

e

Optimización metodológica de entornos telemáticos cooperativos como recursos didácticos de la Química

(MENCIÓN HONORÍFICA DE TESIS DOCTORALES 2007)

.....
Gregorio Jiménez Valverde
.....

i

i

f

i

Optimización metodológica de entornos telemáticos cooperativos como recursos didácticos de la Química

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha constatado un auge en el uso de los materiales hipermedia en la enseñanza de la Química, y se ha llegado a asignar a estos materiales el papel de catalizadores de un cambio en la docencia de esta disciplina (Jones y Smith, 1993), ya que pueden suplir carencias de los libros de texto en cuanto a interactividad, dinamismo y tridimensionalidad. Lejos de quedarse en soportes físicos sólo consultables en ordenadores personales, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) permiten al profesorado la posibilidad de proyectar estos materiales y presentaciones multimedia en las aulas.

Pero las TICs pueden ir más allá, ya que una aplicación de estas tecnologías interactiva, cooperativa y centrada en el estudiante puede jugar un papel esencial en la reestructuración del proceso de enseñanza, dejando atrás la omisión de la interacción social de la que adolecían los recursos didácticos informáticos hasta la década de los 80, momento en el que empezó la investigación del aprendizaje cooperativo con ordenadores. En esos momentos, Johnson y Johnson (1986) advirtieron que “la manera como los estudiantes interaccionan entre ellos es un aspecto olvidado de la instrucción asistida por ordenador”. Muchos de los investigadores del campo del aprendizaje cooperativo estaban interesados en si los beneficios del aprendizaje cooperativo en las clases se transferirían al aprendizaje en un ambiente informático, ya que, si el aprendizaje cooperativo tendía a fomentar logros académicos mayores (Slavin, 1995), era posible pensar que el aprendizaje cooperativo asistido por ordenador (CSCL) tuviera también un impacto positivo en el rendimiento académico (Johnson, Johnson y Stanne, 1985; Light y Mevarech, 1992).

En efecto, los enfoques pedagógicos centrados en el estudiante están empezando a converger con el desarrollo de las TICs, lo que posibilita un mayor control y responsabilidad por parte de éste en el proceso docente, así como mayores posibilidades para la cooperación *on-line* (Stephenson, 2001). De hecho, algunos autores ya hablan de un nuevo paradigma educativo (Hiltz, 1998; Gros, 2002, Lipponen, 2002; Rovai, 2004), en el que el alumnado es ahora co-constructor de su propio conocimiento, más que consumidor del mismo (Bruffee, 1993). El papel del profesorado también cambia y pasa a ser el guía del estudiante en el proceso que éste ha de llevar a cabo para construir su conocimiento, en vez de ser el experto que transmite sus conocimientos (Cohen, 1994; Grasha, 1994; McFadzean y McKenzie, 2001).

Para Paavola, Lipponen y Hakkarainen (2002), la construcción del conocimiento constituye uno de los pilares del nuevo paradigma educativo en el que el aprendizaje es tratado de forma análoga a los procesos de investigación, en los cuales algo nuevo es creado, y el conocimiento inicial es sustancialmente enriquecido o transformado significativamente durante el proceso (Bereiter, 2002; Paavola, Lipponen y Hakkarainen, 2002). El conocimiento no existe en el mundo de uno o en las mentes individuales, sino que es un aspecto de participación en prácticas culturales (Brown, Collins y Duguide, 1989; Lave y Wenger, 1991). Esta visión del conocimiento está en contraposición con la visión más tradicional del mismo, consistente principalmente en un proceso de adquisición de “trozos” de conocimiento: el aprendizaje es una cuestión de construcción y adquisición individual y estos resultados se realizan a través de un proceso de transferencia (Sfard, 1998).

Sin embargo, parte del profesorado puede no sentirse aún preparado para afrontar las exigencias que conlleva este giro en las prácticas educativas, debido a que el uso de las TICs requiere un mayor esfuerzo y volumen de trabajo que no siempre se ve recompensado (Capllonch, 2005; Gaud, 1999). Así, tenemos que sólo el 36% de las aulas españolas de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), el 39% de las de Bachillerato y el 48% de las de Formación Profesional (FP) utilizan el ordenador en clase, aunque el 95% de los centros educativos españoles tienen acceso a Internet (Europa Press, 2006), y, en la mayoría de los casos, el uso de ordenadores en clase se hace exclusivamente en el aula específica de informática: un 90% de los docentes catalanes de niveles no universitarios que utilizan Internet en su actividad docente afirma que lo hace desde el aula de informática (Mominó *et al.*, 2004). Si a esto le sumamos que aún es frecuente la figura central del profesorado en el proceso docente, con poca participación de los estudiantes en su propio aprendizaje, y teniendo en cuenta que la mayor parte del

profesorado no ha recibido formación en el uso de Internet con finalidades educativas (por ejemplo, un 71,2% en el caso de docentes catalanes no universitarios), el resultado es que las TICs tienen una cabida limitada en este tipo de docencia y que, en el mejor de los casos, las TICs se convierten en un recurso para hacer mejor lo que ya se hacía, pero no para nada diferente (Mominó *et al.*, 2004).

A los docentes, por tanto, se les está pidiendo un doble esfuerzo: el uso de las TICs como herramienta docente (sólo un 36% de los docentes catalanes de la Secundaria pública manifiesta usarlas como recursos didácticos, según fuentes del propio *Departament d'Educació*, 2003) y la integración de las mismas en una docencia centrada en el estudiante.

El CSCL es un enfoque que hace uso de las TICs como herramienta docente en un contexto centrado en el estudiante, en la cooperación, normalmente empleando entornos telemáticos cooperativos, y que nace de la unión del aprendizaje cooperativo clásico y del trabajo cooperativo asistido por ordenador (CSCW). En el CSCL confluyen, por tanto, el concepto clásico del aprendizaje cooperativo y las TICs (Dillenbourg *et al.*, 1996): debido a su dimensión comunicativa, Internet está siendo ampliamente usado para potenciar el aprendizaje cooperativo (Giordan, 2004), ya que permite superar las barreras espaciales y temporales y pone al alcance del alumnado una gran cantidad de recursos y de facilidades que permiten superar dichas barreras. Uno de los ejemplos más interesantes de las posibilidades que ofrece el CSCL para la cooperación entre estudiantes de diferentes países es el *e-twinning*, *Hermanamientos escolares en Europa* (www.etwinning.net).

El CSCL es un campo educativo que estudia cómo los estudiantes pueden aprender juntos con la ayuda de la informática (Stahl, Koschmann y Suthers, 2006) y que, utilizado adecuadamente, ofrece determinadas ventajas pedagógicas (Kaye, 1992). La mayoría de las investigaciones y desarrollos sobre el CSCL se centran en el aprendizaje de los estudiantes, en las condiciones más propicias para lograrlo y en las herramientas a utilizar (Lipponen, 2002); sin embargo, Koschman (1996) subraya la necesidad de desarrollar herramientas que apoyen al profesorado interesado en trabajar desde este enfoque.

La construcción del conocimiento en los entornos cooperativos es un campo de investigación cuyos máximos representantes sean quizá los canadienses Scardamalia y Bereiter (Gros, 2004) y su proyecto *CSILE* (*Computer-Supported Intencional Learning Environments*). La construcción del conocimiento, según Scardamalia y Bereiter, es un proceso progresivo de producción y

mejora de ideas que son importantes para una comunidad determinada. Lo importante, según estos autores, es que lo que la comunidad es capaz de conseguir mediante la cooperación de sus miembros es mayor que la suma de las contribuciones individuales de sus miembros (Scardamalia y Bereiter, 1994). El *software CSILE* ha ido evolucionando y actualizándose hasta llegar a la plataforma *Knowledge Forum* (Savli, 2006), que es una herramienta que permite la creación de espacios virtuales para la discusión y la creación conjunta de materiales (Álvarez *et al.*, 2005). Además, otros entornos cooperativos, como Synergeia o FLE3, han incorporado aspectos del *Knowledge Forum* en algunas de sus funcionalidades (Muukkonen, Hakkarainen, y Lakkala, 2004). Así, por ejemplo, los foros o espacios de construcción de conocimiento del Synergeia, de manera similar a lo que ocurre en el *Knowledge Forum*, obligan al alumnado a indicar la categoría de sus intervenciones (Litjós *et al.*, 2007), lo que provoca que los estudiantes se alejen de la simple discusión pregunta-respuesta y se potencien las prácticas de las investigaciones progresivas.

De la misma manera que la interdependencia positiva es uno de los ingredientes principales del aprendizaje cooperativo clásico (Watson, 1992), en el CSCL el reto para el profesorado es, como Salomon (1992) ha apuntado, crear una interdependencia telemática genuina, ya que “los ordenadores pueden dar soporte a la cooperación siempre y cuando haya interdependencia, pero es poco probable que el ordenador produzca por sí mismo esta interdependencia”. Por tanto, del mismo modo que en el aprendizaje cooperativo clásico no es suficiente con juntar sillas y mesas y decir a los estudiantes que trabajen en grupo, en el CSCL no es suficiente el simple uso de herramientas que facilitan la cooperación telemática.

Por último, no quisiéramos finalizar esta introducción sin hacer una breve mención al nuevo currículo de la ESO, derivado de la Ley Orgánica de Educación (LOE), ya que el Real Decreto 1631/2005, que fija el currículo básico de esta etapa educativa, se hace eco de algunas de las prácticas educativas presentadas en esta investigación. Así, en el apartado de la adquisición de las competencias básicas, el legislador se refiere, entre otras, a las siguientes actividades: el “trabajo en entornos colaborativos”, “obtener información –ya sea individualmente o en colaboración– y, muy especialmente, para transformarla en conocimiento propio”, “generar producciones responsables y creativas”, “tener una actitud crítica y reflexiva en la valoración de la información disponible”, “ser capaz de autoevaluarse”, “disponer de habilidades sociales para relacionarse, cooperar y trabajar en equipo” y “emprender, desarrollar y evaluar acciones o proyectos individuales o colectivos”.

2. OBJETIVOS

Como se ha comentado anteriormente, al profesorado se le exige actualmente el uso de las TICs en el aula y, además, en un contexto centrado en el estudiante. Este cambio en las prácticas educativas puede no ser fácil, ya que se requiere, por una parte, la cesión de parte de responsabilidad del proceso educativo al alumnado y, por otra, el uso de unas tecnologías que, en ocasiones, son totalmente novedosas para los docentes, que, además, deben cubrir el temario oficial de su asignatura, lo que puede provocar reticencias y temores a la hora de cambiar la metodología didáctica que han venido usando hasta el momento.

La introducción de un nuevo recurso didáctico en las aulas no necesariamente implica una mejora académica, bien sea por un uso didáctico inadecuado o mal planificado del recurso, o bien porque éste tiene, sencillamente, poca cabida en las aulas como soporte educativo (Jiménez y Llitjós, 2006a).

Ante la exigencia del uso de entornos cooperativos, incluso por parte de los currículos oficiales, el objetivo principal de esta investigación es la optimización de metodologías docentes en el uso y aplicación de entornos telemáticos cooperativos como recursos didácticos en clases presenciales de Química. El entorno cooperativo inicialmente elegido ha sido *BSCW (Basic Support for Cooperative Work)*, aunque con el lanzamiento de la plataforma Synergeia en el año 2003, entorno basado en BSCW y optimizado para el mundo docente, se incorporó este nuevo sistema a la investigación.

Este proceso de optimización metodológica nos plantea una serie de preguntas:

- ¿Son realmente útiles o válidos para la cooperación telemática estos entornos? ¿Qué funcionalidades de éstos son útiles para la cooperación entre estudiantes?
- ¿Cómo pueden introducirse estos entornos en la clase de Química? ¿Qué tipo de actividades puede realizar el alumnado, utilizando estos entornos como soporte informático, para que el trabajo realizado sea realmente cooperativo y no una suma de esfuerzos individuales?
- ¿Cómo tienen que estructurarse y organizarse estos entornos para que su gestión sea lo más sencilla posible para el docente? ¿Y para que resulten de fácil uso para el alumnado?

- ¿Qué variables relativas a los estudiantes (sexo, edad, conocimientos previos de informática, etc.) influyen en el uso de estas plataformas? ¿Qué condiciones son las más adecuadas para que los estudiantes puedan construir conocimiento en estos entornos?
- ¿Cómo se puede evaluar el trabajo en estos entornos y qué papel ha de jugar el alumnado?

Esta investigación también trata de dar respuesta a las anteriores preguntas, y lo hará como base de la investigación la producción de proyectos hipermedia, en grupos cooperativos, y aumentando gradualmente la complejidad de los aspectos organizativos, con la finalidad de aprovechar las posibilidades que, para la cooperación telemática, ofrecen estos entornos.

Durante este proceso de optimización se persigue aumentar el grado de autonomía de los estudiantes. Para ello, se contempla la creación de guías y tutoriales de las herramientas informáticas utilizadas (entorno telemático y editor HTML) para el alumnado, extendiéndose también al profesorado, de tal manera que los que se hallen interesados en el uso de estos entornos puedan crear y gestionar fácilmente, y sin un nivel previo de informática elevado, un entorno cooperativo en sus clases. El aumento de la autonomía del estudiante debe permitir que éstos trabajen en grupos cooperativos sin una supervisión directa y continuada por parte del profesorado, lo que posibilita distribuciones en las que parte del alumnado trabaje autónomamente con los entornos telemáticos en el aula de informática, mientras que el resto puede trabajar en el laboratorio con la supervisión directa del docente.

Con la producción cooperativa de hipermedia en estos entornos también se plantea el objetivo de desarrollar y potenciar habilidades grupales, como la negociación o la discusión de ideas, el desarrollo del espíritu crítico respecto de la información encontrada en Internet, así como el fomento de procesos cognitivos de alto orden y, en definitiva, la participación más activa del estudiante en la construcción de su propio conocimiento y la evaluación de su propio trabajo y el de sus compañeros, todo ello dentro del marco legislativo de la LOGSE y, especialmente, de la LOE.

3. METODOLOGÍA

A continuación se detalla la metodología de esta investigación educativa. En primer lugar, se enumeran las hipótesis de trabajo, clasificadas en hipótesis principales y secundarias. A continuación se describen las dos fases en las

que se dividió este estudio y las características del alumnado participante. Este apartado concluye con la presentación de los instrumentos y métodos utilizados, así como con una explicación de los proyectos que realizaron los estudiantes a lo largo de la primera fase del estudio.

3.1. HIPÓTESIS

En cuanto a las hipótesis de trabajo, éstas han sido las siguientes:

- Consideramos la plataforma *BSCW* como un soporte informático adecuado para el trabajo cooperativo *on-line* en general, y para la producción cooperativa de hipermedia, en particular, ya que es un *groupware* basado en la propia red de Internet.
- La introducción de las TICs en el aula, como innovación didáctica, aumenta el interés de los estudiantes y disminuye la sensación de monotonía en comparación con las clases tradicionales.
- El trabajo en grupos cooperativos y la ayuda de tutoriales aumentan la autonomía y la responsabilidad del estudiante en el proceso docente.
- El uso de entornos telemáticos cooperativos favorece la reflexión individual, el desarrollo de habilidades grupales y una mayor implicación de cada miembro del grupo.
- La producción de hipermedia permite al alumnado crear y organizar mejor su propio conocimiento, puesto que le hace pensar cómo representar ideas, cómo establecer relaciones entre ellas y cómo unir diferentes representaciones de éstas.

Otras hipótesis complementarias:

- El entorno *BSCW* es un entorno flexible que permite su adaptación a diferentes unidades didácticas o asignaturas en los ciclos formativos de Química.
- A pesar del currículo oficial actual, el uso de los entornos telemáticos cooperativos como recursos didácticos en las aulas de Química es minoritario, debido a la falta de tiempo del profesorado para adaptar sus clases al uso de tales entornos y al esfuerzo que requiere el paso de una instrucción centrada en el docente y basada en la transmisión de contenidos a otra centrada en el estudiante y en la que éste debe construir su propio conocimiento.

- El alumnado no participa suficientemente en el proceso de evaluación en la práctica habitual de la enseñanza de la Química.
- La publicación en Internet de los trabajos realizados por estudiantes anima a éstos a crear un producto de mayor calidad.

3.2. TEMPORALIZACIÓN: FASES Y CRONOLOGÍA

Este estudio se ha desarrollado en dos fases: la fase I, o fase de campo, con estudiantes (tabla 1); y una fase II, de análisis y actuación.

TABLA 1. CRONOLOGÍA DE LA FASE I DE LA INVESTIGACIÓN

Curso escolar	2001-2002	2002-2003		2003-2004
Entorno telemático	BSCW	BSCW		Synergeia
Tamaño y composición de los grupos	2 estudiantes del mismo grupo-clase	2 estudiantes del mismo grupo-clase	4 estudiantes del mismo grupo-clase	4 estudiantes de diferente grupo-clase
Proyectos hipermedia realizados	Cationes en agua (1)	Cationes en agua (2)	Técnicas de análisis	Aniones (y amonio) en agua
Tutoriales disponibles para el alumnado^a	1. <i>Manual Netscape Composer 4.78</i>	2. Guías BSCW		4. Netscape Composer 4.78 (Synergeia)
		3. Netscape Composer 4.78 (BSCW)		
Evaluación de los proyectos web	Profesor, sin plantilla	Profesor, con plantilla		Profesor y estudiantes (coevaluación), con plantilla
Evaluación responsabilidad individual	Análisis logs y contribución foros	Análisis logs (eventos) y contribución foros	-Obtención factor de corrección individual mediante coevaluación con autoevaluación	
			-Análisis de logs y contribución en foros	
Evaluación experiencia	Encuesta voluntaria: Likert (2)		Encuestas obligatorias: Likert (1) y Likert (2) + 3 preguntas de la encuesta del proyecto ITCOLE + pregunta adicional	

^a La lista de tutoriales web puede consultarse en la tabla 2.

3.2.1. Fase I

3.2.1.1. BSCW (*Basic Support for Cooperative Work*) (Cursos 2001-2002 y 2002-2003)

Por la experiencia de nuestro grupo de investigación en el estudio y aplicación del *BSCW* en la elaboración de páginas web en pruebas piloto en cursos de doctorado (1996) y, a partir del curso 1997-1998, en asignaturas de la diplomatura de Magisterio de la Universidad de Barcelona (Llitjós *et al.*, 2007), se optó por este entorno como soporte telemático para la producción cooperativa de hipermedia.

El *BSCW* es un *groupware* basado en un sistema de espacios compartidos de trabajo, en el que las áreas virtuales se estructuran según una jerarquía de “carpetas” (similar al sistema *Windows*) con diferentes permisos de acceso según el usuario y, como se comentó anteriormente, algunos autores han avalado la idoneidad del uso de los espacios compartidos de trabajo como soporte informático adecuado para la producción cooperativa de hipermedia. Este entorno facilita la coordinación y el trabajo cooperativo entre personas que no necesariamente coinciden en el espacio o en el tiempo, gracias a sus foros y al servicio de “eventos”, que proporciona a los usuarios informaciones de los otros participantes respecto de los objetos del espacio de trabajo compartido y de las acciones que allí han sucedido. Estas informaciones, mostradas como iconos y registradas en el servidor, permiten que los estudiantes tengan un conocimiento de las acciones que sus compañeros de grupo llevan a cabo en el espacio de trabajo (presencia o percepción social, o de grupo), mientras que al docente estos registros pueden serle útiles para conocer la interacción de los estudiantes con el entorno, la frecuencia de conexión, los movimientos efectuados y la información aportada.

En este primer año del estudio, y para facilitar el trabajo de organización del espacio telemático en grupos, se decidió que éstos fuesen sencillos de gestionar y, en este sentido, se formaron grupos de dos estudiantes pertenecientes al mismo grupo-clase. Se decidió igualmente aprovechar los recursos disponibles en red que pudieran ser útiles para la experiencia, con el fin de que el profesor pudiera centrarse mejor en el entorno *BSCW*, y, de esta manera, se optó por utilizar como guía del *Netscape Composer* un tutorial elaborado por la Universidad Carlos III (tutorial 1, tabla 2). Sin embargo, este tutorial, aunque correcto, es demasiado genérico, y pronto advertimos la necesidad de que los estudiantes dispusieran de un tutorial

de esta herramienta adaptado al entorno telemático usado, puesto que hay funcionalidades que pueden ser realizadas por ambas herramientas con resultados diferentes, como la subida de documentos al servidor, y otras en las que puede haber problemas de compatibilidad, como el sistema de nombrado de archivos. La elaboración de un tutorial de *Netscape Composer* adaptado al entorno *BSCW* fue ya una de las mejoras que se introducirían en el siguiente curso (tutorial 3, tabla 2).

TABLA 2. TUTORIALES UTILIZADOS DURANTE EL PROYECTO
(FECHA CONSULTA: 9 ABRIL DE 2008)

Tutorial ^a	URL
1. Netscape Composer 4.78	http://www.uc3m.es/uc3m/web/COM/m1-index.html
2. Guía BSCW (catalán)	http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/tutorials/bscw/
3. Netscape Composer 4.78 (BSCW)	http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/tutorials/composer-bscw/
4. Netscape Composer 4.78 (Synergeia)	http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/tutorials/composer/index_syn.htm
5. Synergeia	http://www.synergeia.info

^a Salvo el primero, todos son de elaboración propia.

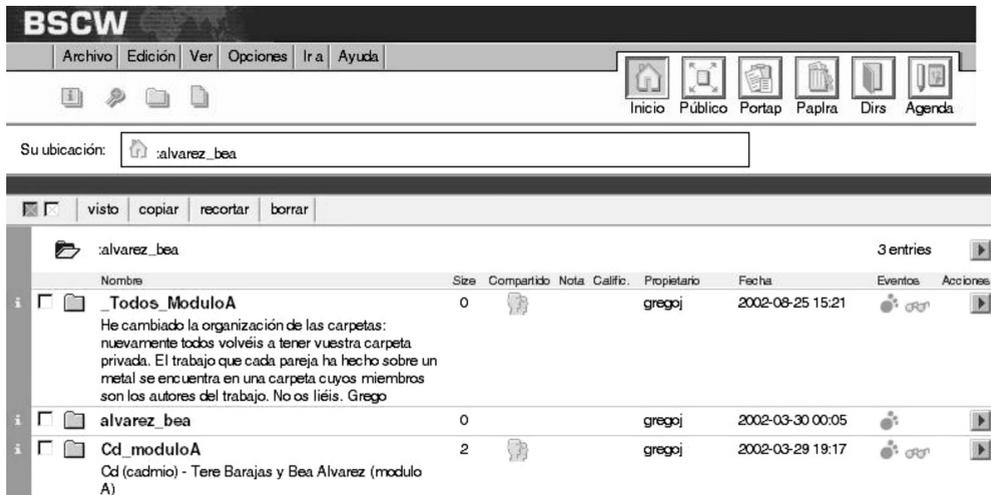
El *BSCW* permitió que los componentes de los grupos cooperativos (2 personas del mismo grupo-clase) pudieran trabajar asincrónicamente, debido a la organización de las sesiones de laboratorio. El periodo de aplicación del *BSCW* fue de ocho semanas y el profesor organizó la asignatura de una forma adecuada a las condiciones docentes, de modo que se pudieran realizar algunas de las prácticas de laboratorio con la mitad del alumnado, con las ventajas que eso supone, ya que, mientras un componente del grupo cooperativo estaba en el aula de informática trabajando con el *BSCW* y el *Netscape Composer*, el otro miembro estaba en el laboratorio realizando una actividad práctica. La semana siguiente, se invertían los papeles y el miembro del grupo que había estado en el laboratorio ahora estaba en la sala de informática y viceversa. El sistema *BSCW* mantenía informados a unos y otros sobre los movimientos que tenían lugar en los espacios de trabajo compartidos y los estudiantes aprovechaban las funcionalidades del *BSCW* para coordinar su trabajo.

Durante el curso 2002-2003 se tuvieron en cuenta los resultados y los comentarios de los estudiantes del primer año para la mejora de la experiencia

y, así, además del tutorial específico de *Netscape Composer* anteriormente comentado (tutorial 3, tabla 2), se elaboraron guías de uso del *BSCW* (tutorial 2, tabla 2). En este curso escolar los estudiantes tuvieron que realizar dos proyectos: el primero fue el mismo que el del año anterior, igualmente en grupos de 2 estudiantes; el segundo consistió en un proyecto hipermedia sobre una técnica de análisis determinada. Para ambos proyectos el alumnado contó con la ayuda de los tutoriales 2 y 3, que no sólo facilitaron el trabajo de los estudiantes, sino también el del profesor, al evitar largas descripciones sobre el funcionamiento de ambas herramientas. En el segundo proyecto, los grupos estaban formados por 5-6 estudiantes (todavía del mismo grupo-clase), con objetivo de aprovechar mejor las posibilidades que para la cooperación telemática ofrece este entorno y para avanzar, por tanto, en el proceso de optimización de entornos telemáticos.

Los detalles técnicos de la estructuración del entorno *BSCW*, de la creación de las carpetas de trabajo y de los pasos seguidos por el docente en la gestión de dicho entorno durante estos dos primeros años del estudio están descritos en Jiménez y Llitjós (2006b).

FIGURA 1. PÁGINA DE INICIO DEL ESPACIO DE TRABAJO EN *BSCW* DE UNA ALUMNA DONDE SE OBSERVAN TRES TIPOS DE CARPETA: LA PERSONAL (“ÁLVAREZ_BEА”), LA DE GRUPO COOPERATIVO “CD_MODULOА” Y LA DE GRUPO-CLASE “TODOS_MODULOА”



En cuanto a la evaluación del proceso de producción de hipermedia, Stahl (2002) ha apuntado tres métodos: 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 producción de hipermedia. En estos dos primeros años de la fase I, la evaluación de los materiales hipermedia producidos por los estudiantes se llevó a cabo de acuerdo con la primera propuesta de Stahl, y, para ello, el profesor evaluó los diferentes proyectos hipermedia generados como auténticas páginas web, atendiendo a su calidad científica y técnica.

A partir de estas evaluaciones, cada grupo obtuvo una calificación para su proyecto, pero si se pretende que el aprendizaje cooperativo sea efectivo, hay que evaluar la responsabilidad individual de cada miembro del grupo cooperativo, que es una característica esencial de esta técnica, y así minimizar la presencia de estudiantes polizones, es decir, los que eluden su responsabilidad individual intentando sacar provecho del esfuerzo de sus compañeros académicamente más responsables (Jiménez, 2006). Puesto que la evaluación del aprendizaje cooperativo telemático requiere prestar atención no sólo a los procesos del aprendizaje cooperativo, sino también al medio a través del cual se consigue este tipo de aprendizaje, es decir, a la comunicación a través del ordenador (CMC) (Treleaven, 2004), se tuvo en cuenta la sugerencia de Ingram (1999-2000), que propone el análisis de los registros que generan los servidores telemáticos. Por ello, se utilizó el análisis de los eventos que *BSCW* registra automáticamente, tales como el historial de modificaciones de un objeto o las aportaciones en los foros de discusión, entre otros, para individualizar la calificación común obtenida por cada grupo, sumando o restando hasta cinco puntos porcentuales de la nota del proyecto.

3.2.1.2. Synergieia (Curso 2003-2004)

Durante el curso 2003-2004 se estimó oportuno cambiar el *BSCW* por el recién lanzado sistema Synergieia, ya que, dentro de este estudio de optimización metodológica de entornos telemáticos, Synergieia constituye una versión del *BSCW* adaptada a contextos educativos. Eso significa que las prestaciones básicas de *BSCW*, como el servicio de eventos o los espacios compartidos de trabajo en forma de carpetas, también se encuentran en Synergieia, pero esta plataforma presenta nuevas características que la hacen más atractiva para la cooperación entre estudiantes, ya que es más que una simple adaptación del *BSCW* para la docencia: en Synergieia se han suprimido determinadas funciones del *BSCW* que tienen muy poca aplicación en la enseñanza, se han añadido nuevas prestaciones y otras han sufrido pequeños cambios para adecuarlas al mundo educativo. Entre las novedades encontramos dos herramientas de comunicación sincrónica, la

Pizarra Cooperativa (“*Map Tool*”) y el servicio de mensajería instantánea y, también, la función de “negociación”, según la cual se requiere el voto positivo de una mayoría (o la unanimidad, según lo haya establecido el docente) de los miembros de un grupo cooperativo para dar por bueno un proyecto creado por ellos, lo que supone un aumento de la implicación de cada miembro en el mismo. Entre los cambios más significativos encontramos la simplificación de la creación y gestión del entorno por parte del docente; la conversión de algunas carpetas estándar del *BSCW* en carpetas “de curso” y carpetas “de grupo”, con propiedades diferentes entre ellas y distintas a las del *BSCW*; y la diversificación de los foros del *BSCW* en diferentes tipos de foros: personal, de grupo, de curso, de negociación, de diseño, de discusión informal, de soporte, de ayuda técnica, de pregunta progresiva o de creación cooperativa de conocimiento. En estos espacios los estudiantes pueden comunicarse y crear su propio conocimiento compartido, y tienen que clasificar cada una de sus intervenciones según el “tipo de pensamiento” o categoría a la que pertenece dicha aportación, con lo que se fomenta el desarrollo de procesos cognitivos de mayor nivel.

En cuanto a los tutoriales que el alumnado tuvo a su disposición en este curso, el tutorial 3 (tabla 2) sobre el *Netscape Composer* se adaptó al entorno Synergeia (tutorial 4, tabla 2), de acuerdo con lo comentado anteriormente sobre la conveniencia de adaptar este tutorial al entorno telemático utilizado. Pero, a diferencia del curso anterior, no dispusieron de guías sobre el funcionamiento del entorno, salvo las referencias contenidas en el tutorial 4 (tabla 2), ya que Synergeia fue lanzado coincidiendo prácticamente con el inicio del proyecto del curso 2003-2004.

Después de comprobar el potencial que ofrecía el *BSCW* para la cooperación asincrónica con estudiantes que lo utilizaban en el aula de informática cada dos semanas, mientras su pareja lo hacía en las semanas alternas y, habiendo aumentado la complejidad del grupo, puesto que el segundo proyecto del curso 2002-2003 fue llevado a cabo por grupos de 5-6 estudiantes, en el curso 2003-2004 decidimos que los grupos cooperativos estuviesen formados por 4 estudiantes, pertenecientes, por primera vez, a grupos-clase distintos. A diferencia de los dos cursos anteriores, en los cuales se habían creado diferentes carpetas de grupo-clase en el *BSCW*, en esta ocasión se creó una única carpeta “de curso” en Synergeia, ya que carecía de sentido crear carpetas según los grupos-clase, al estar formados los grupos cooperativos por estudiantes de diferentes clases. Dentro de la carpeta “de curso”, se crearon ocho “de grupo”, una para cada grupo cooperativo, y era en estos espacios donde los estudiantes trabajaban en la producción cooperativa del proyecto

asignado. Al no coincidir físicamente en las horas de la asignatura, resultó especialmente importante la coordinación y la comunicación entre los cuatro miembros de cada grupo. Para la coordinación del trabajo, además del sistema de eventos de Synergeia, fue muy útil el uso de los foros y el calendario de grupo. Los estudiantes no podían trabajar en la carpeta de “curso”, ya que tenían acceso restringido de “lectura”, lo que significa no poder editar o borrar información ni añadir nuevos contenidos, es decir, la carpeta “de curso”, configurada de esta manera, hacía de repositorio de material *e-learning*¹, aunque no queda limitada la participación del alumnado en el foro “de curso”, ni la consulta de la información que el docente gestiona: calificaciones, archivos de legislación, guiones de las prácticas de laboratorio, enlaces a páginas web interesantes, etc. Cuando alguna sección del proyecto hipermedia de un grupo cooperativo había sido completada debía pasar de su carpeta “de grupo” a la carpeta “de curso”, y para ello era imprescindible iniciar un proceso de “negociación” y superarlo positivamente. De este modo, todos podían consultar estos nuevos documentos.

En cuanto a las evaluaciones de los proyectos y de los estudiantes, en este tercer año se introdujeron dos novedades, relacionadas ambas con la coevaluación, o evaluación entre iguales. En primer lugar, a partir de la experiencia de los dos años anteriores con el BSCW, se valoró que la información que proporciona el servidor sobre los eventos es útil pero insuficiente para evaluar con exactitud la aportación individual de cada estudiante al trabajo en grupo, ya que es una información básicamente de tipo cuantitativo que puede no tener en cuenta una contribución continuada al proyecto de grupo, contabilizando, únicamente, el número de interacciones entre el estudiante y el entorno. Para evaluar la contribución individual y, por tanto, poder obtener una nota individual a partir de un proyecto de grupo, se aplicó el método y la ficha de evaluación propuestos por Jiménez y Llitjós (2006c), según el cual los estudiantes valoran confidencialmente el cumplimiento de las responsabilidades grupales de ellos mismos y del resto de los miembros de su grupo cooperativo. Estas valoraciones se convirtieron en factores de corrección individuales que, aplicados a la calificación común del proyecto, permitieron obtener puntuaciones específicas para cada estudiante. Este sistema, cuya fiabilidad y características se discuten en Jiménez (2006), además de permitir evaluar la responsabilidad individual y reducir el problema de los polizones en las actividades cooperativas, constituye

¹ BSCW (y Synergeia) puede ser usado también como “mero espacio del cual ‘extraer’ y en el cual ‘colgar’ la información sin apenas experimentar el trabajo cooperativo” (Benarroch *et al.*, 2004).

FIGURA 2. INTERIOR DE LA CARPETA DE CURSO “C4 - QUÍMICA ANALÍTICA” EN EL QUE SE PUEDEN APRECIAR OCHO CARPETAS “DE GRUPO”, UNA CARPETA DE NEGOCIACIÓN APROBADA (“PÁGINA DE LEGISLACIÓN” DEL PROYECTO DE LOS NITRITOS), TRES CARPETAS ESTÁNDAR Y EL ESPACIO DE CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO “DE CURSO” (“FORO SYNERGEIA”)

Su ubicación:  gregoj / C4 - Química Analítica 

  04aida, 04alberto, 04alfonso, 04almu, 04ana, 04azahara, 04beatriz, 04carol, 04cesar, 04damia, 04elga, 04eugenia, 04eva, 04francesc, 04ivan, 04jesus, 04juan, 04juancarlos, 04julio, 04laura, 04marina, 04mjose, 04monica, 04natalia_c, 04natalia_r, 04natalia_s, 04nuria, 04orlando, 04pep, 04rafa, 04ruben, 04victor_reg, 04victor_rod, 04virginia, 04xavier, allitjos, evanuc, **gregoj**, gues03

actualizar | enviar | Copiar | enlace | Cortar | borrar | archivo

 C4 - Química Analítica 13 de entradas

Nombre	Tamaño	Compartir	Nota	Clasificado	Propietario	Fecha	Eventos	Menu
 Grupo 1 (04ana, 04carol, 04laura, 04marina) 1-Cianuros	8				gregoj	2005-04-12 18:48	 	
 Grupo 2 (04eva, 04natalia_r, 04rafa, 04ruben) 1-Sulfuros	10				gregoj	2005-04-12 18:48	 	
 Grupo 3 (04azahara, 04natalia_c, 04victor_reg, 04victor_rod) 1-Nitritos	11				gregoj	2005-04-12 18:49	 	
 Grupo 4 (04aida, 04almu, 04elga, 04juan, 04julio) 1-Nitratos	7				gregoj	2005-04-12 18:49	 	
 Grupo 5 (04alfonso, 04damia, 04ivan, 04xavier) 1-Fosfatos	10				gregoj	2005-04-12 18:49	 	
 Grupo 6 (04alberto, 04jesus, 04natalia_s, 04nuria) 1-Silicatos	23				gregoj	2005-04-12 18:49	 	
 Grupo 7 (04cesar, 04francesc, 04mjose, 04virginia) 1-Amonio	12				gregoj	2005-04-12 18:49	 	
 Grupo 8 (04beatriz, 04eugenia, 04monica, 04pep) 1-Sulfatos	15				gregoj	2005-04-12 18:50	 	
 negociación de la pág de la legislación	2				04azahara	2005-04-12 18:46	 	
 NOTAS FINALES MICRO Y ANALITICA	1				gregoj	2005-04-12 18:47	 	
 Teledocencia C4	12				gregoj	2004-05-02	 	
 Trabajos Finales lones en Agua	11				gregoj	2005-04-12 18:47	 	
 Foro Synergeia 28 notas	28				gregoj	2005-04-12 18:47	 	

otro de los métodos propuestos por Stahl (2002) para la evaluación de la producción de hipermedia, y proporciona, además, una oportunidad para aplicar la coevaluación y la autoevaluación en la enseñanza de las ciencias, que, junto a la evaluación, constituyen para algunos autores “el motor de todo proceso de construcción de conocimiento” (Sanmartí y Jorba, 1995). Justamente por este último motivo, y como segunda novedad en el proceso de evaluación, se extendió la coevaluación a la evaluación

de los proyectos web, ya que éstos fueron calificados conjuntamente por el profesorado y por el alumnado, de tal manera que el 85% de la puntuación final del proyecto de un grupo la otorgaba el profesorado y el 15% restante, los estudiantes de otros grupos. Para ello, estudiantes y docente utilizaron una misma plantilla, disponible en Jiménez y Llitjós (2006d), en la que los ítems a evaluar se distribuyeron en diferentes categorías: aspectos funcionales, aspectos técnicos y estéticos, aspectos científicos, aspectos pedagógicos y justificación de la calificación otorgada y otras observaciones. Esta plantilla había sido previamente probada por el profesor en las evaluaciones que él llevó a cabo en el curso 2002-2003.

3.2.2. Fase II

Una vez concluida la primera fase, la fase II tenía por objeto analizar la fase I, con especial énfasis en las respuestas a las encuestas completadas por el alumnado, y realizar una serie de actuaciones para continuar con la optimización metodológica de entornos telemáticos como recursos didácticos. En primer lugar, es necesario recalcar que la aparición de Synergeia, como versión docente del *BSCW*, fue algo no previsto cuando se inició esta investigación, pero que supuso, a nuestro modo de ver, una optimización de las metodologías objeto de estudio, por las propias ventajas educativas que presenta ese entorno respecto del *BSCW*, según nuestra experiencia.

De las contestaciones a la pregunta de respuesta libre se verá que, entre los cambios mayoritarios que nuestros estudiantes realizarían al sistema Synergeia, se encuentran algunas cuestiones en las que los propios creadores de la plataforma están trabajando, probablemente porque habrán recibido estas mismas o similares sugerencias del resto de usuarios de Synergeia: la posibilidad de subir más de un archivo a la vez, nuevos idiomas (aunque la versión totalmente en castellano ya está disponible) o el uso de la mensajería instantánea. Por tanto, dentro del proceso de optimización metodológica en que se enmarca este estudio, uno de los posibles pasos que podíamos dar para la mejora didáctica del uso de estos entornos era crear y poner a disposición del alumnado un sistema de ayuda o tutoriales. Aprovechando una licencia de estudios retribuida concedida al doctorando durante el curso 2004-2005, y teniendo en cuenta que no sólo serían necesarios tutoriales para el alumnado, sino también para el profesorado, se creó una primera versión de los tutoriales o guías de uso del entorno Synergeia.

Una vez elaborada esta primera versión de las guías y tutoriales, el siguiente paso, ya en el curso 2005-2006, era obtener *feedback* de otros usuarios de

Synergeia que utilizaran estos tutoriales, con la idea de mejorarlos gracias a los comentarios recibidos. Para obtener la máxima difusión de esta versión preliminar de los tutoriales se consideró la idea de publicarlos en una revista electrónica de acceso gratuito del área de Física y Química (Jiménez y Llijós, 2005) y en otra revista gratuita que reciben todos los funcionarios docentes catalanes en sus domicilios y que también puede consultarse gratuitamente a través de Internet (Jiménez, 2005). Además, se extendió el uso de Synergeia en el Ciclo Formativo de Química Ambiental, siendo otro profesor quien creó y gestionó una carpeta “de curso” para su asignatura y, también en la ESO y el Bachillerato, gracias a otra profesora de nuestro grupo de investigación. En ambos casos, estos dos profesores contaron con la ayuda de los tutoriales y la supervisión directa de los autores de este trabajo.

El *feedback* obtenido por estos dos compañeros y todos los comentarios recibidos por otros medios de profesores que habían consultado las guías preliminares publicadas en las dos revistas y que se habían animado a utilizar Synergeia sirvieron para completar, corregir y mejorar los tutoriales y guías de esta plataforma, con lo que se procedió a la publicación de la versión definitiva de las guías y tutoriales de Synergeia (tutorial 5, tabla 2), que están disponibles tanto para el alumnado como para el profesorado, en castellano y catalán. Obviamente, que sean considerados “definitivos” no implica que no sigan mejorándose o actualizándose en función de las nuevas prestaciones que vayan incluyendo las nuevas versiones de Synergeia o de los comentarios que se sigan recibiendo a propósito de los mismos.

3.3. MUESTRA

En la fase de campo han participado estudiantes de los cursos 2001-2002, 2002-2003 y 2003-2004 del Ciclo Formativo de Química Ambiental del IES Mercè Rodoreda, de L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona). El currículo básico de dicho ciclo formativo está regulado por el Real Decreto 812/1993 y, entre los módulos que lo componen, son de especial relevancia para esta investigación dos de ellos: “Relaciones en el Ámbito de Trabajo”, porque el alumnado recibe formación sobre cómo trabajar en grupos cooperativos y, especialmente, “Depuración de Aguas”, ya que el proyecto hipermedia que tuvieron que realizar los estudiantes se enmarcó dentro de la unidad didáctica “Iones en aguas” de dicho módulo.

El número de matriculados en este ciclo formativo es variable (35-60), con edades entre los 18 y 38 años, distribuidos en 3 grupos-clase. Existe una

proporción similar de hombres y mujeres y en ningún curso los estudiantes con sólidos conocimientos iniciales de producción hipermedia superó el 10% del total. Otras características de este alumnado han sido descritas en Jiménez, Llobera y Llitjós (2006).

3.4. INSTRUMENTOS

Para llevar a cabo la fase I de este estudio, el alumnado ha utilizado los entornos telemáticos *BSCW* y *Synergeia* y el editor *HTML Netscape Composer*, todos ellos gratuitos². Durante esta primera fase de optimización, el alumnado ha respondido a la encuesta del proyecto *ITCOLE* (*ITCOLE*, 2003) y a una pregunta de respuesta abierta y un cuestionario tipo Likert adicionales. En todos los casos se han respetado las mismas categorías, respuestas seleccionables y escalas que las encuestas originales.

Para el tratamiento estadístico de las respuestas de los cuestionarios Likert se han empleado las pruebas estadísticas no paramétricas (Siegel, 1976): la mediana, como estadístico de tendencia central; el rango intercuartílico (expresado como $Q3-Q1$), como estadístico de dispersión, y la prueba de U de Mann-Whitney para ensayar si las medianas de dos muestras independientes no son significativamente diferentes. Para todas estas pruebas, se ha considerado un nivel de significación $p < 0,05$. El tratamiento estadístico se ha realizado utilizando el programa *Statistical Package for Social Sciences* (*SPSS*) (versión 11.0) y *STATISTICA* (versión 7).

3.5. PROYECTOS DE LOS ESTUDIANTES

En el contexto cooperativo de progreso de este estudio de optimización metodológica parece adecuado proponer el desarrollo de proyectos a los estudiantes, ya que, según Blumenfeld *et al.* (1991), el aprendizaje basado en proyectos ha sido señalado como una estrategia educativa que estimula la cooperación. Así, tal y como se indica en la tabla 1, los estudiantes tuvieron que realizar, en grupos cooperativos, un proyecto hipermedia sobre un ion en aguas (además de otro sobre técnicas de análisis en el curso 2002-03). En los cursos 2001-2002 y 2002-2003, este ion era un catión metálico,

² Los servidores gratuitos de *BSCW* y *Synergeia* utilizados se encuentran en <http://public.bscw.de/> y <http://bscl.fit.fraunhofer.de/> respectivamente. La versión de *Netscape Composer* utilizada puede descargarse gratuitamente en: http://ftp.netscape.com/pub/communicator/spanish/4.78/windows/windows95_or_nt/complete_install/cc32d478.exe

mientras que en el curso 2003-2004 el ion era un anión, salvo un grupo cooperativo que realizó su proyecto sobre el ion amonio. Cada proyecto tenía, como mínimo, las siguientes secciones: presencia en aguas naturales, niveles máximos del ion en aguas potables según la legislación española, métodos de análisis y efectos de ese ion sobre la salud. Para la confección de las páginas web, los estudiantes tuvieron a su disposición, en función del curso académico correspondiente, tutoriales sobre el manejo del programa *Netscape Composer* (tabla 2).

La producción de hipermedia provoca automáticamente además otro tipo de cooperación, llamada hipermedia o hipertexto cooperativo (figura 1), 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.

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. En nuestro estudio, se consideraron dos ambientes de hipertexto cooperativo: uno primario (nuestro servidor 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 crearon 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 realizó una copia de todos ellos en el servidor 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 éstos sean de promociones académicas diferentes. En este último caso, hablamos de hipercooperación diferida.

FIGURA 3. EJEMPLO DE HIPERMEDIA COOPERATIVO ENTRE EL PROYECTO SOBRE LOS NITRITOS (CURSO 2003-04) Y EL PROYECTO SOBRE EL HIERRO (CURSO 2001-02)

b) Interferencias: La incompatibilidad química hace improbable la coexistencia de NO_2^- , cloro libre y NH_3 . El tricloruro de nitrógeno proporciona un color rojo falso cuando se añade el reactivante. Los iones siguientes interfieren debido a precipitación en las condiciones de la prueba y deben estar a Fe^{3+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ , cloroplatinato (PtCl_6^{2-}) y metavanadato (VO_3^{2-}). El ion cobre (II) puede dar lugar a la precipitación de la sal de diazonio. Los iones coloreados que alteran el sistema de color también deben estar ausentes. Los sólidos en suspensión deben eliminarse por filtración.

Métodos de análisis de los nitritos (2003-04)

Hipermedia cooperativo

c) Almacenamiento de muestras: La conservación ácida en las muestras destinadas al análisis de NO_2^- . Se hace la determinación inmediatamente sobre muestras recientes para evitar la conversión bacteriana del NO_2^- en NO_3^- o NH_3 . Para la conservación a corto plazo, durante uno o dos días, se congela a -20°C o se conserva a 4°C .

Fe

INICIO

PROPIEDADES FQ

FOTO

PRESENCIA EN AGUAS

LEGISLACIÓN

TÉCNICAS ANÁLISIS

CURIOSIDADES

EFECTOS SOBRE LA SALUD

TRABAJO REALIZADO POR:
SHIRLEY AROSA
REBECA HERNANDO

CFGS Química Ambiental - Módulo A
IES MERCÉ RODOREDÀ. Curso 2001-02

Página principal del hierro (2001-02)

[volver a la página principal de los metales](#)

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 otro, los estudiantes debían

analizar la información de las páginas web que consultaban, teniendo que rechazar aquéllas 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, bien para decidir sobre la creación de un hipervínculo a dicha página.

Los proyectos sobre iones en aguas creados durante la fase I pueden consultarse en www.ionesenagua.com.

4. RESULTADOS

La investigación durante los dos primeros cursos, utilizando el entorno BSCW, ha resultado valiosa para decidir que Synergiea, como entorno, ya supone una optimización del BSCW. Por otro lado, durante los tres cursos se fue optimizando la metodología empleada, alcanzando su más alto grado en el curso 2003-2004. A continuación se muestran los resultados más relevantes de las encuestas que el alumnado del citado curso académico completó al término de la fase I de esta investigación, consistentes en el cuestionario ITCOLE más una pregunta adicional de respuesta libre y un segundo cuestionario tipo Likert.

4.1. CUESTIONARIO ITCOLE

Por lo que respecta a la encuesta ITCOLE, ésta incluye tres apartados: A, B y C. El apartado A está formado por dos preguntas de respuesta predefinida; el apartado B corresponde a un cuestionario tipo Likert de 17 ítems, y el último apartado consta de tres preguntas de respuesta abierta.

4.1.1. ITCOLE A: PREGUNTAS DE RESPUESTA PREDEFINIDA

– 1.ª pregunta: *Especifica cuáles de estas funcionalidades son útiles en la cooperación entre estudiantes: subir un documento, pizarra cooperativa, foros, uso tipo de pensamientos, libreta de direcciones y calendario (mucho / bastante / poco / nunca lo he utilizado).*

En cuanto a la utilidad para la cooperación de las funcionalidades de Synergiea, los estudiantes consideraron que la más útil para la cooperación

resultó ser la opción de “subir documentos” al servidor, con un 90% de estudiantes que la juzgaron bastante o muy útil. Los foros de Synergeia fueron otra funcionalidad considerada eficaz para la cooperación, con un 56,7% del alumnado que los calificó como bastante o muy útiles.

La “pizarra cooperativa” y el uso de los “tipos de pensamiento” obtuvieron una respuesta similar: aproximadamente la mitad del alumnado consideró poco útiles para la cooperación estas dos prestaciones y sólo un tercio estimó que eran bastante o muy útiles, si bien un 26,7% no llegó a usar la “pizarra cooperativa” (el doble de quienes no usaron los “tipos de pensamiento”).

En cuanto a las funcionalidades poco usadas, encontramos el “calendario”, la “libreta de direcciones” y el servicio de mensajería instantánea. Sólo un 10% de los estudiantes apreció la utilidad del “calendario” para la cooperación, frente a un 53,3% que ni siquiera lo utilizó. La “libreta de direcciones” y el servicio de mensajería instantánea fueron virtualmente no usados.

–2.ª pregunta: *Especifica la facilidad de uso (mucho / bastante / poco / nunca lo he utilizado) de estas utilidades: subir un documento, adjuntar notas, pizarra cooperativa, uso tipos de pensamiento, libreta de direcciones y calendario.*

En cuanto a la facilidad de uso, Synergeia fue considerado un sistema fácil de usar, ya que, para todas las funcionalidades sobre las que se preguntó, la suma de las respuestas de “muy fácil” y “bastante fácil” fue superior a “poco fácil”, y fue en la categoría “uso de los tipos de pensamiento” donde esta respuesta alcanzó su porcentaje mayor (20%). A pesar de lo sencillo que resulta subir un documento al servidor Synergeia, un 16,7% del alumnado consideró “poco fácil” dicha funcionalidad, quizá debido a que algunos estudiantes estimaron como muy tedioso tener que subir uno a uno todos los archivos al servidor. En cuanto a la posibilidad de “adjuntar notas” a los objetos alojados en Synergeia, aun siendo una prestación que no presenta dificultad en su uso, fue empleada sólo por algo más de la mitad del alumnado. La “libreta de direcciones” fue considerada como de bastante o muy fácil manejo por los pocos estudiantes que la utilizaron.

4.1.2. *Itcole B: Cuestionario Likert*

En cuanto a este cuestionario Likert (tabla 3), los resultados revelan que, salvo los ítems 10 y 11, que están redactados en forma negativa, sólo el ítem 13 recibió una mediana menor de 3 (a los estudiantes no les fue particularmente

útil leer las notas que ellos mismos habían creado en Synergeia, aunque sí las que habían creado otros compañeros), lo que vuelve a indicar una actitud positiva hacia la plataforma. Los estudiantes explicaron sus ideas a otros estudiantes utilizando Synergeia y no les resultó difícil encontrar nuevas conexiones entre ideas en dicho entorno. También les resultó fácil ver lo que los otros estudiantes estaban haciendo en Synergeia. En cuanto a la estructuración del proceso de investigación, se han obtenido medianas elevadas y bajas dispersiones en esta categoría. Estos datos sugieren que para el alumnado fue fácil estructurar el proceso de investigación en Synergeia y que entendieron mejor cómo funciona el proceso de investigación mientras usaban dicho entorno.

TABLA 3. CUESTIONARIO LIKERT ITCOLE. LOS VALORES (1=TOTALMENTE EN DESACUERDO; 5=TOTALMENTE DE ACUERDO) INDICAN LA MEDIANA Y EL RANGO INTERCUARTÍLICO DE LOS RESULTADOS (N=30)

Aspectos organizativos	1. Hubiera preferido utilizar más tiempo para trabajar con Synergeia	4,0 5,0-3,0
	2. Deberíamos haber tenido más ordenadores para trabajar con Synergeia	3,5 5,0-3,0
Percepción del espacio de trabajo	3. Era fácil saber lo que los otros estudiantes estaban haciendo en Synergeia	4,0 5,0-4,0
Cooperación	4. Fue fácil cooperar con otros estudiantes a través de Synergeia	4,0 4,0-3,0
	5. El profesor nos animaba a cooperar	4,5 5,0-4,0
	6. Me hubiera gustado cooperar más con otros estudiantes durante el proyecto	3,0 4,0-2,0
Manejo y ayuda	7. Era fácil utilizar el sistema Synergeia	3,0 4,0-2,8
	8. Recibí una orientación suficiente por parte del profesor durante el proyecto	4,0 5,0-4,0
	9. Recibimos suficientes indicaciones por parte del profesor durante el proyecto	4,0 5,0-4,0
	10. Estaba casi perdido entre el conocimiento en el sistema Synergeia	2,5 3,0-1,8
	11. No supe qué hacer en el sistema Synergeia	2,0 3,0-1,0

TABLA 3 (CONT.). CUESTIONARIO LIKERT ITCOLE. LOS VALORES (1=TOTALMENTE EN DESACUERDO; 5=TOTALMENTE DE ACUERDO) INDICAN LA MEDIANA EL RANGO INTERCUARTÍLICO DE LOS RESULTADOS (N=30)

Exteriorización de ideas para su comprensión	12. He explicado mis ideas a otros estudiantes utilizando Synergeia	3,5 4,0-2,0
	13. Me vino bien, para un mejor entendimiento, ver las ideas o notas que yo había creado en Synergeia	2,0 3,0-1,0
	14. Fue útil para mí poder leer las notas e ideas de otros compañeros en Synergeia	4,0 4,3-2,8
	15. Fue fácil encontrar nuevas conexiones entre ideas mientras utilizaba Synergeia	3,0 4,0-2,8
Estructuración del proceso de investigación	16. Mientras utilizaba Synergeia, entendí cómo funciona el proceso de investigación	4,0 4,0-3,0
	17. Fue fácil estructurar el proceso de investigación en Synergeia	4,0 5,0-3,0

La categoría relacionada con la cooperación también ha recibido unas medianas elevadas. De hecho, es el ítem 5 el que obtuvo la mediana más elevada de todo este cuestionario. También consideraron que fue fácil cooperar con otros estudiantes a través de Synergeia. De los aspectos organizativos, destacamos que los estudiantes hubieran preferido emplear más tiempo para trabajar con Synergeia y creen que deberían haber tenido más ordenadores para llevar a cabo el trabajo.

Con relación al manejo y ayuda, los datos obtenidos indican que los estudiantes recibieron una suficiente orientación y ayuda por parte del profesor (que, además, los animaba a cooperar, según la respuesta del ítem 6) y, aunque se posicionaron de manera neutra acerca de la facilidad del sistema Synergeia, no estuvieron de acuerdo con la afirmación “*no supe qué hacer en el sistema Synergeia*”.

4.1.3. ITCOLE C: Preguntas de Respuesta Abierta

1. *¿Cómo te guió el profesor durante el proceso de investigación? (realización del trabajo en el entorno Synergeia).*

La ayuda y orientación ofrecida por el profesor a nuestros estudiantes básicamente consistió en ayuda codificada como “ayuda genérica”, con un 66,7% de los comentarios, mientras que la “información técnica y operativa” alcanzó el 22,6%. Las ayudas codificadas como “invitación para cooperar” y “explicación del proyecto”, así como el porcentaje de alumnado que no ofreció ninguna respuesta no alcanzaron el 4% en ningún caso.

2. *Si este proyecto de aprendizaje cooperativo se llevara a cabo de nuevo, ¿qué cambiarías en el Synergeia? Por ejemplo, qué funcionalidad añadirías o suprimirías en Synergeia.*

Las tres respuestas que mayor porcentaje han obtenido (15,2% del total, cada una de ellas) son la posibilidad de poder subir más de un archivo a la vez, la de poder utilizar la mensajería instantánea y que Synergeia tenga la interfaz totalmente traducida del inglés.

En cuanto a poder subir más de un archivo a la vez, como ya se ha indicado con anterioridad, nuestros estudiantes consideraron molesto el proceso de subir uno a uno los diferentes archivos del proyecto web. Actualmente, BSCW ya incorpora una funcionalidad que permite la carga simultánea de múltiples archivos y es de esperar que una próxima versión de Synergeia también la incluya.

La opción de poder utilizar el sistema de mensajería instantánea de Synergeia (deshabilitada en el servidor público) fue reclamada por parte de nuestro alumnado. Relacionado también con la comunicación entre usuarios, un 9,1% del alumnado señaló que añadiría algún sistema para mejorar la percepción social, si bien Synergeia ya incorpora un sistema para tal fin, el servicio “de eventos”, y una nueva funcionalidad que informa sobre qué usuarios están conectados en un momento determinado y, de éstos, quiénes están dentro de una sesión de “pizarra cooperativa”.

El hecho de que muchos menús y explicaciones del Synergeia aún estuvieran en inglés en el momento de realizar la investigación provocó la queja del 15,2% del alumnado e hizo que un 9,1% de los estudiantes echara en falta un sistema de tutoriales del entorno, o que un 12,1% del alumnado reclamara una simplificación en los menús y funcionalidades.

Otras modificaciones obtuvieron un menor respaldo por parte del alumnado, totalizando el 18,2% de respuestas. Entre ellas encontramos: añadir un sistema antivirus, la incorporación de un editor HTML integrado en la plataforma o la supresión de la funcionalidad de la opción de la

negociación, aunque conviene tener en cuenta que, mayoritariamente, esta funcionalidad fue aceptada positivamente por el alumnado (véase ítem 9 del segundo cuestionario Likert, tabla 4).

3. Respuestas a la pregunta *Si tuvieras que explicar a alguien esta experiencia, ¿cómo la describirías?*

Un 10,0% de los estudiantes describiría esta experiencia con un comentario negativo, porcentaje idéntico de aquellos que se limitarían a realizar una mera descripción de la actividad. Los comentarios positivos, distribuidos en 3 subcategorías, recibieron los siguientes porcentajes: los comentarios positivos genéricos, un 36,7%; los comentarios positivos centrados en aspectos sociales, un 26,7%; y los comentarios positivos relacionados con modalidades de la actividad alcanzaron un 10,0%, lo que totaliza un 73,3% de comentarios positivos sobre la actividad. Un 6,7% del alumnado no contestó a la pregunta.

TABLA 4. SEGUNDO CUESTIONARIO LIKERT (N=1 MUY NEGATIVO; 7=MUY POSITIVO). LOS RESULTADOS SE MUESTRAN COMO LA MEDIANA Y EL RANGO INTERCUARTÍLICO (N=30)

1. Utilidad del espacio cooperativo Synergeia para la docencia	5,0 6,0-4,0
2. Utilidad del espacio Synergeia para el desarrollo de esta asignatura	5,0 6,0-4,0
3. Grado de aplicación docente al espacio cooperativo Synergeia	5,0 6,0-4,8
4. Contribución del Synergeia a la preparación de recursos didácticos <i>on-line</i>	5,0 6,0-5,0
5. Grado de aprovechamiento del espacio de trabajo	5,0 6,0-4,0
6. Contribución del Synergeia a la adquisición de una actitud crítica sobre el aprovechamiento de recursos <i>on-line</i>	6,0 6,0-5,0
7. Utilización del editor HTML Netscape Composer 4.78 que, aunque es limitado en sus opciones, es gratuito y de fácil uso	6,0 7,0-5,0
8. Realización de trabajos en grupos (cooperativos) con estudiantes de otros grupos-clase	6,0 6,3-5,0
9. Posibilidad de “negociar” carpetas y páginas web	6,0 7,0-5,0
10. Valoración global de la experiencia de producción de material hipermedia en espacios compartidos de trabajo	5,0 6,0-4,8

4.2. SEGUNDO CUESTIONARIO LIKERT

Como puede verse en la tabla 4, todos los ítems de este segundo cuestionario Likert recibieron una puntuación que generó una mediana igual o superior a 5,0, lo que significa que la mayoría de los estudiantes los consideró positivos. Eso significa que el alumnado mostró una actitud positiva global hacia el uso de Synergeia como recurso didáctico en las clases de Química y, también, hacia la producción de hipermedia en la asignatura, así como hacia la adquisición de una actitud crítica sobre el aprovechamiento de estos recursos telemáticos y al grado de aplicación docente a estos espacios cooperativos.

Las medianas más altas correspondieron al uso del editor HTML gratuito, 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 pregunta adicional de respuesta libre, comentada a continuación. Respecto a la opción de “negociar” del entorno Synergeia, 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 la plataforma Synergeia. No obstante, el hecho de que una minoría de estudiantes mostrara una actitud poco cooperativa, como también queda reflejado en la pregunta adicional de respuesta libre (tabla 5), provocó quejas en algunos estudiantes, lo que los llevó a puntuar negativamente esta funcionalidad, lo que hizo que la dispersión en esta respuesta fuera más elevada que en otras, aun siendo una dispersión relativamente baja.

Otra de las respuestas que obtuvieron 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 de 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. Justamente esta circunstancia quedaría reflejada en la pregunta adicional de respuesta libre (tabla 5) como uno de los aspectos negativos de esta experiencia.

4.3. PREGUNTA ADICIONAL DE RESPUESTA LIBRE

En referencia a la pregunta adicional 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 5):

TABLA 5. 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	%	Aspectos negativos	%
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
Hipermedia 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		

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 otros estudiantes a través del hipermedia cooperativo obtuvo un alto porcentaje, similar al que obtuvieron el desarrollo de habilidades grupales y el uso de Internet como fuente de información. El poder continuar el trabajo 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. También mostraron su descontento con la falta de tiempo para realizar el

proyecto (véase ítem 1 del cuestionario Likert ITCOLE, tabla 3) 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.

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 surgidos o la imposibilidad de seguir trabajando en casa (para aquellos estudiantes que no disponían de conexión a Internet en sus casas), si bien la variable “tener o no conexión a Internet en casa” resultó no generar diferencias significativas ($p > 0,05$) en ninguno de los 17 ítems de la encuesta Likert ITCOLE (tabla 3).

5. CONCLUSIONES

Se ha constatado, a partir de la investigación bibliográfica realizada en la tesis doctoral, que la evolución de los recursos didácticos audiovisuales e informáticos a lo largo del siglo XX ha sido espectacular, especialmente en el último cuarto de siglo, debido a la fusión de las tecnologías multimedia y telemática. En la actualidad, existe una gran variedad de recursos digitales y audiovisuales que pueden ser utilizados por los docentes de Química en sus clases.

Sin embargo, no siempre la introducción de una innovación tecnológica en las clases de Química ha ido acompañada de una mejora en la instrucción; en algunos casos, por el escaso potencial pedagógico del recurso didáctico, como la radio; en otras ocasiones, por las deficiencias técnicas o de diseño instructivo de los primeros usos de dicho recurso, como los materiales multimedia. En el caso de los entornos telemáticos cooperativos, se requiere un entrenamiento del profesorado.

Estos entornos constituyen un ejemplo de recursos didácticos que combinan el uso de las TICs con el aprendizaje cooperativo y, además, se ajustan al currículo oficial derivado de la LOE. El cambio radical que pronosticaron Feldhusen y Szabo (1969) a propósito de la incorporación de la informática en el mundo educativo ya ha llegado, gracias a las tecnologías telemáticas que, junto a la instrucción centrada en el estudiante, constituye un componente fundamental del cambio de paradigma educativo.

Los resultados de la investigación de los dos primeros años nos permiten concluir que el *BSCW* es una plataforma que facilita el trabajo cooperativo telemático entre estudiantes y que, junto a la búsqueda de información en Internet, contribuye a la adquisición de una actitud crítica sobre el aprovechamiento de recursos telemáticos.

El *BSCW* es adaptable a las asignaturas del Ciclo Formativo de Grado Superior (CFGS) de Química Ambiental en las que ha sido estudiado. Sin embargo, la versatilidad de *BSCW* representa un arma de doble filo para el docente, ya que las múltiples opciones de configuración y estructuración implican una notable complejidad a la hora de organizar los espacios compartidos y sus permisos de acceso, lo que exige un considerable esfuerzo, entrenamiento y dedicación del docente para la gestión del entorno. Además, el hecho de que *BSCW* disponga de un determinado número de funciones que no se utilizan en la enseñanza aumenta la dificultad de su uso por parte del profesorado y, especialmente, del alumnado de niveles obligatorios.

En cuanto a Synergeia, se puede determinar que esta plataforma mantiene las características básicas de *BSCW* para facilitar el aprendizaje y el trabajo cooperativo entre estudiantes que pueden no coincidir en el espacio y/o el tiempo, e incorpora otras funcionalidades que aumentan la implicación de los estudiantes, como la negociación, valorada muy positivamente por el alumnado. Otras novedades de Synergeia, como la “pizarra cooperativa”, no han sido consideradas de tanta utilidad para la cooperación. Globalmente, Synergeia es una plataforma que permite la cooperación entre estudiantes y apenas se han encontrado diferencias significativas en función del sexo, del nivel previo de informática o de la edad de los estudiantes, así como de la disponibilidad o no de conexión a Internet en las casas de éstos, por lo que ninguna de estas variables influye significativamente en el trabajo en entornos telemáticos.

Cooperar con otros estudiantes a través de Synergeia ha resultado fácil para el alumnado. Sin embargo, algunas circunstancias dificultan la utilización de la plataforma, como el hecho de no tener la interfaz traducida del inglés, no recibir una orientación adecuada del docente, no tener una motivación suficiente para cooperar o no disponer de guías de uso o tutoriales.

Para que se produzca una reflexión individual y, por tanto, los estudiantes puedan construir conocimiento en Synergeia, es necesario que éstos expresen sus ideas y puedan consultar las de los otros miembros del grupo

(en los “espacios de construcción de conocimiento”, especialmente), de modo que pueda haber retroalimentación en los comentarios de unos y otros, para que, de esta forma, encuentren conexiones entre las diferentes ideas.

El método de evaluación cooperativa que se ha adoptado, junto con la información que proporciona el sistema de “eventos” del entorno, permite evaluar la responsabilidad individual con mayor efectividad que atendiendo únicamente a la información generada por la plataforma, y, además, proporciona una oportunidad para practicar la autoevaluación y la coevaluación en la enseñanza de la Química, ajustándose a lo establecido en las competencias básicas del nuevo currículo de la LOE.

Se ha constatado que, en las actividades centradas en el estudiante, el alumnado tiene que tomar una actitud mucho más activa que en las actividades tradicionales de clase, ya que, en caso contrario, se verá sobrepasado por el alcance de la actividad. También se ha confirmado que este tipo de actividades exige un cambio en el papel del profesorado, cediendo parte de la responsabilidad del proceso de aprendizaje al alumnado, para que éste pueda construir mejor su propio conocimiento.

El proceso de creación de un espacio de trabajo en Synergeia para el profesorado ha sido simplificado en esta plataforma, y la gestión del entorno resulta más fácil aún con los tutoriales creados y que se encuentran disponibles en la dirección www.synergeia.info.

Los tutoriales para el alumnado no sólo consiguen que los estudiantes se sientan más seguros y que tomen mayor control y autonomía sobre su proceso de aprendizaje, sino que, al requerir menos ayuda por parte del docente, permiten que éste pueda dedicar más tiempo a resolver dudas y a ejercer de guía y orientador o a distribuir el alumnado de tal manera que los estudiantes que trabajan con estas herramientas informáticas no precisen de la supervisión directa y continuada del docente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., Ayuste, A., Gros, B., Guerra, V. y Romañá, T. (2005), “Construir conocimiento con soporte tecnológico para un aprendizaje colaborativo”, *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(1). Consultado el 6 de abril de 2008 en http://www.rieoei.org/tec_edu37.htm
- Benarroch, A., Llitjós, A., Ortiz, M. M. y Benbunán, B. (2004), “La educación del consumidor a través del entorno telemático BSCW”, en *XXI Encuentros sobre didáctica de las ciencias experimentales*, Donostia, pp. 461-466.
- Bereiter, C. (2002), *Education and mind in the knowledge age*, Hillsdale, Erlbaum.
- Blumenfel, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M. y Palincsar, A. (1991), “Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning”, *Educational Psychologist*, 26(3/4), 369-398.
- Brown, J. S., Collins, A. y Duguide, P. (1989), “Situated cognition and the culture of learning”, *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Bruffee, K. A. (1993), *Collaborative learning: Higher education, interdependence, and the authority of knowledge*, Baltimore, The John Hopkins University Press.
- Capllonch, M. (2005), *Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación física de primaria: Estudio sobre sus posibilidades educativas*, tesis doctoral, Universitat de Barcelona.
- Cohen, E. G. (1994), “Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups”, *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35.
- Departament d'Educació (2003), “Estadística de la societat de la informació. Curs 2002-2003”, Generalitat de Catalunya. Consultado el 6 de abril de 2008 en http://www.gencat.cat/educacio/depart/pdf/esta_soc_infor.pdf
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A. y O'Malley, C. (1996), “The evolution of research on collaborative learning”, en P. Reimann y H. Spada (Eds.), *Learning in human and machines: Towards an interdisciplinary learning science*, Oxford, Pergamon, pp. 189-211.
- Europa Press (2006), “Sólo el 48% de los colegios usa el ordenador en clase aunque el 95% tiene acceso a la red”, *El País*, 2 de octubre.

- Feldhusen, J. y Szabo, M. (1969), "The advent of the educational heart transplant, computer-assisted instruction: A brief review of research", *Contemporary Education*, 40(5), 265-274.
- Gaud, W. S. (1999), "Assessing the impact of web courses", *Syllabus*, 13(4), 49-50.
- Grasha, A. F. (1994), "A matter of style: The teacher as expert, formal authority, personal model, facilitator, and delegator", *College Teaching*, 42(4), 142-149.
- Gros, B. (2002), "Knowledge construction and technology", *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 11(4), 623-343.
- Gros, B. (2004), "La construcción del conocimiento en la red: Límites y posibilidades", *Teoría de la Educación*, 5. Consultado el 6 de abril de 2008 en http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_05/n5_art_gros.htm
- Hiltz, S. R. (1998), "Collaborative learning in asynchronous learning networks: Building learning communities", en *Proceedings of the WEB'98*, Orlando. Consultado el 6 de junio de 2008 en http://web.njit.edu/~hiltz/collaborative_learning_in_async.htm
- Ingram, A. L. (1999/2000), "Using web server logs in evaluating instructional web sites", *Journal of Educational Technology Systems*, 28(2), 137-157.
- Jonassen, D. H. (1991), "Hypertext as instructional design", *Educational Technology Research and Development*, 39(1), 83-92.
- ITCOLE (2003), "Final field test and evaluation report. Deliverable 7.5", Consultado el 9 abril de 2008 en: <http://bscl.fit.fraunhofer.de/en/evaluation.pdf>
- Jiménez, G. (2005), "Synergeia: aprenentatge cooperatiu en línia a les escoles" [Versión electrónica], *Funció Publicació*, 47, pp. 8-9. Consultado el 9 abril de 2008 en <http://www.gencat.cat/governacio-ap/publ/sumaris/fp47.pdf>
- Jiménez, G. (2006), "Obtención de notas individuales a partir de una nota de grupo mediante una evaluación cooperativa", *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(5). Consultado el 9 abril de 2008 en <http://www.rieoei.org/1221.htm>

- Jiménez, G. y Llitjós, A. (2005), “Synergeia: Adaptación del BSCW al mundo educativo”, *Quark*. Consultado el 9 abril de 2008 en http://www.fq.profes.net/apieaula2.asp?id_contenido=46049
- Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006a), “Una revisión histórica de los recursos didácticos audiovisuales e informáticos en la enseñanza de la química”, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 1-14. Consultado el 9 de abril de 2008 en http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART1_Vol5_N1.pdf
- Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006b), “Cooperación en entornos telemáticos en la enseñanza de la química”, *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 3(1), 115-133. Consultado el 9 abril de 2008 en http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero_3_1/Jimenez_y_Llitjos_2006.pdf
- Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006c), “Deducción de calificaciones individuales en actividades cooperativas: una oportunidad para la coevaluación y la autoevaluación en la enseñanza de las ciencias”, *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 3(2), 172-187. Consultado el 9 abril de 2008 en http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero_3_2/Jimenez_Llitjos_2006.pdf
- Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006d), “Producción de materiales hipermedia sobre el agua en entornos telemáticos cooperativos”, en *Educación Científica: Tecnologías de la información y la comunicación y sostenibilidad. IV. Entornos Telemáticos en la Educación Científica* [CD-ROM]. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Jiménez, G., Llobera, R. y Llitjós, A. (2006), “La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura”, *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 59-70.
- Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1986), “Computer-assisted cooperative learning”, *Educational Technology*, 26(1), 12-18.
- Johnson, R. T., Johnson, D. W. y Stanne, M. B. (1985), “Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on computer-assisted instruction”, *Journal of Educational Psychology*, 77(6), 668-677.
- Jones, L. L. y Smith, S. G. (1993), “Multimedia technology: A catalyst for change in chemical education”, *Pure & Applied Chemistry*, 65(2), 245-249.

- Kaye, A. R. (1992), "Learning together apart", en A. R. Kaye (Ed.), *Collaborative learning through computer conferencing. the najaden papers*, Berlin, Springer-Verlag, pp. 1-24.
- Landow, G. P. (1995), *Hipertexto, la convergencia de la teoría crítica contemporánea y la tecnología*, Buenos Aires, Paidós.
- Lave, J. y Wenger, E. (1991), *Situated learning: Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Lipponen, L. (2002), "Exploring foundations for computer-supported collaborative learning", en G. Stahl (ed.), *Computer support for collaborative learning: Foundations for a CSCL community. Proceedings of the Computer-supported Collaborative Learning 2002 Conference*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 72-81.
- Llitjós, A., Colomer, M., García, P., Jiménez, G., Miró, A., Sanz, M. C. y Puigcerver, M. (2007), "Trabajo telemático cooperativo en Ciencias", en Membiela, P. (Coord.), *Experiencias innovadoras de utilización de las NTIC en actividades prácticas de ciencias*, Vigo, Educación Editora, pp. 72-94. Consultado el 9 abril de 2008 en http://webs.uvigo.es/educacion.editora/libro_3.htm
- 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.
- McFadzean, E. y McKenzie, J. (2001), "Facilitating virtual learning groups. A practical approach", *Journal of Management Development*, 20(6), 470-494.
- Mominó, J. M., Sigalés, C., Forniales, A., Guasch, T. y Espasa, A. (2004), "La escuela en la sociedad red: Internet en el ámbito educativo no universitario", Barcelona, UOC. Consultado el 6 de junio de 2008 en http://www.uoc.edu/in3/pic/esp/pdf/PIC_Escoles_esp.pdf
- Muukkonen, H., Hakkarainen, K., y Lakkala, M. (2004), "Computer-mediated progressive inquiry in higher education", en T. S. Roberts (Ed.), *Online collaborative learning: Theory and practice*, Hershey, Idea Group Inc, pp. 28-53.
- Paavola, S., Lipponen, L. y Hakkarainen, K. (2002), "Epistemological foundations for CSCL: A comparison of three models of innovative

knowledge communities”, en G. Stahl (Ed.), *Computer support for collaborative learning: Foundations for a CSCL community*, Hillsdale, Erlbaum, pp. 24-32.

- Rovai, A. P. (2004), “A constructivist approach to online college learning”, *Internet and Higher Education*, 7(2), 79-93.
- Salomon, G. (1992), “What does the design of effective CSCL require and how do we study its effects?”, *SIGCUE Outlook*, 21(3), 62-68.
- Sanmartí, N. y Jorba, J. (1995), “Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos”, *Alambique*, 4, 59-77.
- Savli, V. (2006), “*Knowledge forum*”, Consultado el 6 de junio de 2008 en http://www.ecolenet.nl/best/knowledge_forum.htm
- Scardamalia, M. y Bereiter, C. (1994), “Computer support for knowledge-building communities”, *The Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265-283.
- Sfard, A. (1998), “On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one”, *Educational Researcher*, 27(2), 4-13.
- Siegel, S. (1976), *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta* (2.ª ed.), México, Editorial Trillas, S.A.
- Slavin, R. E. (1995), *Cooperative learning: Theory, research, practice* (2.ª ed.), Needham Heights, Allyn & Bacon.
- Stahl, E. (2002), “Methods for assessing cognitive processes during the construction of hypertexts”, en Bromme, R. y Stahl, E. (Eds.), *Writing hypertext and learning. conceptual and empirical approaches*, Oxford, Pergamon, pp. 177-196.
- Stahl, G., Koschmann, T. y Suthers, D. (2006), “Computer-supported collaborative learning: An historical perspective”, en R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 409-426.
- Stephenson, J. (2001), “Learner-managed learning -An emerging pedagogy for online learning”, en J. Stephenson (Ed.), *Teaching and Learning Online: Pedagogies for New Technologies*, Londres, Kogan Page, pp. 219-224.

- Treleaven, L. (2004), "A new taxonomy for evaluation studies of online collaborative learning", en Roberts, T. S. (Ed.), *Online collaborative learning: Theory and practice*, Hershey, Idea Group Inc., pp. 160-180.
- Watson, S. B. (1992), "The essential elements of cooperative learning", *The American Biology Teacher*, 54(2), 84-86.