

# UNA EXPERIENCIA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS A TRAVÉS DE MODELOS COOPERATIVOS–COLABORATIVOS APLICADA A ALGORITMIA USANDO NUEVAS TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN

Fernando J. Lage<sup>1</sup> & Zulma Cataldi

*informat@mar.fi.uba.ar*

Laboratorio de Informática Educativa – I+D, Departamento de Computación . Facultad de Ingeniería  
Universidad de Buenos Aires. Paseo Colón 850, 4º Piso - 1063 - Capital

**Descriptores:** Metodología de la enseñanza, innovaciones pedagógicas, Nuevas tecnologías aplicadas a la educación.

## RESUMEN

En este trabajo se analizan los primeros resultados de la experiencia de trabajo cooperativo y colaborativo que se viene llevando a cabo en los cursos de iniciales de Algoritmos y Programación I de la carrera Ingeniería Informática aplicada a la resolución de problemas..

Esta propuesta se puso en marcha debido a los problemas que hemos detectado en los alumnos evidenciados por los fracasos en los exámenes en los últimos cuatrimestres. (Lage, Cataldi, Denazis, 2000). La misma se realizó a través de foros de discusión con seguimiento de los alumnos en la realización de tareas cooperativas y colaborativas.

Se pensó que de este modo cada uno de los alumnos logrará el "andamiaje" necesario en la realización de sus trabajos prácticos, por parte de sus pares y de los docente que atienden el foro , activándose además el proceso de negociación con sus pares.. Para el diseño de la experiencia se tomaron las pautas del trabajo cooperativo de Johnson y Johnson (1999) en un ambiente mucho más motivante y natural, que provee las nuevas tecnologías de comunicación.

## INTRODUCCIÓN

En trabajos previos (Lage & Cataldi, 2001a) habíamos destacado que diversos autores tales como Madoz et al. (2000) se centraron en el objetivo de la estimulación del progreso y desarrollo de la capacidad para resolver problemas de manera autónoma y creativa como requisito de la enseñanza universitaria, para lo cual tomaron una línea de investigación cuya finalidad es el desarrollo de la habilidades del pensamiento inherentes a la programación. Si bien desde una visión conceptual la resolución de problemas para las carreras de informática es una aptitud compleja que se asocia con actividades humanas inteligentes: la programación de algoritmos representa el caso de resolución de problemas que requiere de la representación mental del mundo real y adaptación para tener una solución computable y criterio para elegir una alternativa eficiente de implementación. (De Giusti, 1995)

Pérez López (1991) afirma que: *"el aprendizaje es cualquier cambio que se produce como consecuencia de un proceso de interacción (entre dos agentes), siempre que la modificación sea significativamente importante para la explicación de interacciones futuras"*. Y, respecto del aprendizaje a través de la resolución de problemas Muñoz Seca y Riverola (1997) sostienen que: *"El resultado final del aprendizaje a través de resolución de problemas es la creación de un modelo mental que, al mismo tiempo potencia las capacidades de aprendizaje"*. Resolver problemas entonces implica realizar varios pasos: entender el problema globalmente, subdividir el problema en subproblemas, establecer una organización jerárquica entre ellos y resolver cada uno de los subproblemas implica desarrollar programas más pequeños o módulos de programa, que bien pueden ser procedimientos o funciones, que luego se integran.

Los alumnos que llegan a un primer curso de Algoritmia e integran el mismo normalmente son un grupo heterogéneo en cuanto a conocimientos previos. Esto queda evidenciado en las evaluaciones diagnósticas iniciales que consisten en la resolución de ejercicios orientados al manejo de proporciones, manejo de relaciones y uso de variables. Los resultados dan información acerca del estadio evolutivo general de los alumnos, desde una óptica piagetiana. Además permitirán tener una referencia para saber cuál ha sido el rendimiento de los alumnos respecto del estado inicial al finalizar el período.

---

<sup>1</sup>Trabajo realizado en el marco del Magíster de Automatización de Oficinas de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata

## DESARROLLO

### La cooperación y la colaboración

Primero hay que destacar que la cooperación y la colaboración no son excluyentes, sino que son complementarias, de acuerdo al tipo de tratamiento de los problemas a resolver y a los valores involucrados en las interacciones entre los participantes en la búsqueda de la solución.

El *aprendizaje colaborativo* se refiere a la formación de grupos o equipos de trabajo orientados hacia ciertos objetivos de aprendizaje, donde *cada participante del grupo interviene en todas y en cada una de las partes del proyecto o problema*. En cambio en la *cooperación*, cada uno de los integrantes del grupo, tiene destinada *una tarea específica dentro del proyecto o problema*, realizando en este caso un trabajo más individual como parte del trabajo total. El trabajo *cooperativo* se basa en la siguiente operatoria: dado un cierto problema, el mismo se debe *completar dividiendo las tareas* entre los agentes cooperantes, donde cada uno es responsable de su parte para la resolución del problema en su totalidad. La *colaboración* en cambio incluye el compromiso mutuo de los participantes en un *esfuerzo coordinado para resolver los problemas juntos*. La colaboración no es un tratamiento de las tareas que causa efectos positivos en los participantes, sino que es una estructura social en la cual dos o más personas interactúan entre sí, bajo determinadas circunstancias, y son estas interacciones las tienen y producen un efecto positivo. (Johnson y Johnson, 1999).

Johnson y Johnson (1999) citan las reglas básicas de la cooperación: tales como: cuando una persona habla el resto escucha, se respetarán todas las ideas, pueden existir varias respuestas, cada estudiante tiene la misma oportunidad de participar, y resumen las características del trabajo cooperativo: equipo cooperativo, una administración a través de reglas, voluntad de cooperar, habilidad para cooperar y escuchar a los demás, resolver problemas y apoyarse mutuamente, estructuras y roles. En cuanto a los principios, se pueden señalar tres principios básicos para el trabajo cooperativo: responsabilidad individual, participación equitativa, interacción simultánea

Por lo tanto, "*cooperar*" significa trabajar juntos para lograr objetivos compartidos y el "*aprendizaje cooperativo*" es el uso de la educación de grupos pequeños en los que los alumnos trabajan juntos para mejorar sus propios aprendizajes y los de los demás. Los aspectos más importantes de la cooperación están centrados en los objetivos, en los niveles de cooperación, en el esquema de interacción y en la evaluación de los resultados.

Con Piaget (1962) y Vigotkii (1978) sobreviene la perspectiva evolutiva cognitiva, ya que para Piaget, cooperación es "*el esfuerzo para alcanzar los objetivos comunes mientras se coordinan los propios sentimientos y puntos de vista de los demás*". Por lo tanto, cuando las personas cooperan, surge el conflicto sociocognitivo que crea el desequilibrio pertinente para lograr el desarrollo cognitivo. Vigotkii (1978) basa su teoría en que las funciones y logros humanos se originan en las relaciones sociales, dice que: "*el conocimiento es social y se lo construye a partir de esfuerzos cooperativos por aprender, entender y resolver problemas*". Sostiene que "*la zona de desarrollo próxima es aquella situada entre lo que un alumno puede hacer sólo y lo que puede lograr si trabaja en 'colaboración' con pares o con guías e instructores*".

Se puede afirmar que la gran promesa del aprendizaje colaborativo es entonces permitir a los estudiantes aprender en forma real, motivados cognitivamente y enriquecidos en un contexto de aprendizaje social comparado con otros paradigmas como el aprendizaje socrático (Perkins, 1995) y el aprendizaje por descubrimiento (Bruner, 1988). Esta forma de acceder a los conocimientos promoviendo los esfuerzos en colaboración permite gran efectividad cuando en el grupo existe conceptos erróneos o preconceptos. (Cataldi, Lage et al., 1998). Según Schönfeld (1987) una hipótesis básica subyacente de los trabajos en ciencia cognitiva es que las estructuras mentales y los procesos cognitivos son extremadamente ricos y complejos, pero que tales estructuras pueden ser comprendidas y que esta comprensión ayudará a conocer mejor los modos en los que el pensamiento y el aprendizaje tienen lugar. El centro de interés es explicar aquello que produce el "*pensamiento productivo*", o sea las capacidades de resolver problemas significativos.

### Algunas investigaciones previas en educación superior

Se pueden citar algunas investigaciones en educación superior en la Universidad de Carolina del Norte, investigadores como Felder y Brent (1994) han realizado estudios longitudinales adaptando y diseñando procedimientos para implementar técnicas de aprendizaje cooperativo en cursos que se basan la resolución de problemas. Señalan además, algunas de las advertencias para la implementación del aprendizaje cooperativo y remarcan los beneficios hacia los estudiantes y los coordinadores. Johnson y Johnson (1991) también se han preocupado en sus estudios sobre de la efectividad de los aprendizajes cooperativos en educación superior. Este aprendizaje puede ocurrir tanto dentro como fuera del aula. La idea básica es que los estudiantes aprendan "*haciendo*" y no sólo "*escuchando*" durante las clases. (Bonwell et al., 1991) y que durante las clases realicen trabajos cooperativos y colaborativos pudiendo incluir fuera de la clase actividades tales como: poner en marcha trabajos de investigación, completar la resolución de problemas, preparar informes, presentar informes, diseñar proyectos, etc.

Nuestro trabajo actual se basa en las observaciones de investigadores como Felder y Brent (1994) quienes han evidenciado que los estudiantes después del trabajo en grupo cooperativo tienden a exhibir: un mejor rendimiento

académico, un mejor nivel de razonamiento, desarrollo de habilidades de pensamiento, entendimiento más profundo del material de aprendizaje, más tiempo dedicado a las tareas y menos interrupción en clase, mayor motivación intrínseca hacia el aprendizaje y sus logros y mayor capacidad para ver situaciones desde otras perspectivas.

En trabajos anteriores habíamos señalado una serie de problemas relativos al bajo rendimiento de los alumnos en un curso inicial de algoritmia (Lage, Cataldi, Denazis, 2000). A partir de la información provista por los alumnos a través de los guiones en la preparación de sus exámenes enumeraron una serie de evidencias tales como: falta de consultas a bibliografía, poco de tiempo dedicado al estudio, falta de metodologías de estudio, falta de estrategias para resolución de problemas, ya muchos de los estudiantes no leen correctamente el enunciado o lo interpretan mal, dificultades para diferenciar la información relevante de la que no lo es. Esto revela problemas tales como la falta de atención y el conocimiento frágil de los alumnos (Perkins, 1995). Centrados en estos cinco indicadores se pensó en buscar y diseñar estrategias de estudio que permitan: mejorar el rendimiento de los alumnos e inculcarles hábitos de estudio, fomentar la investigación y lograr la motivación.

De acuerdo a los problemas que hemos detectados, nuestra hipótesis es que un cambio en la metodología de trabajo de los estudiantes podría mejorar su rendimiento y que esta metodología de trabajo podría ser una de las posibilidades más efectivas para los docentes de áreas diversas de carreras de ingeniería, para lo cual se requiere de un docente coordinador y tanto el coordinador como los integrantes de los grupos deberán estar conscientes de: armar grupos de pocos integrantes (se sugiere tres) con niveles de habilidades heterogéneos, seleccionar a los estudiantes uno mismo (Feichtner & Davies, 1991), asignar roles rotativos en los grupos: coordinador, monitor, registrador (Johnson et al., 1991) escéptico (Heller, 1992), asignar problemas individualmente para terminarlos en grupo, no dejar que unos trabajen para otros, no ponerlos en la solución si no participaron, promover “la rendición de cuentas” individual, realizar la evaluación del rendimiento periódico de los grupos, ofrecer ideas para mejorar el funcionamiento del grupo, proveer ideas a grupos que funcionan mal, no reconstituir los grupos periódicamente,

## **Metodología seguida**

El desarrollo del presente trabajo se centró en tres momentos:

1. Diseño de los problemas que los alumnos deben resolver teniendo en cuenta los procesos mentales se desean desarrollar y las funciones superiores del pensamiento se quieren estimular relacionadas con el contenido o recorte de contenidos relativos al trabajo práctico a resolver.
2. Período de entrega del trabajo para su desarrollo, los que implica trabajo cooperativo, procesos de negociación y colaboración con otros grupos. Este momento se centra en el monitoreo de las actividades de los alumnos y *andamiaje* por parte de los propios alumnos y del coordinador si fuera necesario.
3. Evaluación de los resultados de los trabajos resueltos y evaluación general de la experiencia.

### **Primer momento: diseño de los problemas**

Los problemas a realizar por los alumnos en forma grupal fueron confeccionados de modo tal que: relacionen e integren todos los temas vistos hasta el momento de confección del mismo, analicen el problema y piensen diferentes estrategias de solución, propongan estrategias de solución factibles, diseñen el algoritmo de acuerdo a la solución pensada, confeccionen la documentación interna y externa y un buen manual de usuario, defiendan la solución propuesta, utilicen el material bibliográfico suministrado y el recomendado, que usen las estrategias de aprendizaje cooperativo y colaborativo cuando las requieran, y evalúen sus propias performances para la resolución de problemas (antes y después de la experiencia)

### **Segundo momento: la experiencia propiamente dicha**

Básicamente la idea es la utilización eficiente de los recursos que disponen los alumnos para ayudarlos en la tarea de resolución de los Trabajos Prácticos.

Se estableció un protocolo de trabajo como el siguiente: se armaron grupos de trabajo de tres alumnos a los que les entregó el trabajo práctico a resolver. La base del trabajo para la resolución de los problemas consistió en dividir un problema en subproblemas o módulos e integrarlos. El tiempo entre la entrega del Trabajo Práctico y su devolución fue de 15 días. Se utilizó un foro de discusión cerrado exclusivamente para los participantes del curso. Cada grupo debía repartir el trabajo para que cada integrante pudiera elaborar la parte correspondiente en forma cooperativa. Cuando un alumno cooperante tenía una duda, esta se publicaba para que todos pudieran colaborar en la obtención de la solución. El proceso de negociación de las comunicaciones estaba siempre supervisado por un coordinador. Cuando se llegaba a un resultado correcto o factible, éste se publicaba a fin de que el grupo pudiera seguir con su trabajo. Se llevó un registro de la cantidad y calidad de las intervenciones de cada uno de los alumnos colaborando con aquellos que tuviesen problemas.

### **Tercer momento: La evaluación de los alumnos y de la experiencia**

Las etapas seguidas son: Se tomó el rendimiento de los alumnos en los exámenes finales para compararlos con los anteriores períodos. Luego, se comparó la eficiencia de los grupos en cuanto a la realización de los trabajos prácticos en los períodos en estudio. Se hizo el seguimiento de la participación de los alumnos en la realización de los trabajos prácticos. Se interpretó el índice de abandonos al final del período.

## Evaluación

Se observó que el 100 % de los alumnos presentaron sus trabajos prácticos resueltos en tiempo y en forma, esta siendo esta la primera vez que esto sucede a los largo de los 10 períodos de estudio. De este modo se pudo ver que los trabajos grupales han sido resueltos en su totalidad con una eficiencia promedio del 70-80 % (calificación promedio en los trabajos prácticos). De acuerdo al seguimiento de los correos electrónicos se ha visto que la participación de los alumnos de los grupos se realizó en igual medida. Se observó que en este caso particular los únicos inconvenientes que los grupos han tenido hacían referencia a problemas por motivos laborales de sus integrantes.

Se ha observado además en los trabajos prácticos presentados un mejor nivel en cuanto a la organización de las partes y los contenidos de los mismos. Esto sugeriría que los alumnos han llegado a un nivel de significatividad de los aprendizajes superior. Estos resultados no son estrictamente confirmatorios, ya que son un punto de partida y habría replicar la experiencia aumentando el tamaño de la muestra.

Se destaca que se ha realizado un seguimiento estadístico durante seis cuatrimestres y dos cursos de verano, cuyos resultados se muestra en el trabajo presentado en el III Simposio de Educación Matemática (Cataldi, Lage, 2001a) donde se pueden observar los gráficos estadísticos.

## CONCLUSIONES

Se realizó una encuesta semiestructurada a los alumnos a fin de determinar el grado de interés respecto a la nueva forma de trabajo. Ellos sostienen que el trabajo en grupo les facilita los aprendizajes y que la metodología empleada se podría mejorar con sesiones de chat. Este modo de compartir inquietudes comunes y de resolución “*entre todos*” les ha dado una visión más amplia en cuanto al modo de encarar la resolución de los problemas. Se ha observado en este curso experimental que todos los grupos han llegado a entregar su Trabajo Práctico en fecha y en forma. Se han registrado todas las intervenciones de los alumnos que colaboraron y se está analizando el tipo y la calidad de las mismas.

Los alumnos han negociado significados a fin de interpretar los enunciados de los problemas, las evidencias quedaron registradas, ya que preguntaban acerca de tal o cual significado de algunas de las preguntas del problema. Algunos alumnos recomendaron al resto de los participantes bibliografía de consulta para determinados temas, este flujo de información era casi inexistente en indagaciones previas.

Se ha extendido esta metodología de trabajo para formación de recursos humanos (Lage & Cataldi, 2001b) basada en un software para groupware y se ha diseñado un modelo y se aplicó a un grupo experimental donde se ha podido reconocer diferentes formas de atacar los problemas de los grupos, lo que hace que esta metodología sea propicia para el trabajo en dominios tales como los de las ingenierías. En estos casos el trabajo bien podría aplicarse inicialmente dentro del aula, para luego reforzarlo fuera de la misma. Este tipo de “*entrenamiento*” facilitará la inserción laboral de los estudiantes e incrementará su capacidad para trabajar en grupos. (Lage & Cataldi, 2001c)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonwell et al. (1991) *Active Learning. Creating Excitement in the Classroom*. ASHE. ERIC. High Education Report N° 1. George Washington University.
- Bruner J. (1988) *Desarrollo cognitivo y educación*. Morata. Madrid.
- Cataldi, Z., Lage, F. y Perichinsky, G. 1998. *Enseñanza de Computación: una disciplina en vertiginoso cambio dentro de una educación en cambio*. Proceedings del IV Congreso Internacional de Ingeniería Informática. Páginas 286-295. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería.
- Lage, F.; Cataldi, Z. et al. (2001a): *Una experiencia cooperativa-colaborativa asincrónica aplicada a la resolución de problemas*. Aceptado en el III Simposio de Educación Matemática, organizado por la Universidad de Luján, 1 al 5 de mayo de 2001. Chivilcoy.
- Lage, F. & Cataldi (2001c) *Modelo 4C Cooperativo-Colaborativo Para Capacitación De Recursos Humanos A Través De Intranet/Extranet*. WICC 2001. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. San Luis. 22-24 de mayo.
- Lage, F. y Cataldi, Z. et al. (2001b): *El modelo 4C para capacitación de recursos humanos ooperativo-colaborativo*. Informe interno, aceptado en EDUTECH 2001. Universidad de Murcia.
- De Giusti A., Gorga G., Madoz, C. (1995) *Desarrollo de Ambientes de software multimedial aplicados en educación*. Proyecto de la Secretaria de Extensión Universitaria.
- Feichtner S. y Davies E. (1991) *Why some groups fail: A survey of students' experiences with learning groups*. The Organizational Behavior Teaching Review. 9 (4), 75-88.
- Felder R. y Brent R. (1994). *Cooperative learning in technical courses: procedures, pitfalls and payoffs*. ERIC Document Reproduction Service Report. ED 317038.
- Heller P. et al. (1992) *Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 2. designing problems and structuring groups*. Am. J. Phys. & (7), 637-644.

- Johnson D. y Johnson R. (1995) *Teaching Students to be Peace Makers*. Interaction Book Co.
- Johnson D. y Johnson R. (1999) *Aprender Juntos y Solos*. Aique
- Johnson D. y Johnson R. et al. (1991) *Cooperative learning. Increasing College Faculty Instructional productivity* ASHE-ERIC. High Education Report N° 4. George Washington University.
- Lage F. J., Cataldi Z., Denazis J. (2000) *The Scripts of University Students and Experts in the Preparation of the Examinations: A study in Process*. Proceedings of 30<sup>th</sup> SEE/IEEE Frontiers in Education Conference. FIE'2000. Kansas, 18-20 de octubre. Sesión F1G
- Madoz C. et. al. (2000) *Análisis de resultados de un cambio metodológico en la enseñanza inicial de Programación*. Cacic 2000. Ushuaia. 2-7 de octubre.
- Muñoz Seca B. y Riverola J. (1997) *La generación del conocimiento*. Biblioteca IESE.
- Pérez López J. A. (1991) *Teoría de la acción humana en las Organizaciones. La acción personal*. Rialp. Madrid.
- Perkins David (1995) *La Escuela Inteligente*. Gedisa.
- Piaget J. (1962) *Play, dreams and imitation*. N.Y. Norton
- Schöenfeld, A.H. (1987). Cognitive science and mathematics education: an overview. En Schöenfeld A. H. (Ed.), *Cognitive science and mathematics education*. London: LEA, p. 1-32.
- Vigotzkii L. (1978, 1981) *Mind in Society. The development on higher psychological process*. Cambridge M. A. Harvard University Press.

Drago DSM - Distribuidora San Martín  
<http://www.dragodsm.com.ar>