

# COLABORACIÓN EN ENTORNOS TELEMÁTICOS DE APRENDIZAJE A DISTANCIA: UN CASO DE ESTUDIO EN MATEMÁTICAS

M. A. Redondo, J. Garzás, C. Bravo, J. Bravo y M. Ortega

## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos muy pretéritos, las actividades básicas de cualquier núcleo social se han visto, en mayor o menor medida, afectadas por los cambios que provoca el avance tecnológico. Una de estas actividades es el proceso de enseñanza/aprendizaje que, hasta hace poco tiempo, mantenía su procedimiento invariable. Las actuales Tecnologías de la Información están ejerciendo sobre la actividad docente profundos cambios, con afán de enriquecer y optimizar el proceso. En esta línea, parece inevitable la necesidad de incorporar los beneficios que aportan los entornos presenciales de enseñanza/aprendizaje en grupo a los sistemas telemáticos que tienen por objetivo soportar educación a distancia.

Ya en 1981 los estudios realizados parecían dejar claras las ventajas y efectividad que proporcionaba el aprendizaje colaborativo frente al trabajo competitivo (Collis, 1994), individual o en grupo. Sin embargo, estos estudios fueron criticados desde el punto de vista de sus carencias metodológicas. Esta crítica tuvo que pasar a un segundo plano cuando se realzó la figura del profesor como organizador del grupo que desarrolla el proceso de aprendizaje cooperativo, llevando a cabo una determinada metodología educativa. Todo esto conlleva a un consenso entre los investigadores, determinando que el aprendizaje cooperativo es un proceso complejo que requiere un considerable nivel y esfuerzo, tanto por parte del organizador como de los participantes, para que se desarrolle por los cauces adecuados.

Al mismo tiempo que se trabajaba en aprendizaje cooperativo en el aula se estudiaban los efectos de la inclusión de los microordenadores como material instruccional en situaciones de aprendizaje cooperativo, pasando a ser el elemento al que apuntan todas las investigaciones en educación, lo que desplazó el papel central del profesor hacia el estudio de los efectos que producía la interacción alumno-computadora en situaciones cooperativas. Se descubrió que los estudiantes con menor capacidad de aprendizaje se veían claramente beneficiados, sin perjudicar en nada a los alumnos con mayor capacidad de aprendizaje.

El siguiente avance, influenciado por los avances de la tecnología en el área de las telecomunicaciones, pasa por interconectar las computadoras que

forman parte del aula mediante una red (Internet en el sentido más extendido), dando lugar a situaciones de colaboración distribuida, haciendo posible que la interacción cara a cara no sea una necesidad y creando nuevas situaciones como la interacción síncrona o asíncrona, donde el profesor pasa a ser un colaborador más del grupo, aunque con ciertas facultades de coordinador. La inclusión de esta tecnología proporciona nuevos beneficios pero hace más complejo todo el proceso en lo referente a la combinación y compartición de la información que se maneja, asimismo abre nuevas perspectivas de investigación considerando la computadora como una herramienta de comunicación, centrando el aprendizaje colaborativo en torno al mismo.

Gracias a los avances tecnológicos y las investigaciones en materia de aprendizaje colaborativo, surge un nuevo paradigma denominado CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*) basado en una visión socio-cultural de la cognición, que poco a poco va ganando adeptos. Se propugna la naturaleza esencialmente social de los procesos de aprendizaje, y en consecuencia, se usan métodos de estudio y experimentación provenientes de disciplinas como la Antropología, Sociología, Comunicación y Pragmática. Desde este enfoque, la tecnología interesa en cuanto al potencial que ofrece para crear, favorecer o enriquecer contextos interpersonales de aprendizaje.

La perspectiva social de la cognición engloba hoy día a tres grandes movimientos de origen diverso, que han dado lugar a las escuelas conocidas como:

- Constructivismo social de los neo-Piagetistas, que parten de las ideas básicas del constructivismo, pero resaltan la importancia de la interacción entre compañeros para el desarrollo cognitivo individual más que las acciones en sí mismas (Doise & Mugny, 1984).
- Aproximación histórico-cultural soviética, fruto de las ideas del movimiento socio-cultural surgido hacia 1930, fundamentalmente con los trabajos de Vygotsky (Vygotsky, 1978), que han dado lugar a lo que se conoce actualmente como Psicología cultural. Vygotsky postula que el aprendizaje ocurre en dos planos, en primer lugar el inter-psicológico, y sólo después en el intra-psicológico. Dicho de otra forma, nuestras reflexiones mentales surgen de experiencias que suceden primero a través de la interacción social. En base a esto, propuso la existencia de una *zona de próximo desarrollo* para caracterizar el potencial de una persona en presencia de otra que pueda ayudarla, potencial que puede desarrollarse a partir de acciones mediadas por un conjunto de herramientas auxiliares.
- Cognición situada (Winograd & Flores, 1986), donde el conocimiento no se concibe como un catálogo de representaciones mentales, sino como algo que se crea circunstancialmente en las interacciones con el mundo real.

Las perspectivas anteriores comparten la dimensión social como punto de referencia, lo que tiene consecuencias radicales en la forma de enfocar los procesos de aprendizaje. Así es como ha surgido el paradigma del aprendizaje colaborativo, en dónde las tecnologías de la información y las comunicaciones tienen como papel primordial el amplificar o crear nuevas posibilidades de mediación. Con esta filosofía se deben desarrollar entornos de soporte al aprendizaje colaborativo que faciliten a los estudiantes la realización de actividades en forma conjunta, actividades que estén integradas con el mundo real, planteadas con objetivos reales. Se entiende el aprendizaje como un proceso social, distribuido, donde se tiene en cuenta el diálogo de los participantes, los artefactos que lo soportan y que son producidos de forma cooperativa por los estudiantes durante el proceso, así como la propia percepción que del mismo tienen los participantes. En este enfoque, tanto el profesor como la tecnología tienen un papel mediador, de facilitación cognitiva y social.

Como ejemplos de herramientas que potencian y se centran en el aprendizaje colaborativo cabe citar el proyecto "Collaborative Visualization" CoVis y su "Collaborative Notebook" (Edelson, Pea & Gómez, 1996). En él, mediante una base de datos hipermedia, los alumnos estructuran sus conocimientos e hipótesis en "Notebooks", tratando temas tan complejos como la predicción del tiempo o la ecología.

También CSILE (Computer-supported Intentional Learning Environments) (Scardamalia & Bereiter, 1996) participa de esta filosofía; construir una base de datos hipermedial, en la que comunidades de alumnos expresan sus puntos de vista, crean enlaces a páginas de otros alumnos, y estructuran su conocimiento. Cuando un determinado tema está maduro, el status de la nota cambia a "candidato para su publicación" y pasa a formar parte del conocimiento colectivo del tema en cuestión.

CaMILE (Collaborative and Multimedia Interactive Learning Environments) (Guzdial et al, 1996) soporta colaboración asíncrona para interrelacionar estudiantes de distintas ingenierías. Utiliza para ello el Web con un forum de discusión. Para la interacción sincrónica, los alumnos disponen de McBagel (Multiple Case-Based Approach to Generative Environments for Learning).

Entre los trabajos que se han realizado, y que merecen especial mención, se encuentra DEVICE (Dynamic Environment for Visualization in Chemical Engineering), en el que la simulación de sucesos físicos y químicos, además de la colaboración entre alumnos, sirven para resolver problemas de gran dificultad teórica, del estilo de los tratados en este artículo. Su principal conclusión es que estos problemas pueden resolverse mediante colaboración, una librería extensa de casos resueltos, la modelización y simulación por computadora de los fenómenos físicos.

KIE (Linn, 1996; Barros, 1997), pretende que los alumnos de enseñanza primaria y secundaria realicen pequeños trabajos científicos y, al final, la publicación de sus resultados en Web logra que los estudiantes integren sus conclusiones junto a las de otros en un ambiente colaborativo.

El sistema ENTEL-SIG-ED, basado en el Web y desarrollado por el grupo de la UNED de España (Barros, Artacho & Verdejo, 1997; Verdejo, 1996), constituye una herramienta colaborativa que lleva a cabo una estructuración del dominio sobre la base de los diálogos de los alumnos. En este sistema, un grupo de alumnos de doctorado trabajan en espacios compartidos realizando síntesis bibliográficas, discutiendo, argumentando y consensuando tanto la estructura como el contenido de los documentos que han de escribir.

### **1. Entorno telemático para la resolución de ecuaciones**

Como caso de estudio, en el que pretendemos llevar a la práctica las teorías sobre aprendizaje colaborativo a distancia, con alumnos que estudian Educación Primaria y Primer Ciclo de ESO, así como poder extraer conclusiones sobre los resultados que se obtienen, presentamos una herramienta que hemos denominado *Entorno Para la Resolución de Ecuaciones* (EPRE). Este entorno tiene como dominio de aplicación el estudio de las matemáticas, concretamente la resolución de ecuaciones lineales.

EPRE es una herramienta desarrollada en Java, que constituye un caso concreto de entorno para aprendizaje soportado por red, bien sea sobre Internet, facilitando así su utilización a distancia, o sobre una red con tecnología intranet (Redondo, Bravo, Bravo & Ortega, 1999), instalada en un laboratorio presencial.

Existen dos corrientes en la creación de un entorno educativo asistido por computadora. Una de estas corrientes, la llamada lineal o extrínseca, rige la tutorización del entorno. El EPRE guía al alumno desde un nivel bien definido de conocimiento práctico hasta otro nivel superior, pero no debe creerse que el camino es estrictamente recto, con frecuencia podemos tener desviaciones. La estructuración de la enseñanza respecto a esta linealidad implica el no dejar cosas inacabadas. Las matemáticas suelen ser temas conceptualmente complejos y un desarrollo lineal, en un programa de educación matemática asistido por computadora, asegura que toda la carga conceptual será expuesta y delineada de antemano, de una forma apropiada.

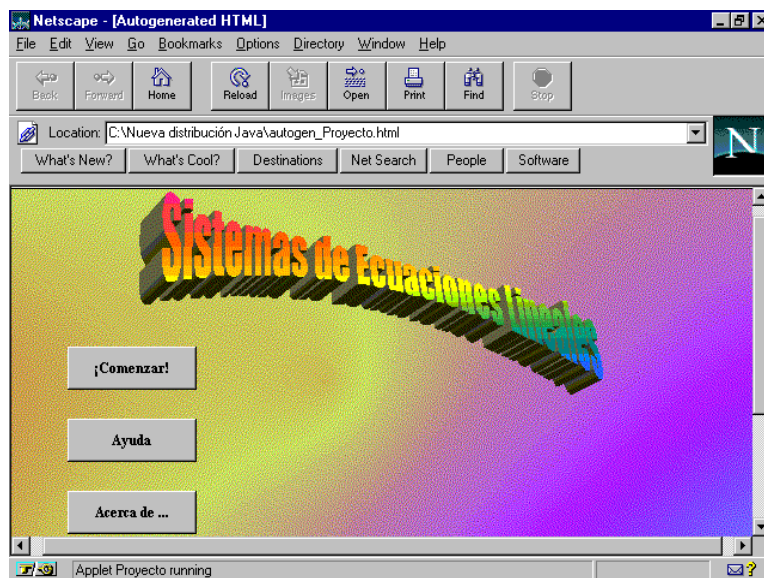


Figura 1. Pantalla de presentación.

El entorno de resolución se presenta ante el alumno con una interfaz genérica (Figura 1), proporcionada por el navegador o browser Web que se opte por utilizar, tras la cual comienza el proceso de captura de datos, accediendo desde la pantalla inicial, mediante el botón comenzar, a una segunda pantalla para la introducción de valores (Figura 2).

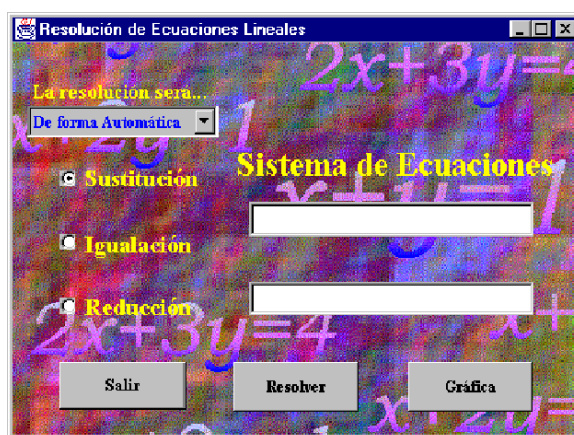


Figura 2. Introducción de datos.

Una vez en la pantalla de captura de datos se pide al alumno la introducción de las dos ecuaciones que forman el sistema lineal, el método de resolución (*igualación, sustitución o reducción*), la forma de resolución (*automática o tutorizada*), y la posibilidad de ver su resolución gráfica sobre el eje cartesiano. El sistema en este momento dispone de los datos necesarios para comenzar el proceso de resolución.



Figura 3. Resolución tutorizada.

En una resolución tutorizada será el alumno quien introduzca los pasos, actuando el sistema como tutor, solucionando, guiando o felicitando al alumno cuando tome una decisión. La interfaz de resolución tutorizada dispone la posibilidad de ofrecer pistas para la resolución, en distintos grados, para evitar que el alumno quede estático en la progresión del ejercicio, con la consabida desmotivación que esto supondría.

Si se escogió la opción de resolución automática, el programa presentará en pantalla los pasos que llevan a la solución final a través del método seleccionado, añadiendo un breve comentario para mejorar así el entendimiento (Figura 4).

En referencia a los prerequisites sobre el conocimiento del estudiante, se asume que el alumno tiene conocimientos algebraicos básicos.

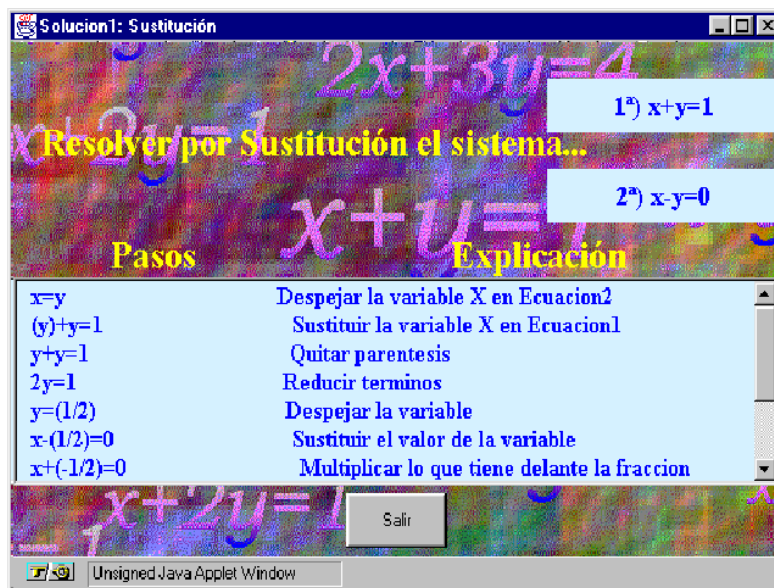


Figura 4. Proceso de resolución.

Numerosos estudios hacen referencia a las gratificaciones o refuerzos. La latencia, término acuñado por Pavlov, en presentar el mensaje se estima que debe estar en torno a los 0.6 seg., según la mayoría de las fuentes de investigación. Este tiempo mide la capacidad de una neurona en responder a un refuerzo, una neurona que ha aprendido, al activarse por medio de una respuesta, pierde rápidamente su sensibilidad a menos que una onda de refuerzo llegue enseguida. Se ha intentado que el entorno de resolución mantenga el anterior principio siempre que sea posible, evitando exceder los tiempos de latencia en las gratificaciones.

El sistema debe enseñar con el error y establecer, lo que se ha dado en denominar, un entorno amigable (Shneiderman, 1998), eliminando mensajes imperiosos, muy genéricos o, incluso, amenazantes.

EPRE, por el momento, solamente soporta colaboración alumno-profesor, y lo hace en los siguientes términos:

- Durante el proceso de resolución por parte del alumno, el sistema está registrando todas sus acciones en una base de datos alojada en la misma computadora donde reside el servidor Web.
- El profesor puede revisar y analizar la traza del desarrollo llevado a cabo por el alumno, y aconsejarle o notificarle cuestiones relativas al trabajo que ha realizado, que del mismo modo quedan reflejadas en la base de datos.
- El alumno recibe dicha información en el propio interfaz de la aplicación, tras conectarse e identificarse en el sistema.



Claramente el modelo de interacción que tiene lugar es de tipo asíncrono, habiéndose optado por este modo de colaboración dado que se adecua más a las tareas propias de la educación a distancia (Redondo, Bravo, Bravo, & Ortega, 1999b).

No obstante, no hay que perder de vista que el objetivo que se persigue es contar con una colaboración alumno-alumno, enriqueciendo el proceso de aprendizaje de un alumno con las contribuciones del resto, pero es necesario estudiar el modo en que deben estructurarse sus intervenciones.

## 1. Conclusiones y trabajo futuro

Debe quedar siempre presente que, incluso con las ventajas que ofrecen los sistemas educativos que se apoyan en el uso de computadoras, ningún programa de enseñanza debe intentar abreviar el proceso de aprendizaje, evitar el trabajo necesario que éste implica o disfrazarlo, simplemente es una herramienta de apoyo que facilita y enriquece el proceso, sustituyendo los mecanismos tradicionales.

Queda una línea de trabajo abierta: análisis y síntesis de las trazas que los alumnos generan en su interacción con el sistema para, proponer el modo más adecuado de estructurar la colaboración entre los alumnos y así conseguir un método eficiente de construcción común del conocimiento (Boder, 1992).

Por otro lado, se estudiarán los beneficios que puede aportar la posibilidad de disponer de una colección de problemas de dificultad creciente. Donde el sistema, de forma automática y en función de la traza que se genera como consecuencia de la resolución de un problema, y que por lo tanto denota los logros que el alumno va consiguiendo, pueda aconsejar y proponer el problema más adecuado para continuar con el trabajo. En otras palabras, incluir técnicas de *scaffolding* (Ortega, M., Muñoz, J.J., Bravo, C., Bravo, J., & Redondo, M.A., 1998).

## 2. Referencias

- Barros, B., (1997), "*Sistemas de soporte para actividades Educativas a distancia*", Revista de Enseñanza y Tecnología, **8**, pp. 18-28.
- Barros B., Rodriguez, M. & Verdejo M.F., (1997), "*Towards a model of Collaborative Support for Distance Learners to Perform Join Tasks*". En The Virtual Campus. Proceedings of the 3.3&3.6 IFIP Working Conference. Madrid, November.



- Boder, A., (1992), *"The process of knowledge reification in human-human interaction"*, Journal of computer Assited Learning, Vol. 8, No 3, September, pp. 177-185.
- Collis, B., (1994), *"Collaborative learning and CSCW: research perspectives for interworked educational environments"* en (Lewis & Mendelsohn, 1994) pp. 81-104.
- Doise, W., & Mugny, G., (1984), *The social development of the intellect*", Pergamon Ed.
- Edelson, D., Pea, R., Gomez, L.M. (1996) *"The Collaboratory Notebook"*. Communications of the ACM, **39(4)**, 32.
- Guzdial M. et al, (1996) *"Computer Support for Learning through Complex Problem Solving"*. Communications of the ACM, **39(4)**.
- Linn, M.C., (1996), *"Key to the Information Highway"*. Communications of the ACM, 39(4).
- Ortega, M., Muñoz, J.J., Bravo, C., Bravo, J., & Redondo, M.A., (1998) *"Scaffolding and Planning Techniques in Distance Education: A case Study in Statistics"*. En Book of Abstract ONLINE EDUCA BERLIN. 4<sup>th</sup> International Conference on Technology Supported Learning. International WHERE + HOW, Bonn (Alemania).
- Redondo, M.A., Bravo, C., Bravo, J., & Ortega, M., (1999), *"Intranet: Soporte para Entornos Educativos Distribuidos"*. En Actas del III Congreso Internacional de Tele Informática Educativa y II Foro Regional de Tecnología, Santa Fe (Argentina).
- Redondo, M.A., Bravo, C., Bravo, J., & Ortega, M., (1999b), *"Planificación, Simulación y Colaboración en Educación a Distancia"*. En Ciencia al Día. Oregon (USA).
- Scardamalia, M., & Bereiter, C., (1996) *"Student Communities for the advancement of Knowledge"*. Communications of the ACM, 39(4).
- Shneiderman, B., (1998), *"Designing the user interface"*. Addison - Wesley
- Verdejo, M.F., (1996), *"Interaction and Collaboration in Distance Learning through Computer Mediated Technologies"*. En Advanced Educational Technology: Research Issues and Future Potential. T.Liao (Ed.) Series Computer and Systems Sciences, Vol 145. Springer-Verlag.
- Vygotsky, L.S., (1978), *"Mind in society: The development of higher psychological processes."*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Winograd, T., Flores, F., (1986), *"Understanding Computers and Cognitio. A new Foundation for Design"*, Addison-Wesley.

## **COLABORACIÓN EN ENTORNOS TELEMÁTICOS DE APRENDIZAJE A DISTANCIA: UN CASO DE ESTUDIO EN MATEMÁTICAS**

### **DATOS DE LOS AUTORES:**

**M. A. Redondo\***, **J. Garzás\*\***, **C. Bravo\*\***, **J. Bravo\*\***, **M. Ortega\*\*** (\*Dpto. de Informática – Univ. de Castilla La Mancha. E.S.I. de Ciudad Real - España- E-mail: {cbravo,jbravo,mortega}@inf-cr.uclm.es \*\*Departamento de Informática - Universidad de Jaén. E.U.P. de Linares -España- E-mail: mredondo@ujaen.es)

### **RESUMEN**

En este trabajo se presenta una propuesta de modelo de entorno telemático, en este caso, para el aprendizaje/entrenamiento a distancia en la resolución de ecuaciones lineales. Destinado a profesores y alumnos de Educación Primaria y Secundaria. El entorno funciona apoyado sobre la tecnología que proporciona Internet e intranet, presenta un interfaz de aplicación que se ejecuta desde el Web. En esta aplicación se incluyen algunas técnicas para soportar colaboración asíncrona alumno-profesor y alumno-alumno, basadas en el empleo de bases de datos donde se registran todas las acciones, y aprovechando los recursos de Internet como mecanismos de comunicación asistida por computadora.

### **PALABRAS CLAVE:**

Educación a distancia, Aprendizaje Colaborativo, Internet.

### **ABSTRACT**

This paper presents a model of telematic environment for distance learning/training, to solve linear equations. This system was developed to help teachers in Primary and Secondary Education. The environment operates using the technology that provides Internet and intranet. It presents an application interface that runs on the Web supporting asynchronous collaboration between learners and teachers. This system, based on database technology, takes advantage from the Internet resources and the communication mechanisms that the computer network

provides.

**KEY WORDS:**

Distance Learning, Collaborative Learning, Internet.