



**Para citar este artículo**

Waldegg, G. (2002). El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4 (1). Consultado el día de mes de año en:  
<http://redie.ens.uabc.mx/vol4no1/contenido-waldegg.html>

---

**Revista Electrónica de Investigación Educativa**

Vol. 4, No. 1, 2002

**El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza  
y el aprendizaje de las ciencias**

**Using New Technologies for Teaching and  
Learning Science**

Guillermina Waldegg Casanova

[gwaldegg@mac.mx](mailto:gwaldegg@mac.mx)

Departamento de Investigaciones Educativas  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Calzada Tenorios 235  
Tlalpan, 14330  
México, D. F., México

**Resumen**

Ante la presencia irreversible de las nuevas tecnologías de información y comunicación (NTIC) en la vida cotidiana, particularmente *Internet*, es necesario clarificar los diferentes roles y usos que pueden tener en la educación, y revisar y evaluar las principales tendencias en su aplicación escolar.

La investigación educativa reciente sobre el uso de las NTIC ha desarrollado una serie de nuevos conceptos y nuevos enfoques que han hecho evolucionar notablemente el campo de la enseñanza y el aprendizaje. Todos estos enfoques tienen en común su pertenencia a corrientes de pensamiento socio-constructivistas. Estos trabajos muestran que las NTIC permiten poner en práctica principios pedagógicos en virtud de los cuales el estudiante es

el principal actor en la construcción de sus conocimientos, y que puede aprender mejor en el marco de una acción concreta y significativa y, al mismo tiempo, colectiva.

*Palabras clave:* Enseñanza y aprendizaje de las ciencias, nuevas tecnologías, aprendizaje colaborativo.

### **Abstract**

Given the explosive growth and penetration of Information and Communication Technologies (ICT) in general, and the *Internet* in particular, it is important to make clear the different roles and uses that these technologies can have for education, and evaluate the main theoretical perspectives already being used. Recent research in education has made possible the development of new concepts and approaches to teaching and learning by means of these new technologies. Most of these approaches belong to socio-constructivist theories and they show how, by using the ICT, pedagogical principles can be put into practice that have the learner as the central figure in the learning process. The learner constructs knowledge and s/he has the chance to enhance her/his learning by working within the framework of a concrete and meaningful action, which at the same time is individual and communal.

*Keywords:* Science education, collaborative learning, computer supported learning.

### **El potencial de aplicación de las NTIC para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias**

La integración de las nuevas tecnologías de información y comunicación (NTIC) para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias tiene, al parecer, un alto potencial de desarrollo. Una de las principales ventajas de su utilización apunta en la dirección de lograr una forma (quizás la única) de recapturar el “mundo real” y reabrirlo al estudiante en el interior del aula, con amplias posibilidades de interacción y manipulación de su parte. No significa esto, como hubieran podido suponer las posiciones empiristas de antaño, que el conocimiento científico surgirá en el nivel perceptual cuando la Naturaleza “entre por la ventana del aula”; se trata, más bien, de emular la actividad científica aprovechando el hecho de que las nuevas tecnologías logran representaciones ejecutables que permiten al alumno modificar condiciones, controlar variables y manipular el fenómeno.

Quienes propugnan por la integración de las NTIC para el aprendizaje de las ciencias afirman que estas tecnologías, desarrolladas y utilizadas adecuadamente, tienen la capacidad de:

- Presentar los materiales a través de múltiples medios y canales.
- Motivar e involucrar a los estudiantes en actividades de aprendizaje significativas.
- Proporcionar representaciones gráficas de conceptos y modelos abstractos.

- Mejorar el pensamiento crítico y otras habilidades y procesos cognitivos superiores.
- Posibilitar el uso de la información adquirida para resolver problemas y para explicar los fenómenos del entorno.
- Permitir el acceso a la investigación científica y el contacto con científicos y base de datos reales.
- Ofrecer a maestros y estudiantes una plataforma a través de la cual pueden comunicarse con compañeros y colegas de lugares distantes, intercambiar trabajo, desarrollar investigaciones y funcionar como si no hubiera fronteras geográficas.

Todos los sistemas escolares reconocen la necesidad de disponer de laboratorios para el estudio de las ciencias empíricas o experimentales. Sin embargo, muy pocas escuelas los tienen y sólo algunos están equipados adecuadamente y no siempre la escuela está dispuesta a enfrentar los riesgos de su uso. La tecnología permite, mediante videos, demostraciones y simulaciones digitales, realizar actividades de laboratorio de una manera realista, pero sin los riesgos y los costos asociados a los experimentos de laboratorio.

Las simulaciones en los laboratorios de ciencia pueden usar datos reales; el software conocido como *datalogging*<sup>1</sup> permite el uso de sensores y sondas que se conectan a la computadora y a la sustancia o fenómeno que se desea medir. En lugar de alimentar manualmente la computadora con información, el sensor toma directamente la medida reduciendo el margen de error y reproduciendo una situación muy próxima a la del experimento real.

La simulación por computadora es particularmente útil para el aprendizaje de las ciencias en las siguientes situaciones:

- Experimentos que son muy riesgosos, caros o que consumen mucho tiempo.
- Experimentos delicados que requieren precisión para que el estudiante pueda apreciar patrones o tendencias.
- Experimentos que requieren condiciones ideales, como la ausencia de fricción o resistencia despreciable.
- Experimentos en donde deben considerarse aspectos éticos, como los experimentos con animales vivos.

La simulación no puede sustituir completamente las actividades reales de experimentación, pero pueden ayudar al estudiante a preparar experimentos de laboratorio, de la misma manera que los vuelos de simulación preparan al piloto antes de conducir vuelos reales.

Una de las mayores riquezas de las tecnologías usadas para la enseñanza de las ciencias reside en el hecho de que actúan como *catalizadores* del cambio. Las tecnologías constituyen un medio excelente para cuestionar ciertas prácticas pedagógicas que suceden en el aula. Empleadas únicamente como herramientas

que se agregan a una práctica de enseñanza tradicional –centrada en la transmisión de conocimientos– muestran muy débilmente sus potencialidades y pueden, incluso, agudizar ciertas prácticas indeseables en el salón de clase, como el excesivo protagonismo del maestro. Sin embargo, usadas con modelos pedagógicos no tradicionales, pueden incrementar notablemente la participación y la interacción de los alumnos, logrando su integración e involucramiento en situaciones de aprendizaje.

La computadora hoy en día, con sus características de multimedia y la posibilidad de conectarse a redes a distancia, ricas en información de todo tipo, no es sólo un mecanismo para manejo de información; es, sobretodo, un mecanismo para comunicar e intercambiar. La enorme accesibilidad a información diversificada favorece la apertura de los campos disciplinarios. Los recursos de las NTIC ponen el acento en la necesidad de establecer vínculos entre las disciplinas escolares, los diversos aprendizajes escolares y la realidad extraescolar. Sin embargo, para que la información que circula en las computadoras, a través de las redes, pueda enriquecerse y transformarse en saber, se debe acompañar de un cambio en el papel del maestro: de ser *proveedor* de saber en el aula, a ser *mediador* y *facilitador* del aprendizaje dentro de un contexto interdisciplinario.

Muchos de los desarrollos recientes que integran las NTIC a la enseñanza de las ciencias están basados en modelos de *aprendizaje colaborativo*, que hacen uso intensivo del potencial comunicativo e interactivo de las nuevas tecnologías, aprovechando, al mismo tiempo, el acceso a fuentes universales de información y conocimiento científico.

Esta potencialidad de usos, sin embargo, requiere de una revisión a fondo de los marcos teóricos y empíricos que los fundamentan. En lo que sigue, trataremos de dar una visión panorámica de las tendencias que predominan en la investigación y el desarrollo educativos, y presentaremos un caso estudiado.

### **Las tendencias teóricas**

La investigación educativa reciente sobre el uso de las NTIC muestra una serie de nuevos conceptos y nuevos enfoques que han hecho evolucionar notablemente el campo de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Señalemos, por ejemplo, los acercamientos de la *cognición situada*, el *aprendizaje colaborativo*, la *cognición mediada*, los *entornos tecnológicamente enriquecidos*, las *comunidades de aprendizaje*, la *cognición distribuida*, etcétera. Todos estos enfoques tienen en común su pertenencia a corrientes de pensamiento socio-constructivistas que, cada vez más, están presentes en los artículos de investigación sobre las aplicaciones de las tecnologías en la educación. En particular, estos trabajos muestran que las NTIC permiten poner en práctica principios pedagógicos que suponen que el estudiante es el principal actor en la construcción de sus conocimientos, con base en situaciones (diseñadas y desarrolladas por el

maestro) que le ayudan a aprender mejor en el marco de una acción concreta y significativa y, al mismo tiempo, colectiva.

Como una síntesis de las tendencias actuales en la investigación sobre el uso de la tecnología en la educación, surge la perspectiva CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*) en donde confluyen las corrientes teóricas del aprendizaje colaborativo y el aprendizaje mediado, y el acercamiento metodológico de micro-análisis de interacciones.

A lo largo de la historia, nuestras concepciones sobre la cognición humana y el aprendizaje han estado relacionadas y configuradas por el desarrollo de la tecnología (véase, por ejemplo, Burke y Ornstein, 2001, y Donald, 1993). Este paralelismo entre nuestra comprensión psicológica y las tecnologías disponibles se hace evidente en el campo del *aprendizaje colaborativo asistido por computadoras*, donde la tecnología confluye con la psicología, la pedagogía, la filosofía y las ciencias. La tecnología favorece el trabajo colectivo, modificando actitudes, aptitudes, concepciones y procesos cognitivos.

Es difícil decir cuándo surge CSCL como un campo independiente de estudio. En 1996, Koschmann (1996) introdujo la perspectiva CSCL como un paradigma emergente para estudiar la educación en entornos tecnológicamente enriquecidos. El primer coloquio CSCL tuvo lugar en 1991, y el primer congreso internacional se llevó a cabo en 1995 en Bloomington, Indiana. Parcialmente, la inspiración para CSCL salió de la investigación en trabajo cooperativo asistido por computadora CSCW (*Computer-Supported Cooperative Work*). Esta investigación puso de relieve algunas características relativas a la naturaleza colaborativa del trabajo cuando se realizaba utilizando software del tipo *Groupware*<sup>2</sup> (Galegher, Kraut y Egido, 1990; Greenberg, 1991).

La perspectiva CSCL está interesada, principalmente, en determinar: 1) cómo el aprendizaje colaborativo asistido por las tecnologías puede mejorar la interacción entre pares y el trabajo en equipos, y 2) cómo la colaboración, así como la tecnología facilitan el conocimiento compartido y distribuido, además del desarrollo de habilidades y destrezas entre los miembros de la comunidad.

### **Conceptos y teorías que subyacen a la investigación CSCL**

En el lenguaje cotidiano, el término *colaboración* se refiere a cualquier actividad que dos o más individuos realizan juntos. En las áreas académicas, sin embargo, la colaboración se entiende de manera más precisa. En la actividad científica, lo común de las diferentes definiciones de colaboración es que se enfatiza la idea de corresponsabilidad en la *construcción* del conocimiento y el *compromiso compartido* de los participantes. En este sentido, la colaboración puede ser considerada como una *forma especial de interacción*. Roschelle y Teasley (1995), por ejemplo, subrayan el papel de *comprensión compartida* y afirman que la colaboración es “una actividad coordinada y sincronizada, resultado de un intento

sostenido de construir y mantener una concepción compartida de un problema” (p. 70). Crook (1994) sostiene que hay una línea de desarrollo que va de la intersubjetividad de los niños y el juego simbólico, a la comprensión recíproca sofisticada y al conocimiento compartido. En el juego simbólico de los niños, el mundo material juega un rol crucial para coordinar las actividades de juego y crear un marco de referencia compartido para la colaboración.

Muchas teorías y acercamientos sobre la colaboración minimizan el efecto y las posibilidades del entorno material para facilitar la comprensión mutua y el logro de metas compartidas. Sin embargo, la manipulación de objetos materiales ofrece anclajes referenciales útiles para el monitoreo y la comprensión mutua. Las computadoras, especialmente, pueden ofrecer un amplio repertorio de anclajes referenciales y puntos de relación compartidos. De acuerdo con Crook (1998), hay tres rasgos de interacción que son centrales para una colaboración productiva: la confianza entre los participantes, la disponibilidad de recursos externos (como computadoras) y las historias de actividad conjunta anteriores a la interacción.

Engeström (1992, citado en Lipponen 2000) propone la existencia de tres niveles en el desarrollo de la interacción: coordinación, cooperación y comunicación reflexiva. En el nivel de la coordinación, cada actor se concentra y realiza sus propias acciones, según un guión predeterminado. En las interacciones cooperativas, dice Engeström, los actores enfocan y comparten el problema, tratando de encontrar formas mutuamente aceptables de conceptualizarlo. Este nivel corresponde a la definición de *colaboración* dado anteriormente por Roschelle y Teasley (1995) (aunque Engeström usa el concepto de *cooperación*). La tercera forma de interacción elaborada por el autor es la de la comunicación reflexiva, en la cual los actores se concentran en la reconceptualización de sus propios sistemas de interacción en relación con sus objetos de actividad compartidos: tanto los objetos como los guiones son reconceptualizados. Sólo a través de este ciclo expansivo, se transforma el sistema de interacción y se crean nuevos objetos para la actividad colaborativa. La ventaja de este modelo es que trata de explicar cómo se crean nuevas formas de actividades colaborativas; según Engeström, estas tres fases son el ciclo natural de una genuina actividad de aprendizaje.

La colaboración puede ser definida como un *proceso de participación en comunidades de conocimiento*. Como apunta Brufee (1993, p. 3), la colaboración es “un proceso de enculturación que ayuda a los estudiantes a hacerse miembros de comunidades de conocimiento cuya propiedad común es diferente a la propiedad común de las comunidades de conocimiento a las que pertenecían antes”. Scardamalia y Bereiter (1994) hablan de las comunidades de construcción o *edificación del conocimiento (knowledge-building communities)*. La *edificación del conocimiento* es una forma especial de actividad colaborativa orientada al desarrollo de dispositivos conceptuales y al perfeccionamiento de la comprensión colectiva. En una comunidad de aprendizaje, como proponen Brown y Campione (1994), el centro de la actividad es la participación en el proceso colaborativo de

compartir y distribuir las habilidades, “el aprendizaje y la enseñanza dependen de la creación, sustentación y expansión de una comunidad de práctica de investigación” (p.10). En las *comunidades de práctica*, el aprendizaje se construye cuando se comparten actividades significativas (Lave y Wenger, 1991). El sentido que surge del conocimiento es una construcción social en la acción, compartida en un mismo lugar de experiencia. Los miembros de la comunidad dependen uno del otro de manera decisiva: ninguno de ellos está aislado, ninguno lo sabe todo; el aprendizaje colaborativo no es sólo conveniente, sino necesario para la supervivencia. La idea de que la colaboración es una forma básica de actividad humana, esencial para el desarrollo cultural, ha sido destacada repetidamente por muchos autores a través de la historia de la psicología (Bruner, 1996; Mead, 1934; Tomasello, 1999; Vygotsky, 1962; Wundt, 1921).

Roschelle (1994) propone el concepto de *tecnología colaborativa*, definida con referencia a una meta esperada: la construcción de modos comunes de ver, actuar y conocer. El autor sostiene que la tecnología puede ser un medio para que la sociedad resuelva sus incertidumbres y construya prácticas comunes. Así, la tecnología colaborativa es una herramienta que permite a los individuos comprometerse conjuntamente en la producción activa de un conocimiento compartido. Con esto, Roschelle se sitúa en el contexto del *aprendizaje situado*, que supone la necesidad de tener en cuenta la interacción social y la actividad práctica que constituyen el acto de aprender (Brown, J. S., Collins y Duguid, 1989).

En lo que se refiere a las *teorías de la colaboración*, las dos principales perspectivas para explicar los mecanismos de promoción del aprendizaje en un escenario CSCL remiten, respectivamente, al pensamiento de Piaget y al de Vygotsky. El primer mecanismo considerado para promover el aprendizaje en el contexto de CSCL es el conflicto sociocognitivo de origen piagetiano. Los niños, en diferentes niveles de desarrollo cognitivo o con el mismo nivel de desarrollo cognitivo pero perspectivas diferentes, pueden comprometerse en una interacción social que los lleve a un conflicto cognitivo. Este “choque de nuestro pensamiento al entrar en contacto con los otros” (Piaget, 1928, p. 204) puede crear un estado de desequilibrio entre los participantes, que dé como resultado la construcción de nuevas estructuras conceptuales y una nueva comprensión. De acuerdo con este punto de vista, el nuevo conocimiento no es tanto un producto de construcción en común o de comprensión compartida, sino, más bien, la comprensión que ocurre en las mentes individuales. Esta nueva comprensión puede entonces regresar al nivel de la interacción social y de las actividades colaborativas. Otra interpretación de la teoría de Piaget enfatiza más la idea de la construcción compartida del conocimiento y la comprensión mutua. Según esta interpretación, la construcción compartida del conocimiento tiene lugar a través de la creciente habilidad del individuo de considerar las perspectivas de los otros. Esta habilidad evoluciona a través de las cinco etapas de desarrollo que van desde la perspectiva social egocéntrica e indiferenciada de la primera infancia, hasta una perspectiva sociosimbólica profunda en la adolescencia (Selman, 1980).

El segundo mecanismo reconocido para promover el aprendizaje en el contexto de la interacción social es formulado sobre la base de las ideas de Vygotsky. Hay dos interpretaciones básicas del pensamiento de Vygotsky. La primera y más tradicional supone que, a causa del compromiso en actividades colaborativas, los individuos pueden realizar algo que no podían hacer antes de la colaboración. El individuo gana en conocimiento y desarrolla nuevas competencias como resultado de la *internalización* que ocurre en un contexto de aprendizaje colaborativo. En otras palabras, la colaboración juega las veces de un facilitador del desarrollo cognitivo individual.

La otra interpretación de las ideas de Vygotsky enfatiza el rol del compromiso mutuo y la construcción compartida del conocimiento. De acuerdo con esta perspectiva, el aprendizaje es más un asunto de participación en un proceso social de construcción de conocimiento que un esfuerzo individual. El conocimiento surge a través de una red de interacciones y es distribuido y mediado entre quienes interactúan (humanos y herramientas) (Cole y Wertsch, 1996).

Desde la perspectiva socioconstructivista, el aprendizaje está centrado en el estudiante que aprende cuando se encuentra en entornos de aprendizaje tecnológicamente enriquecidos que le permiten construir una comprensión del mundo a partir de los objetos que manipula y sobre los cuales reflexiona. Las relaciones requeridas para construir esta comprensión son fuentes de conocimiento en la medida en la que dan un sentido a estos objetos y al mundo que les rodea. Adicionalmente, este sentido está anclado en una cultura dada. Como afirma Bruner (1996), aun si el sentido está en la mente de quien lo concibe, su origen y su significación están en la cultura en la cual fue creado. Para Bruner, la construcción de la realidad (atribuida al mundo) es el producto del sentido, que toma su forma de las tradiciones, las herramientas y los modos de pensar dentro de la cultura. Educar consiste en ayudar a los niños y jóvenes a adquirir herramientas propias para dar sentido y construir la realidad, de tal manera que puedan adaptarse mejor al mundo y participar en su transformación. Esta actividad supone, según Bruner (1996), la existencia de una subcomunidad en interacción, formada por los alumnos y el maestro, y, por lo menos, un agente sustituto como el libro, la televisión, el cine o la computadora. Esta idea deja suponer que, si es cierto que el alumno construye él mismo su saber y que se trata de una actividad individual, entonces el saber cultural está definido y construido en un desarrollo cultural en el que está implicada la comunidad.

### **Encuadres metodológicos**

Los antecedentes de los paradigmas de la tecnología educativa remiten mayoritariamente a los diseños de investigación experimental; sin embargo, la perspectiva CSCL se inclina, principalmente, hacia una variedad de métodos surgidos en el campo de la antropología, las ciencias de la comunicación, la investigación en lingüística, etcétera. Los métodos típicos para el análisis CSCL son los métodos etnográficos y el análisis del discurso con datos descriptivos,



observacionales y no experimentales, poniendo énfasis en la validez ecológica de la investigación. En contraste con sus antecesores que estudiaron la cognición humana con diseños experimentales de laboratorio, la investigación CSCL se conduce en “contextos del mundo real”, como las escuelas.

¿Qué deben estudiar los investigadores en el contexto CSCL? Algunos investigadores proponen que se deben estudiar interacciones muy específicas que pongan en evidencia el compromiso mutuo y la confianza entre los participantes. Dillenbourg (1999) sugiere no hablar de los efectos del aprendizaje colaborativo en general, sino más específicamente, de los efectos de categorías particulares de interacciones. Se debería, analizar *a posteriori* qué interacciones realmente ocurrieron durante la colaboración (pp. 16-17); por ejemplo, estudiar la manera cómo las ideas se mejoran y refinan a lo largo de la interacción, sin poner demasiada atención en afirmaciones individuales aisladas. En otras palabras, uno debería acercarse con más cuidado al nivel micro de las interacciones colaborativas.

Sin embargo, si se estudian sólo las interacciones que reflejan el compromiso entre dos o tres participantes, no es clara cuál es la relevancia de la investigación CSCL en las escuelas o, en general, en los lugares de trabajo. El dilema es éste: si la colaboración se entiende como “una actividad coordinada, sincronizada que es el resultado de un intento continuado de construir y mantener una concepción compartida del problema” (Roschelle y Teasley, 1995, p. 70), se refiere a una forma de interacción que puede ser, estrictamente hablando, mantenida sólo entre un pequeño grupo de gente, y quizás sólo en situaciones cara a cara. Un acercamiento a la colaboración sólo en términos de este tipo de encuentros entre grupos pequeños parece, sin embargo, un acercamiento muy limitado a CSCL, puesto que se habla de colaboración y de comunidades de aprendizaje en distintos contextos y en relación con redes de ambientes de aprendizaje. Como se apuntó antes, la colaboración puede ser considerada también como un proceso de participación en las prácticas de una comunidad.

¿Cuándo se debe, entonces, hablar y analizar la colaboración en el nivel colectivo (macro)? Una forma podría ser pensar las comunidades como redes de interacción y, las interacciones, como enlaces “fuertes” y “débiles” entre los participantes. Los enlaces fuertes son aquellos que se establecen entre miembros de la comunidad que se reúnen frecuentemente (véase Granovetter, 1973). Podemos suponer que los enlaces fuertes y la interacción intensiva entre los miembros de la comunidad producen colaboraciones intensas y productivas. Como apuntan Wellman *et al.* (2000), podríamos hablar de *redes sociales asistidas por computadoras*.

Hasta la fecha, no hay un consenso sobre la *unidad de análisis* para los estudios CSCL; pueden ser individuos, parejas, grupos, comunidades, objetos de conocimiento producidos colectivamente o artefactos conceptuales. Todas estas unidades de análisis han sido individualmente usadas en estudios que llevan la

etiqueta CSCL; la unidad de análisis depende del marco de referencia teórico y de la definición de 'colaboración' usada.

Es una tarea arriesgada comparar los estudios empíricos conducidos bajo la etiqueta CSCL, porque difieren unos de otros en aspectos significativos. En primer lugar, no hay acuerdo sobre si se deben estudiar los efectos *de* o los efectos *con* CSCL. En 1991, Salomon, Perkins y Globerson (1991) hicieron conscientes a los educadores de que había dos formas de pensar el aprendizaje y la tecnología. Se pueden ver los *efectos de la tecnología*, es decir, lo que el sujeto ha aprendido y puede transferir a otra situación trabajando con la computadora. Por otro lado, se pueden estudiar los *efectos con la tecnología*: lo que uno puede lograr en sinergia con una computadora. En el mismo sentido, uno puede hablar de los efectos *de* CSCL; esto es, como un resultado de interactuar con otros y con las computadoras; las personas individualmente adquieren nuevas competencias y ganan conocimiento que pueden transferir a nuevas situaciones. O bien, uno puede hablar de efectos *con* CSCL, refiriéndose a los procesos que la gente y las computadoras logran en sinergia.

En segundo lugar, hay una variación en los procedimientos de investigación, en la longitud de los estudios, en el número de estudiantes que participan, en la edad de los estudiantes y en si los estudiantes trabajan individualmente, en parejas o en grupos pequeños. En tanto que al analizar los escenarios de aprendizaje CSCL, los investigadores han usado diferentes tareas de aprendizaje y han estudiado cómo se aprenden conceptos específicos o cómo se logran cambios conceptuales (Roschelle, 1992). Se han analizado efectos sociocognitivos de CSCL (Järvelä, Hakkarainen, Lehtinen y Lipponen, 2000), razonamiento complejo y niveles de argumentación (Hoadley y Linn, 2000); se ha explorado el aprendizaje de las ciencias y los procesos de indagación (Edelson, Gordin y Pea, 1999; Lipponen y Hakkarainen, 1997), y la construcción colaborativa de conocimiento (Lipponen, 2000; Scardamalia, Bereiter y Lamon, 1994); se ha estudiado la comprensión cognitiva y metacognitiva (Brown, A. L., Ellery y Campione, 1998), y aspectos motivacionales en CSCL (Hakkarainen, Lipponen, Järvelä y Niemivirta, 1999). Últimamente, se ha puesto énfasis en temas de participación (Guzdial y Turns, 2000; Lipponen, Rahikainen, Lallimo y Hakkarainen, 2001).

En tercer lugar, lo que hace aún más difícil la comparación entre los diferentes estudios es que existe una gran variedad tanto en las tecnologías usadas, como en los propósitos y en cómo se usa una aplicación en particular. ¿Se favorece la colaboración de los estudiantes alrededor de la computadora (por ejemplo con programas de simulación)?, o bien ¿se favorece con ambientes de redes de aprendizaje y la tecnología se usa para estructurar o para mediar la colaboración? (Dillenbourg, Eurelings y Hakkarainen, 2001; Hall, Miyake y Enyedy, 1997; Hoadley, 1999).

El entusiasmo, a veces desmedido, hacia la tecnología ha hecho que los investigadores consideren el potencial de la tecnología y la colaboración como evidencia empírica de los beneficios reales de CSCL. Ciertamente, algunos

estudios intensivos en escalas pequeñas han tenido éxito en promover aprendizajes de calidad asistidos con redes de computadoras (Scardamalia, Bereiter y Lamon, 1994). Pero en escalas mayores, no hay evidencia sólida de que la colaboración a través de redes lleve a resultados de aprendizaje excepcionales. Stahl (1999) ha sugerido incluso que los ambientes CSCL se usan principalmente para intercambios de opiniones personales y para enviar información superficial, no para la construcción de conocimiento colaborativo. Además, podemos preguntarnos si algunos de estos resultados logrados en estudios CSCL habrían sido logrados sin un soporte de redes de computadoras.

Entre otros inconvenientes en el dominio de investigación CSCL está la poca investigación realizada sobre cómo los estudiantes participan en redes de colaboración mediada, cuáles son los diferentes patrones de participación y cómo estos se relacionan con otros aspectos de CSCL, como la calidad del discurso de los estudiantes (Lipponen, Rahikainen, Lallimo y Hakkarainen, 2001). Como consecuencia de la ambigüedad (o riqueza, si se quiere) de los estudios empíricos en la investigación de CSCL, es difícil todavía integrar los estudios y hallazgos, y llegar a conclusiones sólidas de que algún acercamiento particular, método instruccional o aplicación daría mejores resultados que otros. No se sabe, tampoco, las circunstancias en las que un conjunto de resultados puede extenderse a otros contextos. No obstante estos inconvenientes, la investigación de CSCL es, hasta ahora, promisoria.

### **El proyecto TACTICS<sup>3</sup>**

El proyecto *TACTICS* (*Técnicas de Aprendizaje Colaborativo con Tecnologías de Información y Comunicación en Ciencias/ Techniques d'Apprentissage Collaboratif avec des Technologies de l'Information et des Communications en Sciences*) es un proyecto compartido entre el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) de México y la Universidad de Montreal, cuyas perspectivas teórica y metodológica se inscriben dentro de la corriente de investigación educativa CSCL. Es decir, es un proyecto de investigación sobre aprendizaje colaborativo en el que las tecnologías de información y comunicación juegan un papel central.

La comunidad de práctica, formada por maestros, investigadores y estudiantes de posgrado, hace el diseño, desde una perspectiva socioconstructivista, de módulos de integración pedagógica de las NTIC, buscando la construcción colectiva –al interior de comunidades de aprendizaje de alumnos y maestros de bachillerato– de conocimientos sobre una temática general en un contexto de integración de las disciplinas curriculares (física, química, biología, matemáticas, ciencias sociales, español, lenguas extranjeras). Cada módulo de actividades está limitado en tiempo, espacio y extensión, y reagrupa las actividades de un subtema de la temática general, para que sea realizado por los estudiantes en un tiempo de entre cuatro y seis semanas.

Los módulos están concebidos para favorecer la integración significativa de las asignaturas escolares y, al mismo tiempo, el conocimiento de otras culturas, realidades y modos de vida, a través del intercambio efectivo de información y de la comunicación afectiva.

A partir de la idea de que los alumnos deben realizar concretamente una presentación o un producto que será reconocido (Savoie y Hughes, 1994), se propone como meta la construcción de un sitio *Web* sobre la temática asignada; en este sitio aparecen los conocimientos construidos y representados por las comunidades de aprendizaje de lugares geográficos diferentes.

Para asegurar el funcionamiento a distancia de estas comunidades de aprendizaje, se definen equipos corresponsales que se relacionan en una suerte de diálogo electrónico. Este diálogo busca la elaboración –por los alumnos y con la ayuda de sus profesores– de una serie de preguntas sobre el tema en cuestión que se intercambian mutuamente por medio del correo electrónico. Cada equipo, al recibir las preguntas de su equipo corresponsal, debe encontrar e intercambiar las respuestas para favorecer una construcción colectiva y colaborativa sobre el tema. Para facilitar la construcción común de respuestas, se utilizan diversas herramientas de trabajo colaborativo como las listas electrónicas de discusión o el software de trabajo colaborativo en red. Los estudiantes usan procesadores de texto e imagen y editores de páginas *Web*. Los conocimientos producidos y representados en texto, imágenes y sonidos, antes de publicarlos en la página *Web*, deben ser validados por las comunidades de aprendizaje, para verificar la pertinencia y el nivel del anclaje cultural. El sitio funciona como las *sesiones de pósters* de los congresos de investigación: se trata de un lugar en donde las comunidades de aprendizaje publican los productos de su trabajo, alrededor del cual pueden reunirse otras personas interesadas (alumnos de otros grupos y escuelas, profesores de ciencias, etcétera) que plantean preguntas e intercambian información para enriquecer los temas tratados. El sitio cuenta, para estos fines, con un buzón electrónico con las direcciones de las distintas comunidades de aprendizaje participantes y una lista de discusión que permita a los visitantes expresar sus opiniones y comentarios. Todas las intervenciones son registradas automáticamente en una base de datos para tenerlas disponibles para otros visitantes. Las producciones en el sitio se hacen en versión trilingüe –español, inglés, francés– para promover el uso de una segunda o tercera lengua.

Debido a la naturaleza transcultural e internacional del proyecto, se plantean temas que, aun siendo curriculares en ambos países, no sean abordados en un momento preciso del calendario escolar. Otra característica importante de los contenidos es que presenten un interés intrínseco para que se compartan puntos de vista anclados en distintas sociedades. El trabajo de los alumnos debe ayudar al aprendizaje del propio contenido; sin embargo, resulta esencial buscar una contribución preferente en otras áreas cognitivas y de actitud frente al aprendizaje como las habilidades cognitivas transversales (incluyendo resolución de problemas, búsqueda, estructuración y comunicación de la información), de trabajo de grupo (incluyendo planeación, organización, distribución y control de

tareas así como resolución de conflictos), de motivación y de actitud hacia las ciencias.

El proyecto se realiza en seis escuelas del nivel de bachillerato (con alumnos de 15 a 18 años), cuatro de ellas mexicanas y las otras dos, canadienses. En su fase piloto participaron 81 alumnos mexicanos y 21 alumnos canadienses. Actualmente (ciclo escolar 2001-2002), están involucrados 175 alumnos mexicanos y 109 canadienses.

Las escuelas mexicanas están situadas en cuatro localidades distintas: México, Distrito Federal, Jojutla y Cuernavaca, Morelos, y Pachuca, Hidalgo. Una de ellas es una escuela privada, dos pertenecen al sistema universitario estatal y la cuarta es un bachillerato técnico del sistema federal.

En cuanto a las escuelas canadienses, una es una escuela pública bilingüe (inglés-francés) y la otra es una escuela privada francófona, ambas situadas en la ciudad de Montreal.

La situación geográfica distante justifica el uso del *Internet* como medio de comunicación entre los alumnos. Se utiliza un servicio del servidor público gratuito *Yahoo, Inc.* <[www.yahoo.com](http://www.yahoo.com)> llamado *E-groups*<sup>4</sup>. Este sitio permite ver los mensajes enviados a todo el equipo, mensajes individuales, ligas con sitios de referencia, bases de datos y documentos compartidos y un álbum de fotos. Además, está disponible un módulo de *chat* para la comunicación sincrónica en la que todos los miembros del equipo pueden participar. Ocasionalmente, los alumnos han sostenido videoconferencias a través de *Netmeeting*.

Cada equipo tiene su propio *E-group* y cada participante tiene acceso a su *E-group* mediante una identificación personal (*Yahoo ID*) y una clave de entrada (*password*).

Como un proyecto CSCL, los ejes que lo articulan son, por una parte, el trabajo colaborativo y, por la otra, las tecnologías de información y comunicación. Sin embargo, el proyecto se vuelve complejo al considerar la comunicación entre culturas y lenguas diferentes, lo que conlleva distintas maneras de abordarlo. Para los estudiantes mexicanos, el uso de la computadora en las escuelas públicas, como una herramienta de aprendizaje, es relativamente reciente. Adicionalmente, por las condiciones de trabajo de las escuelas, es poco común que se incorporen métodos colaborativos en las prácticas docentes regulares, por lo que el proyecto completo ha sido recibido en las escuelas mexicanas como un proyecto de innovación tanto tecnológica como pedagógica.

Por el contrario, en Canadá, como la mayor parte de las familias tiene acceso a una computadora en casa, está asimilada a la vida cotidiana de los estudiantes. Se nota entonces un mayor interés por el trabajo colaborativo sostenido y supervisado por el maestro.

El proyecto se lleva a cabo en el marco de un curso de ciencias. Los alumnos de una misma escuela se organizan en subequipos (llamados *de especialistas*) que, a su vez, forman parte de un *equipo colaborativo*; el cual consta de tres subequipos pertenecientes a tres escuelas diferentes. A cada equipo se le asigna un tema que hace confluir distintos aspectos de las asignaturas que conforman el currículo regular del programa de estudios. El tema se divide en subtemas, que serán asignados a cada uno de los tres subequipos para que sean estudiados en profundidad (con la idea de que cada subequipo se vuelva “especialista” en el subtema asignado).

Para el año lectivo 2001-2002, los equipos se organizaron como se ve en la Tabla 1 (las dos primeras letras de la clave de los grupos indican si se trata de una escuela canadiense [Ca] o mexicana [Mx]; los números siguientes identifican, respectivamente, la escuela [1-6] y el equipo dentro de la escuela [1-10]).

Tabla I. Composición de los grupos y distribución de los temas para el año escolar 2001-2002

Temas	Subtemas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Contaminación	Aire	Ca2-5	Ca1-2	Mx4-4
	Suelo	Mx2-1	Ca2-6	Mx1-2
	Agua	Mx1-1	Mx3-3	Ca2-1
Tratamiento de desechos	Domésticos	Ca2-3	Mx3-5	Mx1-4
	Hospitalarios	Mx4-1	Ca2-7	Ca1-4
	Industriales	Mx1-3	Mx2-4	Ca2-2
Producción de medicamentos	Tradicionales	Ca1-5	Mx3-2	Mx1-6
	Alopáticos	Mx1-5	Ca1-6	Mx4-2
	Homeopáticos	Mx3-1	Mx2-5	Ca1-3
Energías alternativas	Biomasa	Ca1-7	Ca2-9	Mx1-8
	Solar	Ca2-8	Mx2-3	Mx4-3
	Eólica	Mx1-7	Ca1-8	Ca2-4
Reproducción	Diagnóstico prenatal	Ca1-9	Mx2-2	Mx1-10
	Reproducción asistida	Ca2-10	Ca1-10	Mx4-5
	Clonación	Mx1-9	Mx3-4	Ca1-1

El trabajo de los alumnos se efectúa en dos tiempos. En un primer tiempo, los alumnos deben realizar una investigación al interior de su subequipo, esto es, con compañeros de la misma escuela (entre 2 y 5 alumnos por subequipo). Durante este periodo, la comunicación con el equipo (que engloba las tres escuelas) se hace bajo la forma de mensajes voluntarios –usando *E-groups*– y de un diario de trabajo obligatorio en donde se reportan las actividades de investigación cada dos semanas.

El trabajo colaborativo en esta parte, dentro de los miembros del subequipo, aunque deseable no está controlado de manera sistemática. Los alumnos están en libertad de proceder de la manera que consideren más eficaz. Formalmente, se les aconseja que comuniquen al conjunto del equipo sus problemas,

observaciones y hallazgos, para recibir a su vez los comentarios de sus compañeros.

Cuando han concluido la investigación del subtema, los alumnos deben compartir la información recogida para hacer la síntesis de los tres subtemas. Esta parte se trabaja de manera colaborativa de acuerdo con el procedimiento siguiente, que busca asegurar el conocimiento compartido entre los tres subequipos de base:

1. Se hace una síntesis (aproximadamente una cuartilla) del subtema investigado y se envía al resto del equipo.
2. Se redactan cinco preguntas sobre el propio trabajo, contemplando lo que, a juicio del subequipo de expertos, es la información más relevante y se envían al equipo (esto se hace para que el subequipo de expertos verifique que su síntesis contiene la información más importante del tema y que es comprensible para sus compañeros).
3. Se leen las otras síntesis y se contestan las 10 preguntas planteadas por los otros dos subequipos.
4. Se revisan las 10 respuestas recibidas de los otros dos subequipos (a las cinco preguntas planteadas) y se envían correcciones si fuera necesario.
5. Se reelabora la síntesis con base en las preguntas y comentarios recibidos de los otros dos subequipos.
6. Por sorteo, uno de los tres subequipos analiza las tres síntesis para identificar los factores y rasgos comunes a los tres subtemas. Otro subequipo trabaja con los rasgos diferentes y el tercero elabora un primer borrador que sintetiza los tres subtemas, tomando como base los análisis realizados por los otros dos subequipos.
7. Se revisa y discute el borrador de la síntesis de los tres subtemas hasta llegar a un consenso.
8. Se publica la síntesis en la página Web ([www.tactics.cinvestav.mx](http://www.tactics.cinvestav.mx)).

### **Algunos resultados del estudio piloto**

En febrero de 2001 comenzó la fase piloto del proyecto TACTICS. Después de un periodo de socialización, en el que los tres subequipos entraron en contacto de manera informal e intercambiaron fotografías e información personal, el proyecto siguió las etapas programadas (búsqueda de información, intercambio colaborativo y realización y publicación de la síntesis).

Los maestros informaron a sus alumnos que podían utilizar correo electrónico, *chat* e, incluso, algún software colaborativo (como *Netmeeting*<sup>5</sup>) para realizar sus intercambios; los estudiantes escribían en su lengua materna y podían hacer uso de traductores para leer los mensajes de sus contrapartes. Para mantener el registro de estos intercambios, se pidió que todos se hicieran a través de *E-groups*. La búsqueda de información no estuvo restringida a un solo medio y, de hecho, la mayoría de los maestros animaron a sus estudiantes a utilizar tanto fuentes electrónicas como fuentes convencionales. En algunas escuelas, los

maestros promovieron las presentaciones públicas en ferias de ciencia u otras reuniones similares.

El corpus de datos observacionales de esta fase piloto incluye los registros de los intercambios (entre alumnos, y entre maestros y alumnos), entrevistas y cuestionarios informales. Aunque todavía no han sido analizados, es posible bosquejar algunas zonas de riesgo y de ganancias potenciales del proyecto.

Los primeros resultados del estudio piloto muestran que los problemas técnicos, aunque sean muy pequeños, constituyen el mayor obstáculo para la realización de este tipo de proyectos. Se hizo evidente que las escuelas necesitan, además del equipo electrónico adecuado, un apoyo técnico que pueda prever y corregir las dificultades que se presentan continuamente en el nivel de la infraestructura tecnológica.

Se requiere también seleccionar cuidadosamente el *software* de tal manera que sea compatible con el equipo disponible en las escuelas (en nuestro caso, por ejemplo, no fue posible conseguir que el software gratuito *Netmeeting* estuviera instalado y funcionando en todas las computadoras de la red).

Uno de los principales problemas en la comunicación entre los estudiantes fue el de la diferencia de velocidades de la red: mientras que las escuelas de Montreal tienen cables de conexión de alta velocidad, las escuelas mexicanas se conectan, en general, mediante *módems* de 56k. Esto hizo prácticamente imposible la comunicación de video y voz, y fue una de las mayores fuentes de frustración entre los estudiantes.

Muchos estudios previos han limitado las comunicaciones entre los participantes a correo electrónico y *chat*; sin embargo, en un escenario multilingüe, con estudiantes que no son diestros en escribir en un idioma extranjero, parece de importancia capital encontrar una solución al problema de comunicación sincrónica.

Otra fuente previsible de problemas está relacionada con la sincronización de los calendarios del trabajo colaborativo. A pesar de que las culturas escolares parecían apropiadas para este tipo de proyectos (currículos similares, contenidos parecidos y prácticas pedagógicas flexibles), algunos factores, como periodos diferentes de vacaciones y de exámenes, dificultaron el establecimiento de un lapso mínimo común de trabajo sincronizado, y le dieron excesiva rigidez al calendario, dejando poco espacio para posibles adecuaciones.

A lo largo de la fase piloto, el peso del componente tecnológico superó con mucho al de los componentes pedagógico y científico. Dadas las condiciones iniciales de los alumnos de las escuelas mexicanas<sup>6</sup> (sólo la escuela privada contaba con el equipo de cómputo necesario, una escuela sólo disponía de una computadora *laptop* para todos los alumnos y las otras dos escuelas tuvieron que recurrir frecuentemente a *cafés Internet* porque sus laboratorios de cómputo no estaban



disponibles; 37% de los estudiantes no tenían acceso regular a una computadora y 55% no tenía acceso regular a *Internet*; 20% nunca había usado el correo electrónico, y 14% nunca había utilizado *Internet*), la ganancia en el manejo de la tecnología fue más importante para ellos que para sus compañeros canadienses, cuyas condiciones de infraestructura tecnológica, tanto escolares como familiares, eran óptimas desde el comienzo del proyecto.

Inicialmente, sólo 39% de los estudiantes mexicanos consideraba que tenía buenos conocimientos de computación; al final del proyecto, 59% considera que la forma como usa el procesador de texto es “muy buena” o “excelente”, 66% piensa que usa el correo electrónico de “muy bien” a “excelente” y 90% considera que sus habilidades para buscar información por *Internet* son “buenas”, “muy buenas” o “excelentes”. Después del proyecto, 76% de los estudiantes mexicanos afirma que usa la computadora más de tres veces por semana. De los estudiantes, 58% considera que su mayor ganancia en el proyecto fue aprender a usar la tecnología, y sólo 31% piensa que aprendió a investigar en ciencias.

En cuanto a los problemas para la realización del proyecto, 44% de los estudiantes, tanto mexicanos como canadienses, considera que el mayor obstáculo estuvo en la comunicación, mientras que 40% considera que lo fue la falta de tiempo (el proyecto era de participación voluntaria y extracurricular).

De los estudiantes, 93% está convencido de que la tecnología puede ayudarles a aprender.

### **Los proyectos de investigación**

Aprovechando el montaje global del proyecto TACTICS, los investigadores y estudiantes de posgrado involucrados en él han definido una serie de estudios individuales para explicar diversos fenómenos educativos que ocurren en el interior de TACTICS, y las modificaciones, conceptuales y en las prácticas, producidas en alumnos y maestros como resultado de su participación en el proyecto. Estos estudios son los siguientes:

1. Transformación de creencias y prácticas de los maestros.
2. Evaluación de interfases e instrumentos de uso en *Internet*.
3. Representaciones de la ciencia en las producciones discursivas de los alumnos.
4. Calidad de las interacciones entre los alumnos.
5. Preconcepciones y cambio conceptual.
6. Motivación hacia la ciencia.
7. Comunicación escrita entre hablantes de lenguas diferentes.
8. Formas de tratamiento de la información obtenida vía *Internet*.

La metodología general de la investigación se inscribe en el paradigma de la investigación cualitativa. Se trabaja a partir del modelo interactivo de Miles y

Huberman (1994): recolección de datos con triangulación, condensación de datos, codificación y categorización, elaboración y verificación de conclusiones. Se utilizan diferentes técnicas de observación y de recolección de datos, y diferentes herramientas de análisis, según las necesidades y tipos de pregunta. Se trata, por ejemplo, de instrumentos de recolección de datos como entrevistas, observación videograbada, fichas, pruebas, cuestionarios, diarios de observación, etcétera; así como métodos de análisis como el análisis del proceso de cambio conceptual (Winer y Vázquez-Abad, 1997), principalmente en el estudio de los procesos de construcción de conocimientos y de mecanismos de validación del conocimiento (arbitraje, negociación, consensos, etc.). Asimismo, se desarrollarán herramientas originales de análisis para el estudio del funcionamiento de la tecnología como herramienta colaborativa y el estudio de las transacciones mediadas de los alumnos (interlocutores, medios de comunicación, propósitos, características colaborativas, etc.). El análisis estructural y el análisis de contenidos se utilizan para el estudio de fondo y forma de los productos elaborados y publicados, surgidos de los conocimientos construidos por los alumnos. Estos métodos sirven también para analizar los modos de representación de estos conocimientos y las transacciones mediadas de los alumnos (contenido, objetos, vocabulario utilizado, nivel del lenguaje y del discurso, etc.).

## Referencias

Brown, A. L., y Campione, J. C. (1994). Guided discovery in a community of learners. En K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 229–270). Cambridge, MA: MIT Press.

Brown, A. L., Ellery, S. y Campione, J. C. (1998). Creating zones of proximal development electronically. En J. G. Greeno y S. V. Goldman (Eds.), *Thinking practices in mathematics and science learning* (pp. 341–367). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Brown, J. S., Collins, A. y Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of knowledge. *Educational Researcher*, 18, (1) 32-42.

Brufee, K. (1993). *Collaborative learning*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Bruner, J. S. (1996). *Culture of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Burke, J. y Ornstein, R. (2001). *Del hacha al chip. Cómo las tecnologías cambian nuestras mentes*. Barcelona: Planeta.

Cole, M. y Wertsch, J. V. (1996). Beyond the individual-social antinomy in discussions of Piaget and Vygotsky. *Human Development*, 39 (5), 250–256.

Crook, C. (1994). *Computers and the collaborative experience of learning*. London: Routledge.

Dillenbourg, P. (1999). Introduction: What do you mean by "collaborative learning"? En P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches* (pp. 1–19). Amsterdam: Pergamon, Elsevier Science.

Dillenbourg, P., Eurelings, A. y Hakkarainen, K. (Eds.). (2001). *European perspectives on computer-supported collaborative learning. The proceedings of the First European Conference on Computer-Supported Collaborative Learning*. Maastricht: University of Maastricht.

Donald, M. (1993). *Origins of the modern mind. Three stages in the evolution of culture and cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Edelson, D. C., Gordin, D. N. y Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *The Journal of the Learning Sciences*, 8 (3-4), 391–450.

Engeström, Y. (1992). *Interactive expertise: studies in distributed working intelligence*. (Boletín de investigación No. 83). Helsinki: University of Helsinki, Department of Education.

Galegher, J. R., Kraut, E. y Egido, C. (Eds.). (1990). *Intellectual teamwork: Social and technological foundations of cooperative work*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Granovetter, M. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78 (6), 1360–1380.

Greenberg, S. (Ed.). (1991). *Computer-supported cooperative work and groupware*. New York: Academic Press.

Guzdial, M. y Turns, J. (2000). Effective discussion through a computer-mediated anchored forum. *Journal of the Learning Sciences*, 9, 437–469.

Hakkarainen, K., Lipponen, L., Järvelä, S. y Niemivirta, M. (1999). The interaction of motivational orientation and knowledge-seeking inquiry in computer-supported collaborative learning. *Journal of Educational Computing Research*, 3, 261–279.

Hall, R., Miyake, N. y Enyedy, N. (Eds.). (1997). *Proceedings of CSCL '97: The Second International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Hoadley, C. (Ed.). (1999). *Proceedings of CSCL '99: The Third International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Hoadley, C. y Linn, M. (2000). Teaching science through online, peer discussions: Speak easy in the knowledge integration environment. *Journal of Science Teaching*, 22 (8), 839–857.

Järvelä, S., Hakkarainen, K., Lehtinen, E. y Lipponen, L. (2000). Creating computer-supported collaborative learning (CSCL) culture in finish schools: Research perspectives on sociocognitive effects. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 10 (2), 1–10.

Koschmann, T. (1996). Paradigm shifts and instructional technology: An introduction. En T. Koschmann (Ed.), *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm* (pp. 1–23). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated knowledge and legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Lipponen, L. (2000). Towards knowledge building discourse: From facts to explanations in primary students' computer mediated discourse. *Learning Environments Research*, 3 (2), 179–199.

Lipponen, L. y Hakkarainen, K. (1997). Developing culture of inquiry in computer-supported collaborative learning. En R. Hall, N. Miyake y N. Enyedy (Eds.), *Proceedings of CSCL '97: The Second International Conference on Computer Support for Collaborative Learning* (pp. 164–168). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Lipponen, L., Rahikainen, M., Lallimo, J. y Hakkarainen, K. (2001). Analyzing patterns of participation and discourse in elementary students' online science discussion. En A. Dillenbourg, Eurelings y K. Hakkarainen (Eds.), *European perspectives on computer-supported collaborative learning. The proceedings of the First European Conference on Computer-Supported Collaborative Learning* (pp. 421–428). Maastricht: University of Maastricht.

Mead, G. H. (1934). *Mind, self, and society*. Chicago: University Chicago Press.

Miles, M. B. y Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook* (2a. ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Piaget, J. (1928). *The judgement and reasoning in children*. London: Routledge and Kegan.

Roschelle, J. (1992). Learning by collaborating: convergent conceptual change. *The Journal of the Learning Sciences*, 2 (3), 235–276.

Roschelle, J. (1994, mayo). Collaborative inquiry: Reflections on Dewey and learning technology. *The Computing Teacher*, 21 (8), 6-9.

Roschelle, J. y Teasley, S. D. (1995). Construction of shared knowledge in collaborative problem solving. En C. O'Malley (Ed.), *Computer-supported collaborative learning* (pp. 69-97). New York: Springer-Verlag.

Salomon, G., Perkins, D. y Globerson, T. (1991). Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies. *Educational Researcher*, 20 (4), 9-20.

Savoie, J. M. y Hughes, A. S. (1994). Problem-based learning as classroom solution. *Educational Leadership*, 52 (3), 54-57.

Scardamalia, M. y Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 3 (3), 265-283.

Scardamalia, M., Bereiter, C. y Lamon, M. (1994). The CSILE project: Trying to bring the classroom into World 3. En K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons; Integrating cognitive theory & classroom practice* (pp. 201-228). Cambridge, MA: MIT Press.

Selman, R. L. (1980). *The growth of interpersonal understanding*. New York: Academic Press.

Stahl, G. (1999). Reflections on WebGuide. Seven issues for the next generation of collaborative knowledge-building environments. En C. Hoadley (Ed.), *Proceedings of CSCL '99: The Third International Conference on Computer Support for Collaborative Learning* (pp. 600-610). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Tomasello, M. (1999). *The cultural origins of human cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.

Wellman, B., Salaff, J., Dimitrova, D., Garton, L., Gulia, M. y Haythornthwaite, C. (2000). Computer networks as social networks: Collaborative work, telework, and virtual community. En E. L. Lesser, M. A. Fontaine y J. A. Slusher (Eds.), *Knowledge and Communities* (pp. 179-207). Boston: Butterworth-Heinemann.

Winer, L. R. y Vázquez-Abad, J. (1997). The potential of Repertory Grid Technique in the assessment of conceptual change in Physics. *Journal of Constructivist Psychology*, 10 (4), 363-386.

Wundt, W. (1921). *Elements of folk psychology*. London: Allen and Unwin.

**Direcciones electrónicas para obtener información relacionada con la temática del artículo**

Collaborative Learning Bibliography

<http://www.psu.edu/celt/clbib.html>

Collaborative Learning Index

[http://www.id.ucsb.edu/IC/Resources/Collab-L/CL\\_Index.html](http://www.id.ucsb.edu/IC/Resources/Collab-L/CL_Index.html)

IEEE Computer Society Learning Technology

<http://lttf.ieee.org/>

TechKnowLogia (Revista electrónica de tecnología y educación)

<http://www.TechKnowLogia.org/>

Collaborating Reading Room

<http://wellspring.isinj.com/collaborating.html>

---

<sup>1</sup> Véase, por ejemplo *PASCO Teacher's Forum*, disponible en el World Wide Web:

<http://store.pasco.com/forum/>

<sup>2</sup> Véase, por ejemplo: <http://www.usabilityfirst.com/groupware/>

<sup>3</sup> Proyecto auspiciado por CONACYT, No. G33909-S.

<sup>4</sup> El sitio en inglés: <http://groups.yahoo.com> y el sitio en español: <http://mx.groups.yahoo.com>.

<sup>5</sup> <http://www.geocities.com/netmeet/>

<sup>6</sup> Actualmente, todas las escuelas mexicanas cuentan con un laboratorio de cómputo para uso exclusivo de TACTICS, adquirido con los fondos que CONACYT concedió al proyecto.