto: el análisis de la actividad, la evaluación de datos verbales mediante entrevistas o métodos retrospectivos y la autoevaluación de los estudiantes durante el proceso de construcción. Teniendo en cuenta que los estudiantes ya realizaron una autoevaluación dentro del proceso global para deducir notas individualizadas a partir de la nota de grupo, y recogiendo las sugerencias de Mason (1992) e Ingram (1999-2000), se utilizó el análisis de los *logs* que BSCW y Synergeia registran automáticamente sobre las actividades que tienen lugar en ellos y el historial de modificaciones de un objeto. A partir de esta información, el profesor pudo saber el total de todas las interacciones de cada estudiante con el entorno telemático, ordenadas cronológicamente. Aunque se trata de una información básicamente cuantitativa, puede ser de utilidad al profesorado ya que permite ver si un estudiante ha ido participando regularmente a lo largo de la duración de la experiencia o si, por el contrario, sus únicas interacciones tuvieron lugar únicamente durante los días previos a la entrega del proyecto final.

También es posible ver si el estudiante únicamente se ha limitado a la consulta y lectura del material colgado en el servidor o si ha participado activamente, aportando material al servidor, editando documentos, participando en los foros, etc. A partir de esta información generada por el servidor BSCW o Synergeia, el profesor matizó la nota individual de cada estudiante sumando o restando hasta cinco puntos porcentuales.



FIGURA 3

Extracto del resultado de la búsqueda de las acciones realizadas por el alumno "gr-C\_07" en el entorno BSCW



Todos los proyectos hipermedia creados por los estudiantes pueden consultarse en:  
<http://www.ionesenagua.com/>

## Resultados y discusión

El alumnado de los cursos 2001-02 y 2002-03 ya había mostrado su aceptación al trabajo en espacios compartidos de trabajo (Jiménez y Llitjós, 2006a), por tanto se estimó conveniente que el alumnado del curso 2003-04 se pronunciara sobre la producción de hipermedia y el trabajo en grupos cooperativos. Para ello, completaron dos cuestionarios. En el primero, los estudiantes ( $n=30$ ) tuvieron que evaluar en una escala Likert del 1 al 7 (1=muy negativo; 7=muy positivo), cuatro aspectos de este estudio (tabla 2).

TABLA 2  
 Resultados obtenidos en la primera encuesta

	MEDIANA	RANGO INTERCUARTÍLICO
Utilización del editor HTML Netscape Composer 4.78 que, aunque es limitado en sus opciones, es gratuito y de fácil uso	6,00	2,00
Realización de trabajos en grupos (cooperativos) con estudiantes de otros grupos-clase	6,00	1,25
Posibilidad de "negociar" carpetas y páginas web	6,00	2,00
Valoración global de la experiencia de producción de material hipermedia en espacios compartidos de trabajo	5,00	1,25

El *feedback* obtenido a través de este primer cuestionario fue positivo y constructivo. Todos los aspectos (incluyendo el de la valoración global de la experiencia) recibieron una puntuación que generó una mediana igual o superior a 5, lo que indica que la mayoría de estudiantes los consideró "positivos". Las medianas más altas correspondieron al uso de editores HTML gratuitos, al trabajo en grupos cooperativos y

a la posibilidad de negociar del entorno Synergeia. Esta elevada mediana en lo referente al trabajo en grupos cooperativos está en consonancia con la respuesta obtenida en la encuesta de respuesta libre que se comenta a continuación. La opción de "negociar" del entorno Synergeia, por su parte, constituye una de las principales novedades de este sistema respecto del BSCW y obliga a los estudiantes a votar cada una de las secciones del proyecto que están generando, siendo necesario el voto positivo de una mayoría de los miembros de ese grupo para obtener el visto bueno final (Jiménez y Lliujós, 2006b). La negociación, según Stahl (2003), es un "fenómeno central" en el aprendizaje cooperativo y la mayoría de estudiantes valoró muy positivamente el hecho de que todos los componentes del grupo tuvieran que implicarse en cada una de las secciones del proyecto a través del sistema de votaciones de Synergeia. No obstante, el hecho de que una minoría de estudiantes mostrara una actitud poco cooperativa, como también queda reflejado en la encuesta de respuesta libre, provocó quejas en algunos estudiantes que les llevó a votar en contra de esta funcionalidad, lo que hizo que la dispersión en esta respuesta, medida como rango intercuartílico (franja en la que se concentra el 50% central de las respuestas), fuera más elevada que en otras, aun siendo una dispersión relativamente baja.

La otra respuesta que obtuvo un rango intercuartílico relativamente elevado fue el uso de un editor HTML gratuito. En esta ocasión, la variabilidad fue debida a que los estudiantes que no tenían conocimientos previos sobre cómo crear una página web consideraron acertada la decisión haber elegido un editor HTML gratuito y sencillo para el desarrollo de esta experiencia, mientras que la minoría de estudiantes que tenían sólidos conocimientos sobre cómo crear páginas web encontró negativo o muy negativo el uso de este editor, por lo limitado de sus funciones, en comparación con otros editores HTML comerciales más potentes, a los cuales estaban acostumbrados (dominaban programas como *Dreamweaver* o *Frontpage*).

En cuanto a la segunda encuesta, de respuesta libre, se pidió a los estudiantes que especificaran cuáles habían sido en su opinión los tres aspectos más positivos (o ventajas) y los tres más negativos (o desventajas) de esta experiencia (tabla 3).

TABLA 3

Categorización de los comentarios a la pregunta: "Indica cuáles han sido los tres aspectos más positivos y los tres más negativos de esta experiencia"

ASPECTOS POSITIVOS	% <sup>a</sup>	ASPECTOS NEGATIVOS	% <sup>a</sup>
Trabajar en grupos cooperativos	15,8	Problemas con miembros del grupo	5,2
Aprender a crear páginas web	13,9	No hubo suficiente tiempo para completar la tarea	5,2
Hipertexto cooperativo	8,7	Ayuda insuficiente	5,2
Desarrollo de habilidades grupales	7,8	Pocas opciones en Netscape Composer	4,3
Uso de Internet como fuente de información	7,0	Dificultades técnicas	2,6
Enfoque distinto a la instrucción tradicional	5,2	Sin Internet en casa, no puedo trabajar allí	2,6
Posibilidad de trabajar en casa	5,2	Otros	5,2
Publicar los proyectos en Internet	3,5		
Otros	2,6		

<sup>a</sup>Estos porcentajes representan la fracción de todos los comentarios realizados por todos los estudiantes que pertenecen a cada categoría.

A la luz de las respuestas del alumnado, conviene destacar en primer lugar que, a pesar de que se podía esperar un 50% de aspectos positivos y otro 50% de aspectos negativos, lo cierto es que algunos estudiantes no llegaron a enumerar 3 aspectos negativos y la proporción final reflejó una mayoría de aspectos positivos (70%). Los aspectos más positivos, según los estudiantes, estaban relacionados con el trabajo en grupos cooperativos y con el aprendizaje sobre cómo crear páginas web. La posibilidad de cooperar con estudiantes de promociones anteriores, ya graduados, y con estudiantes de otros grupos-clase, a través del hipertexto cooperativo, obtuvo un alto porcentaje, similar al que obtuvieron el desarrollo de habilidades grupales (como la negociación, tal y como quedó reflejado en el primer cuestionario) y al uso de Internet como fuente de información. El poder trabajar en casa (para aquellos que disponían de conexión a Internet en casa) y el diferente e innovador enfoque educativo con el que estudiaron esta unidad didáctica fueron igualmente mencionados dentro de los aspectos positivos.

Las desventajas citadas con mayor frecuencia por los estudiantes estaban relacionadas con problemas con los miembros de sus grupos cooperativos: algunos estudiantes aún están demasiado acostumbrados a trabajar individualmente y muestran cierta resistencia al trabajo en grupo; otros, en cambio, se quejaron de que algún compañero había mostrado una ciudadanía de equipo pobre (Jiménez, 2006), eludiendo sus compromisos grupales e intentando sacar provecho académico del resto de miembros de su grupo. También mostraron su descontento con la falta de tiempo o de ayuda durante la realización del proyecto e incluso algunos estudiantes manifestaron haber tenido la sensación de estar perdidos durante el proyecto, bien en las sesiones de aprendizaje del editor HTML, en Internet en la búsqueda de información para el proyecto o cuando creaban las páginas web para el mismo. La sensación de "estar perdido en el hiperespacio" o el problema de la desorientación han sido expuestos en otros estudios y experiencias previos en hipertexto educativo (Allison y Hammond, 1990). A pesar de que el profesor se prestó para atender todas las dudas de los estudiantes (uno de ellos señaló en el cuestionario como principal desventaja "no puedes secuestrar al profesor para que te explique los detalles") y de que éstos disponían de tutoriales de ayuda creados por el propio profesor, algunos estudiantes no mostraron una actitud activa y simplemente esperaban a que se les diera toda la información y se les indicara los pasos a seguir. En la instrucción tradicional, el docente es el centro de la clase y en él recae la responsabilidad del proceso educativo, ya que es responsable de establecer los objetivos de los estudiantes. El alumnado suele mostrarse pasivo o, en el mejor de los casos, adoptar una actitud simplemente responsable. El éxito para los estudiantes consiste en cumplir los objetivos determinados por el docente (Bednar *et al.*, 1992; Verbeeten, 2001-2002). En la instrucción centrada en el alumnado, sin embargo, los estudiantes han de asumir más responsabilidades para alcanzar el éxito (Hannafin, 1994), de tal manera que si adoptan una actitud pasiva pueden sentirse abrumados por el alcance de la actividad, sin saber qué tipo de información deben analizar, qué hacer con la información una vez ha sido localizada o si la información que han encontrado les ayuda a resolver el problema o completar la actividad (Brush y Saye, 2001). Muy probablemente, la mayor parte de los estudiantes que contestaron "no hubo suficiente tiempo para completar la tarea" o "ayuda insuficiente" no mostraron una actitud suficientemente activa.

Menos mencionadas fueron otras desventajas encontradas, como el menor número de opciones que presenta Netscape Composer en comparación con otros editores HTML comerciales, los problemas técnicos que surgieron (con el *hardware*, con la conexión a Internet o la caída temporal de los servidores BSCW y Synergeia) o la imposibilidad de seguir trabajando en casa al no tener conexión a Internet, aunque el cómputo de horas presenciales asignadas a la realización del proyecto fueron adecuadas para la mayor parte del alumnado.

## Conclusiones y valoración

La producción cooperativa de material hipermedia, con el soporte de una plataforma de espacios compartidos de trabajo, constituye una modalidad alternativa e innovadora de aprendizaje cooperativo que integra las TICs en el aula y además lo hace en un contexto de cooperación. A pesar de los escasos o nulos conocimientos en editores HTML que presentaba inicialmente el alumnado, los estudiantes han creado sus propios proyectos web sobre el agua y han mostrado una actitud favorable tanto al aprendizaje de producción de hipermedia como al trabajo cooperativo. La creación de páginas web puede ser motivadora para el alumnado debido a la audiencia potencial que pueden tener los proyectos creados. Estas páginas pueden ofrecer cierta interacción a los lectores y por tanto, los proyectos web son algo más que contenedores pasivos de información.

Durante los tres años en los que se ha desarrollado la investigación, los estudiantes han tenido la posibilidad de crear hiperenlaces cooperativos con los proyectos de otros compañeros de su misma clase o de otra clase, pero también han tenido la posibilidad de cooperar, mediante hipertexto, con estudiantes de promociones anteriores, ya graduados, con lo que se produce una cooperación a través del tiempo, y además el alumnado de cursos previos se convierte en "educador" de los estudiantes de promociones posteriores cuando éstos consultan la información que generaron aquéllos. El hecho de saber que su trabajo será consultado –e incluso ampliado– por futuros estudiantes anima al alumnado a producir un trabajo de mayor calidad (Downing y Brown, 1997).

En las actividades centradas en el estudiante, como el aprendizaje cooperativo o la producción de materiales hipermedia, el alumnado tiene que tomar una actitud mucho más activa que en las actividades tradicionales de clase, ya que en caso contrario puede verse sobrepasado por el alcance de la actividad, no sabiendo qué hacer. Pero además de un cambio en la actitud del estudiante, este tipo de actividades exige un cambio en el papel que juega el profesorado: es necesario que se mueva de su posición centrada y segura y que ceda parte de la responsabilidad del proceso de aprendizaje en el alumnado, para que éste pueda construir mejor su propio conocimiento, aunque esto pueda causarle al profesorado cierta sensación de "pérdida del control" de las clases, sólo al principio.

En resumen, la creación de proyectos basados en páginas web no sólo proporciona a los estudiantes una oportunidad de aprender química, sino que también les proporciona la oportunidad de desarrollar habilidades demandadas por la sociedad como son la cooperación, la búsqueda e interpretación de la información, el razonamiento crítico o el aprendizaje sobre la tecnología, todo ello de gran importancia para muchos docentes, padres y estudiantes en nuestra sociedad actual, altamente competitiva.

## Bibliografía

- ALLINSON, L., y HAMMOND, N. (1990): "Learning Support Environments: Rationale and Evaluation", en *Computers & Education*, 15 (1/3), pp.137-143.
- BEDNAR, A. K.; CUNNINGHAM, D.; DUFFY, T. M., y PERRY, J. D. (1992): "Theory Into Practice: How do we Link?", en T. M. DUFFY, y D. H. JONASSEN (eds.): *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 17-34.

- BONK, C. J.; MEDURY, P. V., y REYNOLDS, T. H. (1994): "Cooperative Hypermedia: The Marriage of Collaborative Writing and Mediated Environments", en *Computers in the Schools*, 10 (1/2), pp. 79-124.
- BROMME, R., y STAHL, E. (2002): "Learning by Producing Hypertext from Reader Perspective: Cognitive Flexibility Theory Reconsidered", en R. BROMME y E. STAHL (eds.): *Writing Hypertext and Learning. Conceptual and Empirical Approaches*. Oxford, Pergamon, pp. 39-61.
- BRUSH, T., y SAYE, J. (2001): "The Use of Embedded Scaffolds with Hypermedia-Supported Student-Centered Learning", en *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 10 (4), pp. 333-356.
- CABERO, J. (2003): "Principios pedagógicos, psicológicos y sociológicos del trabajo colaborativo: su proyección en la teleenseñanza", en F. MARTÍNEZ (ed.): *Redes de comunicación en la enseñanza*. Barcelona, Paidós Ibérica, pp. 129-156.
- CALCATERRA, A.; ANTONIETTI, A., y UNDERWOOD, J. (2005): "Cognitive Style, Hypermedia Navigation and Learning", en *Computers & Education*, 44 (4), pp. 441-457.
- CHEN, C. (1997): "Writing with Collaborative Hypertext: Analysis and Modeling", en *Journal of the American Society for Information Science*, 48 (11), pp. 1049-1066.
- DAHAN, I.; ARMBRUSTER, M.; FURBACH, U., y SCHWABE, G. (2002): "Slicing Books – The Authors' perspective", en R. BROMME y E. STAHL (eds.): *Writing Hypertext and Learning. Conceptual and Empirical Approaches*. Oxford, Pergamon, pp. 125-151.
- DELISLE, N., y SCHWARTZ, M. D. (1989): "Collaborative Writing with Hypertext", en *IEEE Transactions on Professional Communication*, 32 (3), pp. 183-188.
- DOWNING, T., y BROWN, I. (1997): "Learning by Cooperative Publishing on the World Wide Web", en *Active Learning*, 7, pp. 14-16.
- GOLDBERG, D.; NICHOLS, D.; OKI, B. M., y TERRY, D. (1992): "Using Collaborative Filtering to Weave an Information Tapestry", en *Communications of the ACM*, 35 (12), pp. 61-70.
- GARCÍA, F. J., y GARCÍA, J. (2005): "Educational Hypermedia Resources Facilitator", en *Computers & Education*, 44 (3), pp. 301-325.
- GÓMEZ-SKARMETA, A. F.; GARCÍA, M. E., y MARTÍNEZ, M. A. (2003): "Nuevas tecnologías y herramientas en la teleformación", en F. MARTÍNEZ (ed.), *Redes de comunicación en la enseñanza*. Barcelona, Paidós Ibérica, pp. 227-258.
- GUTWIN, C., y GREENBERG, S. (2004): "The Importance of Awareness for Team Cognition in Distributed Collaboration", en E. SALAS y S. M. FIORE (eds.): *Team Cognition: Understanding the Factors that Drive Process and Performance*, Washington, APA Press, pp. 177-201.
- GUZDIAL, M.; RICK, J., y KEHOE, C. (2001): "Beyond Adoption to Invention: Teacher-Created Collaborative Activities in Higher Education", en *Journal of the Learning Sciences*, 10 (3), pp. 265-279.
- HANNAFIN, M. J.; HALL, C.; LAND, S., y HILL, J. (1994): "Learning in Open-Ended Environments: Assumptions, Methods, and Implications", en *Educational Technology*, 34 (8), pp. 48-55.
- INGRAM, A. L. (1999/2000): "Using Web Server Logs in Evaluating Instructional Web Sites", en *Journal of Educational Technology Systems*, 28 (2), pp. 137-157.
- JIMÉNEZ, G. (2006): "Obtención de notas individuales a partir de una nota de grupo mediante una evaluación cooperativa", en *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 38/5, OEI <<http://www.rieoei.org/1221.htm>>, [consulta: mayo 2006].
- , y LLITJÓS, A. (2005): "Recursos didácticos informáticos en la enseñanza de la química: una perspectiva histórica", en *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 101 (3), pp. 47-53.
- , y LLITJÓS, A. (2006a): "Cooperación en entornos telemáticos en la enseñanza de la química", en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (1), pp. 115-133 <[http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero\\_3\\_1/Jimenez\\_y\\_Llitjos\\_2006.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero_3_1/Jimenez_y_Llitjos_2006.pdf)> [consulta: mayo 2006].
- , y LLITJÓS, A. (2006b): "Procesos comunicativos en entornos telemáticos cooperativos", en *Comunicar. Revista de Medios de Comunicación y Educación*, 27, pp. 149-154.
- ; NÚÑEZ, E., y LLITJÓS, A. (2006): "Synergeia, un entorno telemático cooperativo en el área de ciencias", en *Alambique*, 50, pp. 84-90.

- JONASSEN, D. H. (1991): "Hypertext as Instructional Design", en *Educational Technology Research and Development*, 39 (1), pp. 83-92.
- KLÖCNER, K. (2000): "BSCW - Educational Servers and Services on the WWW", en *International C4-ICDE Conf. on Distance Education and Open Learning 'Competition, Collaboration, Continuity, Change'*, Adelaide, <<http://bscw.fit.fraunhofer.de/Papers/CCCC/cccc.pdf>> [consulta: mayo 2006].
- LANDOW, G. (1995): *Hipertexto: la convergencia de la teoría crítica contemporánea y la tecnología*. Barcelona, Paidós.
- LEHRER, R.; ERICKSON, J., y CONNELL, T. (1994): "Learning by Designing Hypermedia Documents", en *Computers in the Schools*, 10 (1/2), pp. 227-254.
- MASON, R. (1992): "Evaluation Methodologies for Computer Conferencing Applications", en A. R. KAYE (ed.): *Collaborative Learning Through Computer Conferencing*, Berlin, Springer-Verlag, pp. 105-116.
- MacDONALD-ROSS, M. (1996): "Production of Print", en T. PLOMP y D. P. ELY (eds.): *International Encyclopedia of Educational Technology*, 2.ª ed., Nueva York, Pergamon, pp. 198-204.
- PANITZ, T., y PANITZ, P. (1998): "Encouraging the Use of Collaborative Learning in Higher Education", en J. J. F. FOREST (ed.): *University Teaching: International Perspectives*, Nueva York, Garland Press, pp. 161-201.
- STAHL, E. (2002): "Methods for Assessing Cognitive Processes During the Construction of Hypertexts", en R. BROMME y E. STAHL (eds.): *Writing Hypertext and learning. Conceptual and Empirical Approaches*, Oxford, Pergamon, pp. 177-196.
- STAHL, G. (2003): "Knowledge Negotiation in Asynchronous Learning Networks", en *Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Hawaii, <<http://www.hicss.hawaii.edu/HICSS36/HICSSpapers/CLALN02.pdf>> [Consulta: mayo 2006].
- VERBEETEN, M. J. (2001-2002): "Learner-Centered? It's Just a Click Away", en *Journal of Educational Technology Systems*, 30 (2), pp. 159-170.
- WHITTAKER, S.; GEELHOED, E., y ROBINSON, E. (1993): "Shared Workspaces: How do They Work and When Are They Useful?", en *International Journal of Man-Machines Studies*, 39 (5), pp. 813-842.
- WHITTINGTON, C. D. (1996): "MOLE: Computer-Supported Collaborative Learning", en *Computers & Education*, 26( 1/3), pp. 153-161.
- WOLF, K. D. (2002): "Sleepy Links, Collaborative Grading and Trails – Shaping Hypertext Structures by Usage Processes", en R. BROMME y E. STAHL (eds.): *Writing Hypertext and Learning. Conceptual and Empirical Approaches*, Oxford, Pergamon, pp. 79-97.