

# Trabajo en colaboración intra y entre equipos de prácticas

A. PARDO, O. RUBIES, M.A. MORUNO, A. ORTEGA, S. MARCO

*Departament d'Electrónica, Facultat de Física, Universitat de Barcelona. España*

*Las clases prácticas son una herramienta básica para el desarrollo de habilidades adicionales que son especialmente apreciadas por la empresa. En particular, el aprendizaje de lenguajes de programación debe fomentar habilidades como la capacidad de trabajar en grupo o la comunicación, que son necesarias en todo programador. Este trabajo presenta una experiencia en la organización de grupos de trabajo de programación en coordinación a dos niveles: dentro del grupo y entre grupos de trabajo.*

## 1. Introducción:

La ciencia y la tecnología se han convertido en un valor fundamental en la sociedad, hasta tal punto que han propiciado lo que hoy en día se conoce como “sociedad de la información”. El mantenimiento de esta estructura precisa de profesionales competentes en campos como telecomunicaciones, ingeniería electrónica, ingeniería de software y aplicaciones, etc. Tradicionalmente la Universidad es la encargada de la formación de los individuos que soportan esta estructura. En este sentido, un objetivo fundamental de la educación universitaria obvio es la formación de individuos para ser competentes en el mundo laboral actual y en el previsible futuro a corto-medio plazo. Sin embargo, este puente entre Universidad-Sociedad no tan fuerte como debería ser y en muchas ocasiones aparecen ciertos desencuentros que deben ser superados.

En la parte que es competencia de la Universidad, parece claro que debe producirse una renovación pedagógica basada en la introducción de ideas innovadoras que redunden en un acercamiento hacia la realidad del mercado laboral actual. La docencia no puede seguir apoyándose exclusivamente en la metodología tradicional porque la evolución vertiginosa de la tecnología y de la sociedad generará una distancia difícil de salvar. En este sentido, el trabajo cooperativo y el aumento de la interacción entre el alumnado y entre el profesorado, ha sido considerado desde siempre una clave educativa para la renovación pedagógica y puede ser una herramienta útil para la convergencia de objetivos.

Dentro de los procesos educativos, el ámbito donde el trabajo cooperativo puede introducirse de forma natural son las clases de prácticas. Las asignaturas de la mayoría de carreras, especialmente las carreras científicas y técnicas, incorporan en el proceso de aprendizaje el desarrollo de este tipo de clases, donde se aporta al alumno un conocimiento empírico de la materia objetivo, habitualmente impartida en forma de clases magistrales. En cierta manera, las clases de prácticas sirven también para romper la unidireccionalidad de la información de las clases magistrales, a la vez que son clases especialmente adecuadas como instrumentos eficaces para introducir habilidades adicionales, no directamente relacionadas con los conocimientos cognitivos objetivo de la asignatura. De entre estas habilidades, destacan por su interés en el mercado laboral, las relacionadas con el aprendizaje del trabajo en cooperación y la preparación para la aptitud social.

Ciertamente, estas habilidades son especialmente apreciadas por el mercado laboral que, por otra parte, demanda cada vez con más insistencia que los alumnos reciban este tipo de formación. Observando el panorama actual del trabajo en las empresas, donde difícilmente se abordan proyectos que no requieran un desarrollo en colaboración, esta demanda está más que justificada. Es evidente que actualmente, el trabajo en el marco de la industria y la ingeniería del software se lleva a cabo mediante equipos de trabajo coordinado que incluso pueden estar, gracias a los avances en la tecnología de comunicaciones, geográficamente distribuidos en localizaciones diferentes [1][2][3][4]. Se estima que los profesionales dedicados al desarrollo de

software y aplicaciones, dedican el 50% del tiempo a trabajar conjuntamente con otros equipos en el desarrollo de soluciones [5]. En definitiva, hoy en día no se puede entender la programación como el resultado de un trabajo individual; al contrario, suele ser habitual optar por estrategias de trabajo conjunto y modular, en el que los diferentes equipos trabajen de forma coordinada en los diferentes módulos del sistema[1][2]. Esto requiere conciliar dos niveles de trabajo coordinado: el nivel de coordinación dentro del propio equipo de trabajo y el nivel de coordinación entre diferentes equipos de trabajo. Para atender estas necesidades, y como ya se ha dicho anteriormente, el mundo laboral en general demanda profesionales con capacidad para el trabajo en grupo [6] y, en particular, las compañías dedicadas al desarrollo de software y aplicaciones precisan imperativamente profesionales capaces de trabajar en cooperación, de tal manera que estas compañías valoran las habilidades para la comunicación y el trabajo en grupo igual o por encima incluso de las capacidades técnicas [7].

Frente a la realidad del mercado laboral, las compañías califican de insuficiente la formación que reciben los alumnos, especialmente en dos aspectos:

- Sentido práctico de los estudios: los nuevos programadores suelen atender más a la elegancia de los algoritmos que a la practicidad para los usuarios finales
- Habilidades sociales: no hay costumbre de trabajar en equipo y existe una incapacidad manifiesta de expresar verbalmente o por escrito las ideas de una manera clara y ordenada.

Atendiendo al objetivo formativo y actualizado antes mencionado y para que el puente Universidad-Sociedad sea eficiente hay que atender a las demandas de la empresa, mejorar y corregir las flaquezas, fortaleciendo la vertiente práctica de las enseñanzas y orientando y fomentando el desarrollo de habilidades sociales. En particular, para el caso de la formación en el campo del software, la realidad ha de ser incorporada de alguna forma a la docencia; los alumnos deberían exponerse a experiencias que se aproximen a la forma de trabajo de la industria del software. En este sentido, posiblemente las asignaturas dedicadas a enseñar lenguajes de programación sean especialmente adecuadas ya que permiten de manera natural preparar experiencias de colaboración a dos niveles tal como la realidad del mercado impone. En este trabajo se presenta este tipo de experiencia de trabajo en el marco de una asignatura básica de aprendizaje del lenguaje de programación C.

Como contrapartida, hay que decir que desde el punto de vista académico este tipo de organización presenta mayor dificultad en la evaluación y requiere mayor atención en la organización de los grupos [8][9][10].

## **2. Trabajo cooperativo**

El trabajo cooperativo se viene aplicando dentro de la formación del alumnado en muy variadas y diversas circunstancias. Sin pretender profundizar en la materia, en una definición estricta [11][12][13][14], el trabajo cooperativo requiere de una serie de elementos específicos:

- Interdependencia positiva: todos los alumnos del grupo dependen del resto de compañeros
- Aportación individual: cada persona aporta y contribuye al aprendizaje
- Habilidades sociales: comunicación, liderazgo, etc.
- Interacción personal

A lo largo de las diferentes experiencias registradas, se evidencia que, el trabajo en cooperación, aunque no es garantía de eficacia, permite alcanzar objetivos alternativos relacionados con los elementos específicos que se acaban de listar, que de otra manera no se podrían conseguir [11][13][14]. Por otro lado, el trabajo cooperativo mal entendido puede dar lugar a efectos contrarios a los deseados y, existen toda una serie de dificultades que provocan resultados empobrecedores en la realización de las tareas [15]: Falta de concreción inicial del objetivo que se persigue, tendencia hacia la individualidad no cooperativa, pasividad, prejuicios,...

Superar estas dificultades requiere de la implicación personal, dentro del proyecto colectivo. Un análisis de algunos de estos factores se ha presentado en otro trabajo dentro de la presente edición de TAAE2006 [16]. Sin embargo, el presente trabajo pretende introducir una variación del trabajo en cooperación, más adecuado en la formación de un futuro programador de aplicaciones en particular, aunque también útil para la formación en el campo de la ciencia y tecnología en general.

Existen algunas iniciativas dedicadas a introducir el trabajo cooperativo en cursos de ciencia computacional o ingeniería de software [17][18][19][20][21][22][23]. Sin embargo, a menudo iniciativas en éste ámbito se reducen a dividir a los alumnos en grupos pequeños para trabajar en la resolución de problemas de programación que, por otra parte podrían resolver de forma individual en un curso tradicional. Sin menos valorar estas iniciativas, es cierto que en este ámbito no se aprovecha toda la potencialidad del trabajo en coordinación. La iniciativa que se presenta trata de añadir un nivel adicional de cooperación en la solución de un proyecto común. Se trata de, imitando los procesos reales en el mundo laboral, dividir a los alumnos en grupos que trabajan en la solución de un problema general a partir de la subdivisión del problema en módulos más sencillos. Cada grupo trabaja en la solución de su módulo, pero a la vez debe existir comunicación entre los grupos a fin de consensuar parámetros, formatos, variables, y debe existir, además, un nivel de coordinación general de todo el trabajo.

De esta manera se pretende fomentar la superación de las dificultades del trabajo cooperativo antes mencionadas, impulsar una activación de la cooperación a un nivel superior y promover una experiencia cercana a las existentes en el mundo laboral real. Por otra parte, atendiendo a los aspectos de evaluación, cabe decir que este tipo de iniciativas son generalmente bien valoradas por profesores y alumnos, sin embargo presentan una mayor dificultad intrínseca a la hora de evaluar el trabajo realizado.

### **3. Marco de trabajo de la experiencia**

El contexto en el que se presenta este trabajo es el de la enseñanza superior de Ingeniería Electrónica. En concreto la experiencia se ha desarrollado en la asignatura de Fundamentos de Computación, asignatura optativa de la licenciatura de Ciencias Físicas de la Universidad de Barcelona y asignatura, también, que sirve de puente para iniciar la enseñanza en Ingeniería Electrónica en la Universidad de Barcelona. La asignatura está dedicada a enseñar las bases para la programación en ensamblador del procesador 80x86 y las bases para la programación en lenguaje C.

La organización de la asignatura se ha diseñado para dar un peso importante a la programación práctica atendiendo a la idea que la programación se aprende fundamentalmente programando. Las clases magistrales se dedican a transmitir conceptos básicos y sintaxis, y el mayor peso de la asignatura está centrado en clases de problemas y prácticas. Las clases de problemas son sesiones de 1 hora dedicadas a desarrollar pequeños algoritmos o funciones básicas que den solución a diferentes problemas. En estas sesiones, se fomenta la técnica de programación por parejas. Bajo esta forma de trabajo en colaboración, uno de los programadores va diseñando en el ordenador el programa solución. El otro miembro observa activamente el trabajo del primero, buscando errores, pensando en alternativas, preguntando, etc... A lo largo del curso, los papeles se intercambian periódicamente.

Las prácticas se organizan bajo la forma de doce sesiones de 2 horas/sesión donde se elaboran algoritmos más complejos ocasionalmente apoyados en las funciones básicas desarrolladas en las clases de problemas. El desarrollo también es bajo la forma de colaboración por parejas.

Adicionalmente, y en este marco de trabajo, a los alumnos se les ha propuesto dar solución a un problema concreto de mayor envergadura. La aplicación objetivo en esta experiencia consiste en elaborar un sistema de procesado y presentación de datos sobre una base de datos real de mediciones meteorológicas. Para ello, los alumnos se organizaron en cuatro equipos de trabajo de tamaño medio:

- Equipo 1: Lectura y escritura de ficheros y formato de datos (11 personas)
- Equipo 2: Procesado de datos: funciones y estadísticas básicas (12 personas)
- Equipo 3: Presentación en pantalla y gráficos (12 personas)
- Equipo 4: Coordinación del trabajo general (4 personas)

Los equipos 1, 2 y 3 son responsables de generar las funciones en C necesarias para cumplir con el cometido que tiene asignado. Dentro de estos equipos, existen dos papeles diferenciados; dos personas del equipo son los coordinadores del mismo mientras que el resto son los programadores.

El equipo 4 de coordinación, que es el equipo más pequeño en número de personas, organiza las tareas y planifica el trabajo general. En este equipo no existen programadores ni hay jerarquía. La estrategia a seguir para conseguir el objetivo es responsabilidad de este equipo y para ello debe discutir y consensuar las diferentes opciones técnicas.

Establecida la estrategia, ésta es transmitida a los coordinadores de los equipos de trabajo. Éstos tienen la misión de desarrollar la estrategia con el equipo de programadores, coordinando las tareas en su equipo de trabajo. Los programadores desarrollan las ideas en el ordenador con la supervisión de los coordinadores. Todas las dificultades, variaciones o alternativas supuestamente mejores son reportadas desde la coordinación de cada equipo hacia el equipo de coordinación general para su valoración y análisis.

En definitiva, en este ejercicio el alumno se enfrenta a una experiencia que obliga a:

- Coordinar sus tareas con sus compañeros de grupo
- Hacer aportaciones individuales a la tarea
- Coordinar y organizar las tareas en función del resto de grupos
- Comunicar información relevante dentro del grupo y entre grupos
- Aprender autónomamente y en colaboración

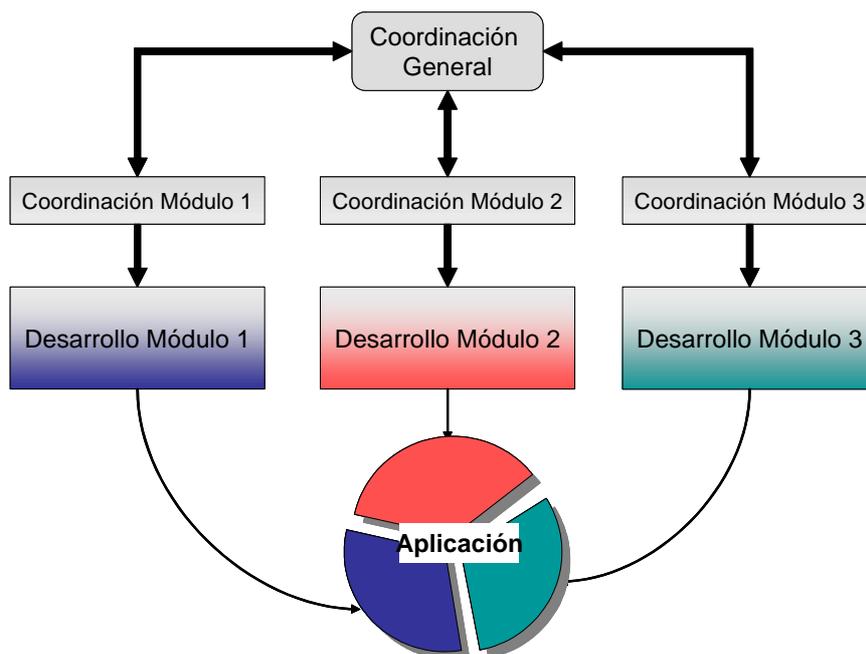


Figura 1: Esquema de trabajo en colaboración intra y entre grupos planteado

#### **4. Estructuras de los grupos**

La formación de los grupos para el trabajo cooperativo es uno de los parámetros clave para que el aprendizaje sea efectivo. Idealmente, la composición de los grupos debería ser heterogénea, formado por individuos de diferentes experiencias, con conocimientos y habilidades diferenciados y con diversidad de género. Sin embargo, esto es prácticamente imposible de conseguir en un curso donde los alumnos provienen de una experiencia poco diferenciada y su conocimiento técnico es, en mayor o menor medida, similar. En otro trabajo presentado dentro de la presente edición de TAEE2006 [16] se discute sobre diferentes parámetros que afectan a la formación de los grupos, cómo el tamaño del grupo, la elección libre de compañeros, etc.

Dadas las características peculiares de esta experiencia, no es aconsejable dejar la formación de los grupos bajo la responsabilidad de los alumnos. El profesor, basándose en la valoración del trabajo previo desarrollado por los alumnos, y atendiendo en lo posible a la heterogeneidad en personalidades y habilidades, diseña los grupos tal y como se describió en el punto anterior. En este sentido, la ejecución efectiva de esta experiencia no puede iniciarse hasta que la dinámica del curso permita al profesor extraer conclusiones útiles para la formación de los grupos. Los problemas y las primeras prácticas son las herramientas que utiliza el profesor en esta tarea.

#### **5. Resultados**

Con esta experiencia se pretende introducir al alumno en el aprendizaje del trabajo en colaboración a dos niveles: dentro de su propio grupo y entre los diferentes grupos. Se trata de fomentar las habilidades del trabajo cooperativo más allá de lo habitual en prácticas de laboratorio. Los grupos deben compartir mucha información muy frecuentemente entre ellos y la comunicación debe ser fluida y clara.

El test de rendimiento de este tipo de organización es difícil, como lo es en general la evaluación de las dinámicas de grupo. La experiencia se alarga, en sesiones activas de laboratorio, durante un periodo de tiempo variable entre cinco y siete sesiones de una hora. Durante las sesiones, se reservan los cinco minutos iniciales y los 10 minutos finales para reuniones de coordinación. Al final de la experiencia, cada grupo debe presentar un informe escrito con el resumen del trabajo realizado. Por otra parte, durante la última sesión los coordinadores de cada grupo han de realizar una corta presentación oral del trabajo realizado. Adicionalmente, en las reuniones de coordinación entre los grupos, el profesor está presente de forma pasiva, actuando como consejero en casos puntuales y por interpelación de los alumnos. El conjunto de todas las acciones, permite establecer unos criterios para la evaluación de los alumnos que deben ser consolidados con el transcurrir de esta experiencia en cursos sucesivos.

A pesar que es una metodología implantada este curso y que ha de ser complementada con la experiencia de los cursos sucesivos, se pueden extraer algunos resultados a partir de un test de valoración de los alumnos y un test de valoración del profesorado.

En el contexto de la calificación de los alumnos, esta experiencia ha sido valorada con un 25% de la nota final, el mismo peso que las prácticas, los problemas y un examen final.

En referencia al la valoración general de la experiencia, los alumnos se muestran satisfechos en promedio, aunque consideran que el nivel de trabajo, comparado con otras asignaturas es muy superior. Estos resultados avalan la experiencia ya que precisamente se persigue aumentar el nivel de trabajo, haciendo disminuir las conductas pasivas.

Frente a la cuestión del rendimiento del aprendizaje, los alumnos declaran haber aprendido más con esta experiencia a la vez que expresan que ha aumentado el interés y la afinidad hacia la programación en general. Obviamente este era un objetivo claramente perseguido por la experiencia y que parece haber sido conseguido.

En cuanto a aspectos negativos que los alumnos comentan, destacan los relacionados con una cierta descompensación entre la carga de trabajo y su reflejo en la evaluación así como los relacionados con el tiempo necesario para el desarrollo de la experiencia. Estos aspectos deberán ser revisados en las futuras experiencias.

Como resumen de la valoración del alumnado se destaca el hecho de que los alumnos han trabajado en cooperación de manera satisfactoria. Por otra parte, los alumnos reclaman más tiempo para la realización de este tipo de experiencias y una valoración más alta en la evaluación general de la asignatura.

Los profesores de prácticas han observado un mayor interés y motivación en los alumnos y valoran positivamente el hecho de que los alumnos trabajen cooperativamente y coordinadamente. Sin embargo, aunque en general los alumnos han trabajado más, también se ha detectado aspectos de pasividad en algunos alumnos frente al trabajo del grupo. Este es un aspecto que deberá ser corregido.

## **6. Conclusiones**

La idea de un mini-proyecto en colaboración se ha planteado como experiencia para la introducción al alumno a habilidades cooperativas avanzadas. Aunque es necesaria mayor experiencia con este tipo de organización, las primeras conclusiones apuntan hacia una valoración positiva de esta experiencia. Los alumnos cooperan de forma activa en la resolución de las prácticas y se sienten motivados en la resolución del problema. Sin embargo, habrá que consolidar un método de evaluación para este tipo de iniciativas. Por otra parte hay que mejorar la metodología para evitar comportamientos pasivos o excesiva individualización de las tareas. Adicionalmente, la dinámica establecida en el desarrollo de la experiencia parece adecuada en el marco de la asignatura, ajustándose los tiempos de inicio y finalización a los necesarios para un cumplimiento correcto de los objetivos y en relación con la valoración que debe hacer el profesor para confeccionar los grupos. En relación a la valoración de la experiencia en el marco general de la calificación del alumno, cabe la posibilidad de valorar la demanda de los alumnos por aumentar el peso de la nota en el proceso general de calificación. Atendiendo al trabajo que la experiencia demanda y valorando el aprendizaje que comporta, es una demanda razonable. En todo caso, habrá que esperar a una consolidación de este tipo de organización y a una estabilidad en su aplicación para poder extraer conclusiones más elaboradas y estadísticamente significativas.

## **7. Agradecimientos**

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Ministerio de Educación y Ciencia por su apoyo parcial a la presentación de este trabajo a través de la red temática del Capítulo Español de la Sociedad de la Educación del IEEE (TSI2005-24068-E)

Asimismo, queremos agradecer al Dr. Bernat Codina, profesor del departamento de Astronomía y Meteorología de la Facultat de Física de la Universitat de Barcelona, por la cesión de la base de datos utilizada en este trabajo.

## **Referencias**

- [1] P. Brereton, M. Gumbley y S. Lees. *Distributed Student Projects in Software Engineering*. 11th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET '98)
- [2] T. J. Scott, et al. *Team Dynamics in Student Programming Projects*, Proc. 26th ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, Phoenix, USA, March 1994, pp 111-115

- [3] L. F. Truett, E. Z. Faby, J. W. Grubb, J. P. Lofit, and P. C. Shipe, *Coordination of software development among sites that are separated*. in Proc. COMPSAC-17, Phoenix, AZ, 1993, pp. 70–75.
- [4] I. Gorton and S. Motwani, *Issues in co-operative software engineering using globally distributed teams*. Inform. Software Technol., vol. 38, pp. 647–655, 1996.
- [5] Schlimmer, J.C., Fletcher J.B., Hermens L.A. *Team-Oriented Software Practicum*. IEEE Transactions on education, vol. 31, no. 2, may 1994
- [6] Betsy M. Aller. *Just Like They do in Industry: Concerns About Teamwork Practices in Engineering Design Courses* 1993 Frontiers in Education Conference
- [7] Condit P., *Disciplines without walls: The future of American industry*. Lanning Distinguished Lecture. presented at Washington State University, Pullman, WA, Nov. 1993,
- [8] Johnson,D.W., Johnson,R.T., and Smith K.A. *Cooperative Learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4, Washington, DC: The George Washington University, School of Education and Human Development.
- [9] Thomas W. Schultz. *Practical Problems in Organizing Student into Groups*. 1998 FE Conference
- [10] D. E. Wilkins, P. B. Lawhead. *Evaluating individuals in team projects*. Proceedings of the thirty-first SIGCSE technical symposium on Computer science education 2000. Austin, USA, pp. 172 – 175
- [11] Johnson, D. W., Johnson, R. T., and Smith, K. A. *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Interaction Book Company, 1991.
- [12] Sharan, Shlomo (ed.), *Cooperative Learning: Theory and Research*, Praeger Publishers, 1990.
- [13] Sharan, Shlomo, *Handbook of Cooperative Learning Methods*, Greenwood Press, 1994.
- [14] Slavin, Robert E., *Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice* (2nd edition), Prentice Hall, 1995.
- [15] Concejo Educativo de Castilla y León. *El trabajo cooperativo, una clave educativa*; Documento de trabajo del curso 2004-05.
- [16] A. Pardo, M. Salleras, A. Perera, S. Marco. *Trabajo en equipo: experiencia con grupos de prácticas aleatorios y dinámicos, TAEE06*
- [17] J. Chase, y E. Okie. *Combining Cooperative Learning and Peer Instruction in Introductory Computer Science*, Proceedings, 2000 SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, pp.372–376.
- [18] Finkel, David and Wills, Craig E. *Computer Supported Peer Learning in an Introductory Computer Science Course*. SIGCSE Bulletin, Special Issue, 1996, pp. 55–56.
- [19] Keeler, Carolyn and Anson, Robert, *An Assessment of Cooperative Learning Used for Basic Computer Skills Instruction in the College Classroom*. Journal of Educational Computing Research, 1995, pp. 379–393.
- [20] Priebe, Roger, *The Effects of Cooperative Learning in a Second-Semester University Computer Science Course*, Presented at Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, March 1997 (available as ERIC document ED406189)
- [21] Troeger, Douglas, *Formal Methods, Design, and Collaborative Learning in the First Computer Science Course*. New Directions for Teaching and Learning, Spring 1995, pp. 55–66.
- [22] Walker, Henry M. *Collaborative Learning: A Case Study for CS1 at Grinnell College and UT–Austin*, Proceedings, 1997 SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, pp. 209–213.
- [23] Willis, Craig E., Finkel, David, Gennert, Michael A., and Ward, Matthew O. *Peer Learning in an Introductory Computer Science Course*. Proceedings, 1994 SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, pp. 309–313.