

Ejercitación Colaborativa y Programación Estructurada

Carlos A. Cobos, Martha E. Mendoza, César A. Collazos
Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca
{ccobos, Mendoza, ccollazo}@unicauca.edu.co

Luis C. Gómez
Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad Industrial de Santander
lcgomezf@uis.edu.co

Resumen

Los conceptos y las habilidades relacionadas con las construcciones fundamentales de programación son un componente clave en la formación de los futuros ingenieros de sistemas. Teniendo en cuenta que en muchas Universidades de Colombia, los resultados obtenidos en las asignaturas que manejan estos conceptos no son los adecuados, se estableció un proceso de aprendizaje basado en la ejercitación, con el fin de aumentar el nivel académico de los estudiantes, disminuir la deserción, fomentar la colaboración y afianzar mejor los conocimientos y las habilidades mencionadas, entre otras cosas. Este artículo presenta un método de ejercitación colaborativa, una herramienta computacional que lo soporta y una experimentación, con resultados favorables.

1. Introducción

En el desarrollo de las actividades de docencia durante los últimos años, se ha observado que el proceso de aprendizaje de los conceptos de programación estructurada¹ en los estudiantes de las asignaturas básicas de Informática, son los que más dificultad les presenta, convirtiéndose en la principal causa para que en estas asignaturas el índice de mortalidad académica sea muy elevado, ya que en promedio un 60% de la población que inicia el curso, no lo aprueba o se retira del mismo [1].

Aunque no se ha realizado un estudio sistematizado para definir las causas de esta situación, de la experiencia docente se han identificado algunas de ellas que se pueden clasificar como exógenas al contexto propio del curso y que ameritan una estrategia de solución que debe ser abordada por las coordinaciones de los programas, la

unidad de admisiones y otros entes universitarios. Algunas de ellas son:

- Una inadecuada presentación de los contenidos, y la necesidad de contar con ellos a través de Internet en forma organizada.
- La falta de tiempo para el desarrollo de prácticas, tutorías y ejercitación dirigida.
- El miedo a participar en la clase por temor a ser señalado o cuestionado.
- En los grupos, los estudiantes que más comprenden el tema tratan de imponer su ritmo de aprendizaje, haciendo énfasis en el aprendizaje competitivo e individual y la poca colaboración entre compañeros.
- En los ejercicios de clase la mayoría de las veces participan los que más comprenden el tema, y en la medida en que los estudiantes se van rezagando de los compañeros, se desmotivan a participar, máxime cuando se debe tener en cuenta que es imposible comprender un tema avanzado o complejo sin haber comprendido los conceptos previos.

Teniendo en cuenta que en la práctica se ha observado, que la ejercitación y el trabajo en grupo presentan una tendencia a ser más efectivos el proceso de aprendizaje de estos conceptos en nuestro medio educativo, y que a través de trabajos desarrollados por teóricos del aprendizaje colaborativo (AC) se ha demostrado que el desempeño académico y el desarrollo de habilidades sociales de los estudiantes se mejoran, si se realizan actividades de AC en lugar de (o en forma complementaria a las) actividades de enseñanza en el modelo tradicional [2], el presente artículo considera que el uso de un método de ejercitación colaborativo específico para la solución de problemas computacionales usando los conceptos de programación estructurada y de un ambiente computacional que lo soporte (a modo de instrumento), permiten obtener una mayor efectividad en el proceso de aprendizaje de estos temas.

En la sección 2 se presentan algunos trabajos relacionados, la sección 3 describe el método de

¹ Corresponde a las construcciones fundamentales de programación (ACM 2001), ellas son: Variables, tipos, expresiones, asignación, entrada y salida simple y las estructuras de control condicionales y de iteración.

ejercitación propuesto, la sección 4 describe la herramienta computacional, la sección 5 presenta la experimentación realizada y finalmente en las secciones 6 y 7 se presentan algunas conclusiones y el trabajo futuro.

2. Trabajos Relacionados

Aunque en el ámbito internacional no se conoció otra iniciativa idéntica o muy similar a la que se desarrolló en este proyecto, si se encontraron investigaciones y/o publicaciones de AC soportado por computador para otras áreas, como la física, la matemática, la química entre otros (por ejemplo el proyecto ASTER² en Inglaterra). Se consideró fundamental que el método de ejercitación y el ambiente computacional apropiara las experiencias de los teóricos del AC, en especial los métodos ya desarrollados para la solución de problemas en diferentes áreas, las investigaciones desarrolladas en la Universidad de Chile, relacionadas con la evaluación del proceso de colaboración cuando se utiliza el computador [3] y las investigaciones desarrolladas en la Universidad de Pittsburgh, relacionados con la promoción efectiva de la interacción.

El AC y el uso de métodos, técnicas o estructuras específicas de AC han sido ampliamente investigadas y utilizadas en el salón de clases [2].

En el AC se contemplan ciertas características [5] que lo convierten en una estrategia muy útil en el aprendizaje de los conceptos y las habilidades relacionados con la solución de problemas computacionales.

Algunos métodos, técnicas o estructuras conocidas en el AC son: lluvia e ideas, edición entre pares, solución estructurada de problemas, método de descubrimiento, enviar un problema, pensar-formar parejas-compartir, pensar-formar parejas-compartir al grupo, par expositor-revisor, pares pensando en voz alta la solución de un problema, aprendiendo juntos, investigación en grupos, rompecabezas.

Para el presente trabajo, fueron de especial interés las investigaciones desarrolladas en la Universidad de Michigan [8] las cuales han demostrado que la lluvia de ideas en forma secuencial (roundtable/roundrobin), nominal (en paralelo y compartiendo las ideas con un cierto orden) y totalmente en paralelo, muestran excelentes resultados en la generación de ideas.

La siguiente sección describe el mecanismo utilizado para llevar a cabo los objetivos antes planteados.

3. Algoritmos Colaborativos (ALGOCOL)

ALGOCOL es un método de AC que NO es libre de contenido, en particular, se utiliza para realizar

actividades de ejercitación colaborativa, donde los estudiantes diseñan algoritmos que dan solución a un problema computacional que requiere los conceptos de la programación estructurada. El objetivo final en el aspecto académico consiste en que entre todos los estudiantes de un grupo solucionen un conjunto de ejercicios, entiendan la estrategia que se uso para diseñar el algoritmo y apliquen los conceptos vistos en clases previas; además de cultivar las habilidades sociales y comunicativas necesarias para el trabajo en equipo.

En este método los estudiantes se dividen en grupos de dos a cuatro miembros. El docente entrega a todos los estudiantes uno o más ejercicios para que los lean y se den una idea inicial del trabajo. Luego los estudiantes se reúnen en sus grupos y en forma colaborativa dan aportes, escuchan los aportes de sus compañeros, discuten y solucionan uno a uno los ejercicios. La interacción entre los miembros del grupo puede realizarse secuencialmente o en paralelo; cuando es en paralelo, se puede definir un tiempo mínimo de espera para realizar aportes concretos en el diseño del algoritmo, tiempo que se debe dedicar a la explicación, la formulación de preguntas, entre otras. Después, el docente da un tiempo a los grupos para que analicen el procesamiento del grupo y finalmente, todos los estudiantes presentan una evaluación individual del tema.

Para el docente se definen cuatro fases principales. Una primera fase de planeación previa a la actividad, en la que formula los ejercicios, los tiempos, entre otro. Una segunda fase de programación en la que organiza de forma tentativa los grupos de ejercitación, al azar, por genero, o por otro criterio. Una tercera fase en donde realiza la reorganización y el monitoreo de los grupos, iniciando con la reorganización de los grupos si esto se requiere, entregando los materiales y dando tiempo a los estudiantes para que lean los ejercicios, luego monitorea los grupos observando los aportes de los estudiantes, el estado de solución del problema, reorienta a los grupos que se encuentren desenfocados entre otros. Finalmente, realiza un análisis general de la actividad con el objeto de mejorar el desarrollo de futuras actividades y dar recomendaciones a los estudiantes sobre situaciones observadas que fueron acertadas o que no deber ser mejoradas, entre otras (ver Figura 1). Este método contempla el proceso esencial planteado por Collazos et al [7]

Existen tres fases principales que desarrolla el estudiante cuando aplica este método. Una primera fase de preparación previa en la que estudia, repasa y se ejercita individualmente sobre los temas vistos en clase. Una segunda fase de ejecución de la actividad en si misma, donde realiza la solución de los ejercicios (el diseño de los algoritmos) con sus compañeros de grupo. Finalmente, una fase donde realiza la evaluación del

² Assisting Small-group teaching and C&IT en <http://cti-psy.york.ac.uk/aster/>

procesamiento del grupo y de sus propios conocimientos con un examen individual (ver Figura 1).

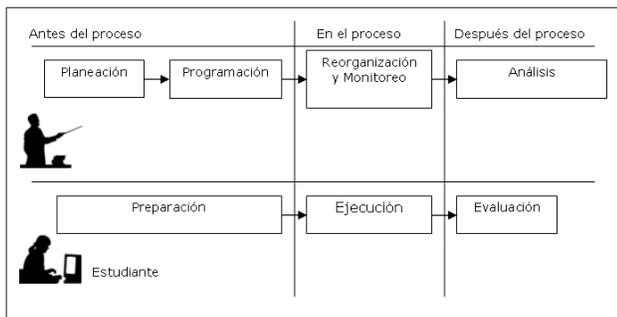


Figura 1 Fases principales de ALGOCOL

A continuación se presenta la descripción del ambiente computacional de ejercitación colaborativa desarrollado para la solución de problemas a través de los conceptos de la programación estructurada, denominado ACEP-PE y que se fundamenta en ALGOCOL.

4. Ambiente computacional para ALGOCOL

ACEP-PE es una aplicación software sincrónica distribuida. Esta herramienta incluye dos roles de usuario principales, ellos son: el docente y el estudiante. A continuación se describe el ambiente del docente y luego se describe el del estudiante.

El docente tiene la posibilidad de planear actividades, programar actividades, iniciar actividades (reorganizando los grupos), monitorear la actividad y analizar actividades ya terminadas, como en ALGOCOL. Además se cuenta con otras funciones que son: Entrar al sistema, comunicarse con la clase o con un grupo específico a través de un chat, cambiar el perfil, cambiar la clave de acceso, explorar un contenido específico de la asignatura y gestionar los estudiantes del curso.

La Figura 2 y 3 ilustra el mecanismo utilizado por el docente para coordinar una actividad y reorganizar los grupos.

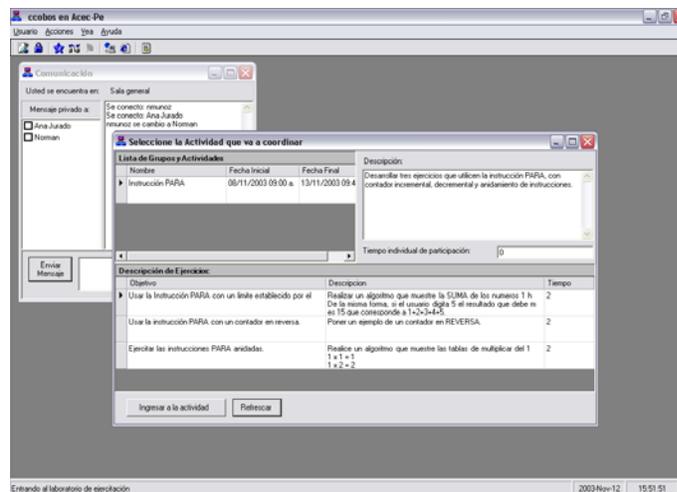


Figura 2 Ventana para coordinar una actividad

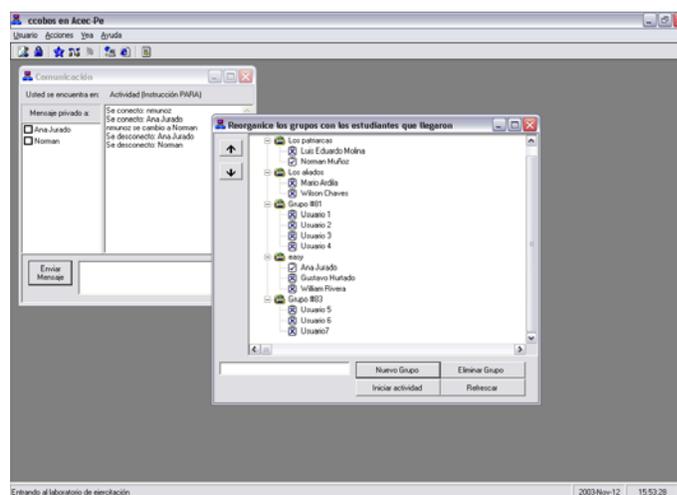


Figura 3 Ventana para reorganizar los grupos

Adicionalmente el docente puede monitorear la actividad donde puede enviar un mensaje a todos los grupos, o seleccionar un grupo y enviar un mensaje sólo a ese grupo, o por último seleccionar a un estudiante y enviar un mensaje privado a ese estudiante como lo muestra la figura 4.

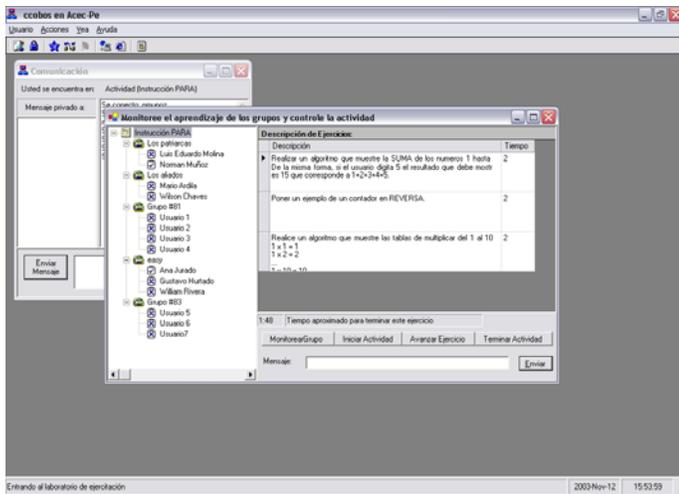


Figura 4 Ventana para el monitoreo de la actividad

El estudiante tiene la posibilidad de ejecutar una actividad y de analizar una actividad previamente terminada (histórica), como en ALGOCOL. Además cuenta con otras funciones que son: Entrar al sistema, comunicarse con la clase, con el grupo de trabajo o con el docente a través de un chat, cambiar el perfil, cambiar la clave de acceso y explorar un contenido específico de la asignatura (prepararse).

La Figura 5, ilustra el mecanismo realizado por el estudiante para ingresar a una actividad.

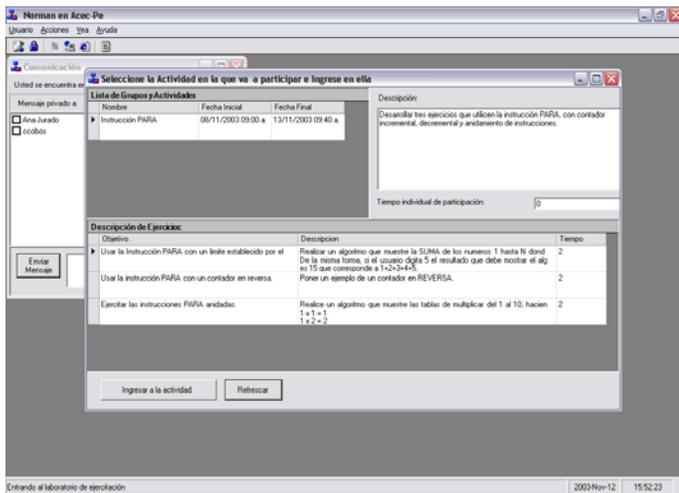


Figura 5 Ventana para ingresar a una actividad

Cuando el docente reorganiza los grupos e inicia formalmente la actividad, al estudiante se le activa automáticamente la ventana de la Figura 6, en la que

puede realizar la edición colaborativa del algoritmo con sus compañeros.

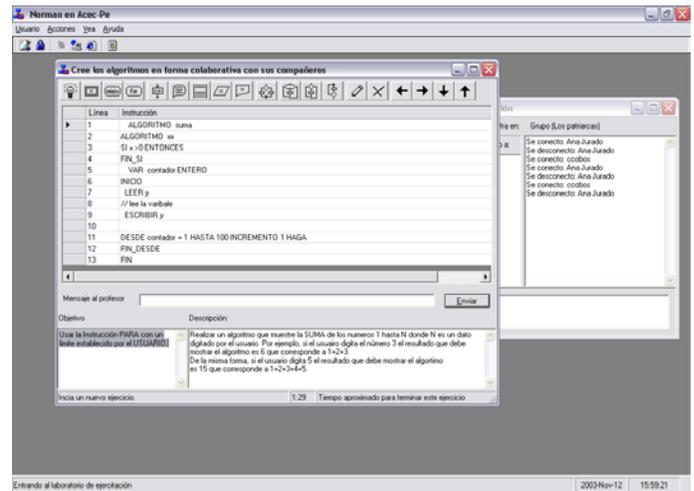


Figura 6 Ventana para edición colaborativa

Es preciso destacar que la ventana de comunicación nunca se deshabilita y el estudiante siempre puede comunicarse con sus compañeros. De hecho, cualquier operación que realice sobre el algoritmo (aportes de trabajo) aparecen registradas en la ventana de comunicación de todos los miembros del grupo.

Los dos ambientes (el del docente y del estudiante) cuentan con un visor Web que por defecto apunta a un curso de informática que les sirve a los estudiantes para repasar los conceptos de la asignatura [9]. Este contenido se puede ver en la figura 7.

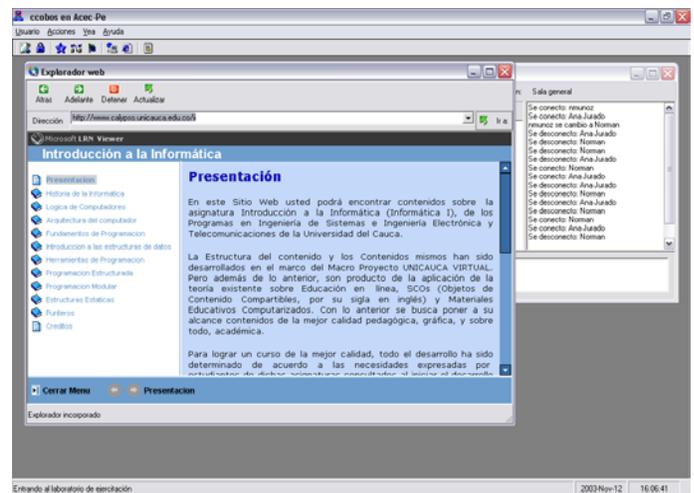


Figura 7 Ventana para navegar en contenido

A continuación se describen los experimentos realizados con ACEC-PE.

5. Experimentación

ACEC-PE ha sido experimentado por estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Cauca, Popayán, Colombia, específicamente por estudiantes de los cursos A y B de la asignatura denominada “Introducción a la Informática”.

Previamente al desarrollo de la experimentación fue preciso desarrollar una prueba piloto. Esta prueba se desarrolló, con un conjunto de estudiantes de la asignatura de Bases de Datos 1 (asignatura de cuarto semestre) y de Proyecto 1 (asignatura de noveno semestre). El resultado de la prueba fue satisfactorio y se obtuvieron algunos requerimientos de usuario final que sirvieron para mejorar el ambiente, previo a su experimentación por parte del público objetivo.

La utilización de ACEC-PE se realizó mediante dos experimentos, el primero para el curso A de la asignatura, en el cual se usó un experimento de cuatro grupos propuesto por Solomon [10] y el segundo para el curso B, en el cual se realizó un experimento tradicional, con un grupo de control y uno de experimentación.

Antes de iniciar la experimentación, ya se habían registrado en ACEC-PE los usuarios, la descripción de la actividad, los ejercicios de la actividad, los tiempos de cada ejercicio y los estudiantes de cada grupo. Como era de esperarse, al inicio de la actividad se debió reorganizar los grupos, debido a que no todos los estudiantes asistieron, por diferentes razones que no son relevantes para el estudio.

Al iniciar la experimentación, los estudiantes recibieron la capacitación correspondiente en el uso de ACEC-PE. En general el ambiente es muy intuitivo y fácil de aprender, pero se hizo la capacitación, pensando en que el público objetivo son estudiantes de primer semestre de bajos recursos económicos que en su mayoría no han tenido mayor contacto con el computador. A pesar, de lo anterior la capacitación, o mejor llamada inducción al ambiente no supero los diez (10) minutos.

El objetivo de la actividad se centro en realizar una ejercitación de las distintas formas que se puede usar la instrucción DESDE (PARA/FOR), a través de dos (2) ejercicios, con una duración de treinta (30) minutos cada uno y en grupos de tres (3) personas. Antes de iniciar la actividad se realizo un pre-prueba a unos grupos y después del experimento se le aplico una post-prueba a todos los estudiantes. El nivel de dificultad de esta última fue mayor, esto se realizó a propósito, buscando equilibrar (o anular) el posible efecto positivo que pudiese generar la pre-prueba en los estudiantes. Además se solicito a los estudiantes, contestar una encuesta sobre el análisis del procesamiento del grupo a los estudiante que realizaron aprendizaje colaborativo y otra encuesta sobre

las apreciaciones individuales de los estudiantes con respecto a la actividad colaborativa.

Es necesario comentar, que las conclusiones presentadas en cada experimento no son generales, sino específicas a la población objetivo, en este caso los estudiantes que actualmente cursan la asignatura de Introducción a la Informática. Para poder llegar a conclusiones más universales, sería necesario aplicar un método de series cronológicas con distintas poblaciones en distintas ciudades y marcos socio-económicos y culturales. Es por esto, que las conclusiones de la experiencia se limitan a dar una orientación de los pasos a seguir para desarrollar nuevos trabajos, reorientar los realizados o abandonar esta línea de investigación.

6. Conclusiones y trabajo futuro

ALGOCOL es un método que esta diseñado para realizar ejercitación presencial en el aula, pero ACEC-PE, extiende las capacidades de ALGOCOL llevándolo a los escenarios de la educación a distancia soportada por computadores en red, en la actualmente denominada Educación en Línea.

El desarrollo de ambientes computacionales colaborativos exige un fuerte soporte conceptual, metodológico e instrumental relacionado con el desarrollo de aplicaciones y sistemas distribuidos, debido a que en general, para estos sistemas se necesita construir una aplicación de comunicaciones y una aplicación de lógica que se encuentre en un equipo servidor y un conjunto de aplicaciones cliente que se comuniquen en forma asincrónica y por medio de diferentes hilos de ejecución con esas aplicaciones servidores.

ALGOCOL se caracteriza por ser un método de aprendizaje colaborativo más que cooperativo, ya que esta diseñado para que todos los miembros del grupo tengan un compromiso mutuo y realicen esfuerzos continuos y coordinados para realizar la actividad en conjunto[6].

En ALGOCOL el aporte de un individuo en la solución de un ejercicio esta fuertemente relacionado con lo que piensen y hagan los demás compañeros, para tener éxito en una actividad que usa ALGOCOL es necesario que los miembros del grupo tengan una visión compartida del problema y de la estrategia que van a utilizar para su solución [6].

Desde la perspectiva de la cohesión social, ALGOCOL genera un alto grado de interdependencia social ya que los individuos comparten objetivos comunes y el éxito de cada persona es afectado directamente por las acciones de los otros [4].

Basado en la perspectiva del desarrollo cognitivo, ALGOCOL es un método de AC que estimula la presencia del conflicto socio-cognitivo. Ya que el trabajo gira alrededor de la solución de problemas, en un área en la que un problema tiene muchas formas de ser resuelto

acertadamente. Es así como ALGOCOL propicia esfuerzos colaborativos para aprender, entender y resolver problemas [4].

Desde la perspectiva de la elaboración cognitiva, se puede decir que ALGOCOL, propicia la labor de explicación en cada una de las actividades que desarrolla el estudiante, esto permite que los niveles de retención y apropiación de los conceptos de la programación estructurada sean mejores [7].

Referencias

[1] Cortes, A. (2002). Informes semestrales sobre el rendimiento académico en las asignaturas del programa de ingeniería de sistemas. Universidad del Cauca.

[2] Johnson, Roger T. and David W. Johnson. "An Overview of Cooperative Learning." Creativity and Collaborative Learning Eds. Jacqueline Thousand, R. Villa and A. Nevin. Baltimore, Paul H Brookes Publishing. 1994.

[3] Collazos, C., Guerrero, L., Pino, J., and Ochoa, S. "Evaluating Collaborative Learning Processes". Proceedings of the 8th International Workshop on Groupware (CRIWG'2002), Springer Verlag LNCS, 2440, Heidelberg, Germany, September, 2002.

[4] Johnson, Roger T., Johnson, David W. Handbook of Research for Educational Communications and Technology. Edited by David H. Jonassen. 1997.

[5] Ted Panitz. Collaborative versus Cooperative Learning- A comparison of the two concepts which will help us understand the underlying nature of interactive learning. Cooperative Learning and College Teaching, V8, No. 2, Winter 1997. Ver Ted's Cooperative Learning e-book en <http://home.capecod.net/~tpanitz/ebook/contents.html>.

[6] Roschelle, J. & Teasley, S. (in press) The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In C.E. O'Malley (Ed) Computer- supported collaborative learning. Heidelberg: Springer-Verlag.

[7] Slavin, R.E. Research For The Future: Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know, What We Need To Know. Contemporary Educational Psychology, 21 (1), 43-69. Center for Research on the Education of Students Placed at Risk Johns Hopkins University. October 1995.

[8] McLaughlin, C. y Olson, G. (1992). Unblocking brainstorming through the use of a simple group editor. Cognitive Science and Machine Intelligence Laboratory. University of Michigan. ACM 0-89791-543-7.

[9] Cobos, C., Díaz, R., Garzón, M. (2002). Sitio web del proyecto de grado titulado: Diseño y Desarrollo de un curso en línea de Introducción a la Informática utilizando las Tecnologías de la Información. <http://www.uv.unicauca.edu.co>.

[10] Hernández, Roberto. Fernández, Carlos. Baptista, Pilar (Junio 1999). Metodología de la Investigación. Segunda Edición. McGraw Hill.

[11] Collazos, C., Guerrero, L., Pino, J., Stahl, G., and Ochoa S., Using Games to Model and Evaluate Collaborative Learning. ICLS, International Conference of the Learning Sciences, Santa Monica, CA - June 22-26, 2004