

TRABAJO EN EQUIPOS COLABORATIVOS Y LA FORMACIÓN DEL INGENIERO DE SOFTWARE

Marco Villalobos Abarca

marco@uta.cl

Hernando Bustos Andreu

hernando@uta.cl

Depto. Computación e Informática

Facultad de Ingeniería

Universidad de Tarapacá

Arica – Chile

Angélica De Antonio Jiménez

angelica@fi.upm.es

Depto. Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software

Facultad de Informática

Encarnación Pastor Martín

encarna@dit.upm.es

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación

Depto. Ingeniería de Sistemas Telemáticos

Universidad Politécnica de Madrid

Madrid - España

Resumen

Es indispensable que las nuevas generaciones de desarrolladores de software aprendan a trabajar en equipos colaborativos para generar productos software de alta calidad. En este trabajo se propone un enfoque orientado a ayudar a estas nuevas generaciones a entender, aplicar y desarrollar su trabajo de manera colaborativa como parte de su formación profesional. Dicho enfoque consta de tres bloques interrelacionados, cada uno de los cuales es presentado y discutido a través de sus objetivos y contenidos. En el futuro, se pretende incorporar el enfoque propuesto a un programa de estudio de una carrera relativa a ingeniería en computación, para lo cual se presentan además en este trabajo algunas sugerencias en este sentido.

Palabras Clave: Desarrollo Colaborativo de Software, Tecnología para la Colaboración, Ingeniero de Software.

1. Introducción

La industria actual demanda ingenieros con habilidades para trabajar en equipos multidisciplinarios [1], exigencia que se acentúa para el caso del ingeniero de software [2] debido a la diversidad del personal que interviene en un proyecto de desarrollo, así como a los factores propios del proyecto, tales como su nivel de complejidad, tamaño, tiempos de desarrollo, grado de comunicación requerida, etc. Así, los diferentes participantes en un proyecto de desarrollo de software deben ser integrados a equipos bien coordinados y estructurados. Tales equipos deben contar con profesionales que posean no sólo conocimientos suficientes, sino que además sean capaces de trabajar en entornos colaborativos multidisciplinarios en forma efectiva con el objeto de producir software de alta calidad. Así por ejemplo, en el Instituto de Ingeniería del Software (SEI) se han propuesto diversos modelos que consideran el papel que juegan tanto las personas como los equipos en el desarrollo de software de calidad [3,4]. De esta manera, es necesario que la formación de un ingeniero de software incluya conocimientos sólidos sobre el trabajo en equipo y en entornos colaborativos [5]. Existen varios estudios en torno al tema del trabajo en equipos colaborativos que podrían ser considerados durante la formación de un ingeniero de software [2,6,7,8,9,10,11,12]. Todos estos estudios confirman esta necesidad.

Un estudio realizado por Silverman et al. [13] hace evidente la atención de campos como la ingeniería y la computación hacia las tecnologías de colaboración emergentes. Sin embargo, según este estudio, tales tecnologías no han sido consideradas ampliamente dada la formación que están recibiendo los nuevos ingenieros y especialistas en computación en la actualidad. Como respuesta a esto, Silverman et al. Propusieron un curso sobre tecnología y colaboración para graduados, el cual fue desarrollado de manera experimental. Los autores concluyeron en su estudio que los cursos de tecnología colaborativa son necesarios en la preparación de profesionales e ingenieros en computación. En el estudio se concluyó además que la creación y enseñanza de este tipo de cursos traerá un cambio en los centros de estudio (escuelas, facultades...) en términos de diseño y organización de los cursos mismos, por lo que será necesario incorporar al proceso de enseñanza/aprendizaje nuevas tecnologías que faciliten el aprendizaje y el trabajo en equipos colaborativos. Algunas propuestas en este sentido pueden ser analizadas en [14,15,16,17,18,19,20,21,22].

Así, con base en lo anterior y teniendo en cuenta la necesidad de formar ingenieros de software que satisfagan las demandas de la industria actual, en este trabajo se propone incorporar el enfoque del trabajo en equipos colaborativos en el currículo del ingeniero de software dentro de un enfoque que será descrito en la siguiente sección. Posteriormente, se describen algunos lineamientos básicos para llevar a cabo la incorporación del enfoque propuesto en un programa de estudios de ingeniería en computación o informática, o Ingeniería de Software. Finalmente se presentan las conclusiones y referencias.

2. Enfoque Propuesto

En la figura 1 se muestra el enfoque propuesto para formar en un ingeniero de software las habilidades necesarias para que éste sea capaz de trabajar en equipos colaborativos. El enfoque consta de tres bloques interrelacionados que serán descritos a continuación. De la aplicación del enfoque se espera lograr una sinergia entre los temas del Trabajo en Equipos Colaborativos, las tecnologías del Trabajo Colaborativo Soportado por Computador, el Desarrollo de Tecnología para dar soporte a este tipo de trabajo, y el uso de Tecnología para soportar el Trabajo Colaborativo en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

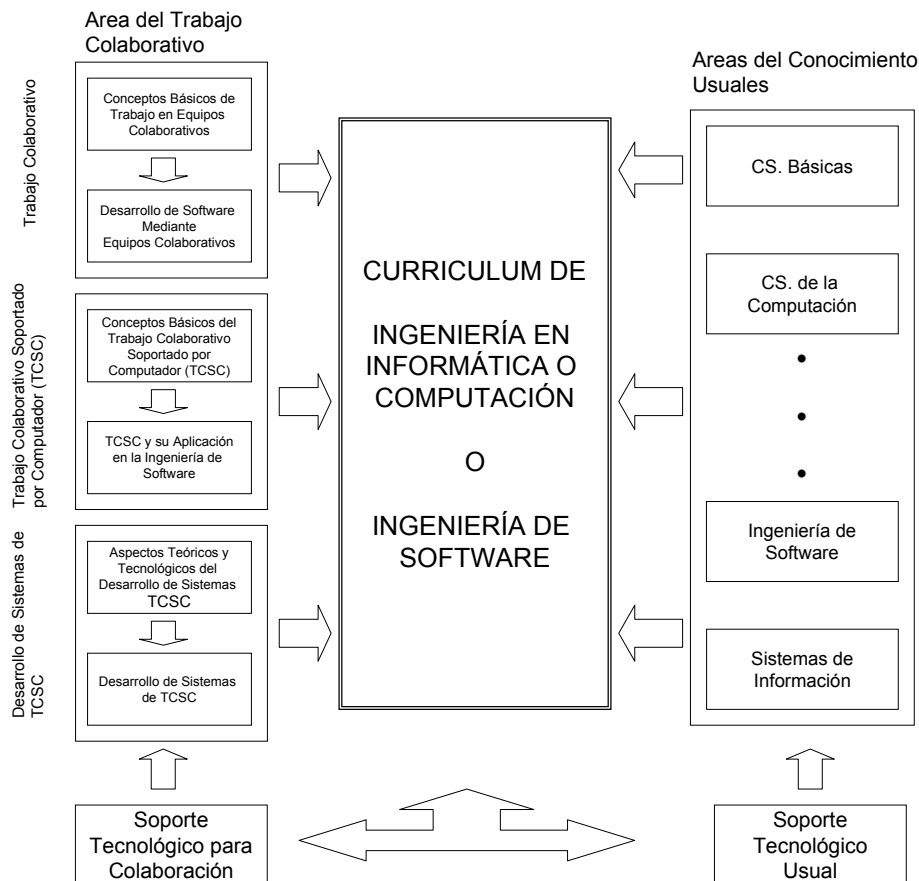


Figura 1: Enfoque propuesto para la formación en un ingeniero de software de las habilidades para trabajar en equipos colaborativos.

2.1 Trabajo Colaborativo

En este primer bloque, el estudiante primero adquiere una formación teórica básica sobre el trabajo en grupo y en equipos colaborativos. Algunos aspectos importantes que deben ser entendidos son el concepto de grupo, la idea de trabajo colaborativo y las teorías sociales relacionadas con el trabajo en grupo o en equipos. Así, con parte de este bloque se debe diseñar un curso en el que los estudiantes exploren la problemática social y técnica inherente al trabajo en grupos o equipos colaborativos. Los estudiantes deben revisar y discutir literatura relativa a este tema tal como la Teoría de la Coordinación y la Teoría de la Actividad, entre otras teorías. Posteriormente, en otro curso, los estudiantes complementan su formación teórica con el análisis de modelos especializados para desarrollar software mediante equipos colaborativos, que pueden utilizar en sus trabajos a lo largo de las actividades curriculares de su carrera profesional, y posteriormente en la industria del software. Algunos modelos son el PSP-TSP [3,4] del SEI y el Rational Unified Process [23,24]. De esta manera, los estudiantes reciben un curso avanzado orientado a despertar la capacidad y habilidad del trabajo en equipos colaborativos. Los cuadros siguientes describen este bloque indicando los objetivos generales, contenidos teóricos y bibliografía básica.

Bloque I: Trabajo Colaborativo – Conceptos Básicos	
Objetivos: Adquirir los conocimientos fundamentales relativos al trabajo en grupo o equipos colaborativos.	
Contenido Básico	Bibliografía Básica
<p>1. Introducción a Grupos [1, 2, 3, 4, 5]</p> <ul style="list-style-type: none"> Definición y Características Taxonomía de grupos (espacial, temporal...) Por qué los individuos pertenecen a un grupo Por qué los individuos quieren pertenecer a un cierto grupo Ventajas/desventajas de un proceso en grupo Decisiones en grupo (pensar en grupo, polarización, desindividuación, zona común) Medios para la comunicación en grupo [6, 7, 8, 9, 10] Restricciones de los medios de comunicación [11] 	<p>[1] Weisband, S., Schneider, S., Connolly, T. Participation Equality and Influence: Cues and Status in Computer-Supported Cooperative Work Groups, en Proceedings of third European Conference on Computer Supported Cooperative Work, 1993, pp. 265- 279.</p> <p>[2] Verharen E.: "COOperator", Tesis para optar al Grado de Master, Infolab, 1995. http://infolab.kup.nl/pub/theses/Groupware/w3thesis/Groupwork/cscw.html visitado el 14/05/01.</p> <p>[3] McGrath, J. E. Groups: Interaction and Performance. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984.</p> <p>[4] Lea, M. and Spears, R.: "Computer-mediated communication, de-individuation and group decision-making", International Journal of Man-Machine Studies, 34, 283-301, 1991.</p> <p>[5] Hill, G. Group versus individual performance: Are N + 1 heads better than one?, Psychological Bulletin, 91, 3, 517-539, 1982.</p> <p>[6] Nunamaker, J. F., Dennis, A. R., Valacich, J. S., Vogel, D. R., George, J. F.: "Electronic meeting systems to support group work", Communications of the ACM, 34, 7, July, 1991, pp. 40-61.</p> <p>[7] Daft, R. L.: "Organization theory and design", West Publishing Company, 1992 (fourth edition).</p> <p>[8] Kraut, R. E., Galegher, J., Fish R. S., and Chalfonte, B. L.: "Task requirements and media choice in collaborative writing", Human-Computer Interaction, 7, 1992, pp. 375-407.</p> <p>[9] McGrath, J. E., Hollingshead, A. B.: "Groups interacting with technology", Sage Publications, Inc., 1994.</p> <p>[10] Short, J., Williams, E., Christie, B. Communication Modes and Task Performance, en The Social Psychology of Telecommunications, pp. 77-89, John Wiley & Sons, 1976.</p> <p>[11] Clark, H.; Brennan, E.: "Grounding in communication", en Beacker R. (Ed.) "Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work, assisting human-human collaboration", San Mateo, CA, Morgan Kaufmann Publishers, 1993, pp. 222-233.</p>
<p>2. Trabajo Cooperativo [12]</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Trabajo cooperativo, colaborativo, colectivo, coordinado, o en grupo? Definición Características Fundamentos Sociales y Tecnológicos [23] 	<p>[12] Bannon, L.; Schmidt K.: "CSCW: Four Characters in Search of a Context", Proceedings of the First European Conference on CSCW, September, 1991, Gatwich, UK, pp. 3-16.</p> <p>[13] Malone, T, Crowston, K. What is Coordination Theory and how can it help design cooperative work Systems?, in Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work CSCW'90, (Los Angeles, California, 1990), ACM Press, pp. 357-370.</p> <p>[14] Malone, T, Crowston, K. The Interdisciplinary Study of Coordination. ACM Computing Surveys, 26, 1, March, pp. 87-119, 1994.</p> <p>[15] Kuutti, K. The concept of activity as a basic unit of analysis for CSCW research, in Proceedings of the second European Conference on Computer Supported Cooperative Work ECSCW'91, (Amsterdam, The Netherlands, 1991), 249-264.</p> <p>[16] Decortis, F., Noirfalise, S., Saudelli, B. Activity Theory as Framework for Cooperative Work. http://www-sv.cict.fr/cotcos/pjs/Theores...aches/ActivitypaperDecortis.htm</p>
<p>3. Teorías sociales relacionadas</p> <ul style="list-style-type: none"> Teoría de la Coordinación [13, 14] Teoría de la Actividad [15, 16] Teoría de la Acción [17, 18] Enfoques lingüísticos [19, 20, 9] Modelo de McGrant para los tipos de tareas en grupo [21] Otros modelos [22] 	<p>[17] Strauss, A. Continual Permutations of Action, Akdine de Gruyter, New York, USA, 1993.</p> <p>[18] De Michelis, G., Grasso, M. Sotuating Conversations Within the Language/Action Perspective: The Milan Conversation Model, Proceedings ACM 1994 Conference on Computer Cooperative Work, North Carolina, USA, pp. 89-100, 1994.</p> <p>[19] Searle, J., Vanderverken, D. Foundations of The Illocutionary Logic, Cambridge University Press, UK, 1985.</p> <p>[20] Kunz, W., Rittel, H. Issues as elements of information systems, Working Paper No. 131, Institute of Urban and Regional Development, University of California at Berkeley, Berkeley, California, 1970.</p> <p>[21] McGrath, J. E. A typology of tasks (pp 53-66) en McGrath, J. E. Groups: Interaction and Performance. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984.</p> <p>[22] Pankoke-Babatz, U., Danielson, T., Patel, A., Pays, P., Prinz, W., Speth, R. Computer Based Group Communications, the AMIGO Activity Model, Ellis Horwood, 1989.</p> <p>[23] Galegher, J., Kraut, R. E., Egido, C. Intellectual Teamwork: Social and Technological Foundations of Co-operative Work, Lawrence Erlbaum Associates, 1990.</p>

Bloque I: Trabajo Colaborativo – Desarrollo de Software	
Objetivo: Desarrollar la capacidad de participar y conformar equipos colaborativos y aplicar enfoques de esta naturaleza en su aprendizaje y trabajo.	
Contenido Básico	Bibliografía Básica
1. Modelos PSP-TSP <ul style="list-style-type: none"> PSP [1] El proceso PSP Aplicación del PSP TSP [2] El proceso TSP Los roles en un equipo Aplicación del TSP 	[1] Humphrey, W., (1997). Introduction to the Personal Software Process sm . SEI Series in Software Engineering, Addison-Wesley. [2] Humphrey, W. (1999). Introduction to the Team Software Process sm . SEI Series in Software Engineering, Addison-Wesley. [3] Rational Unified Process – Best Practices for Software Development Teams – Rational White Paper. [4] Booch, G. The Software Development Team, Rational White Papers. [5] Boehm, B., Bose, P.: “A collaborative spiral software process model based on Theory W”, Proceedings Third International Conference on the Software Process, pp. 59-68, 1994. [6] Dutoit, A.H.; Bruegge, B.; Coyne, R.F. (1996). Using an issue-based model in a team-based software engineering course, Proceedings International Conference Software Engineering: Education and Practice, 1996 , pp. 130-137.
2. Rational Unified process [3, 4]	
3. Modelos de Desarrollo de Software Colaborativos	
<ul style="list-style-type: none"> Espiral Colaborativo [5] Otros modelos [6] 	
4. Desarrollo de Casos Prácticos.	
5. Estrategias para aplicar modelos colaborativos a lo largo del Curriculum por parte del Estudiante.	

2.2 Trabajo Colaborativo Soportado por Computador

En este segundo bloque, el estudiante primero adquiere una formación teórica básica sobre el Trabajo Colaborativo Soportado por Computador (TCSC). Algunos aspectos importantes que deben ser atendidos son los conceptos de TCSC, Groupware, y Casos/Proyectos reales. Para ello, será necesario impartirles un curso donde se analice dichos temas. Posteriormente, en el mismo u otro curso, los estudiantes analizan las relaciones entre estas tecnologías y la ingeniería de software. Es decir, los estudiantes revisan y discuten sobre enfoques de TCSC y casos/proyectos reales de CSCW y Groupware orientados hacia la ingeniería de software. El cuadro siguiente describe este bloque indicando su objetivo general, contenido teórico y bibliografía básica.

Bloque II: Trabajo Colaborativo Soportado por Computador – Conceptos Básicos

Objetivo: Adquirir los conocimientos fundamentales relativos al Trabajo Colaborativo Soportado por Computador.

Contenido Básico

1. Aspectos teóricos CSCW

- El concepto de CSCW [1, 2, 3, 4, 5]
- Taxonomía de los sistemas CSCW [6, 7, 8]
- Efectos de soportar computacionalmente el trabajo cooperativo [9, 10]
- Ejemplos concretos [11, 12]
- Arquitectura genérica

2. Aspectos teóricos Groupware

- Definición [2, 13, 14]
- Características Básicas (Memoria de grupo, Percepción, Comunicación, Coordinación, Roles) [2, 4, 15]
- Taxonomía de Groupware [2, 3, 6, 16]
- Disciplinas asociadas a Groupware [2, 17]
- Ejemplos concretos [18]
- Arquitectura genérica [19]

Bibliografía Básica

- [1] Bannon, L.; Schmidt K.: "CSCW: Four Characters in Search of a Context", Proceedings of the First European Conference on CSCW, September, 1991, Gatwich, UK, pp. 3-16.
- [2] Ellis, C.; Gibbs, S. and Rein, G., "Groupware: Some Issues and Experiences", Communications of the ACM, Vol. 34, No. 1, January 1991.
- [3] Grudin, J.: "Computer Supported Cooperative Work: History and Focus", Computer, May, 1994, vol. 27, no. 5, pp. 19-26.
- [4] Grudin, J. Groupware and Cooperative Work: Problems and Prospects. en Laurel, B. The art of Human Computer Interface design, Apple Computer, Inc, 1990.
- [5] Greif I. (Ed.) "Computer-Supported Cooperative Work: A Book of readings", San Mateo, CA, Morgan Kaufmann Publishers, 1988, p. 5.
- [6] Rodden, T.: "A survey of CSCW systems" Interacting with Computers Vol. 3 No. 3 (1991). pp. 319-353.
- [7] Nunamaker, J. F., Dennis, A. R., Valacich, J. S., Vogel, D. R., George, J. F.: "Electronic meeting systems to support group work", Communications of the ACM, 34, 7, July, 1991, pp. 40-61.
- [8] McGrath, J. E., Hollingshead, A. B.: "Groups interacting with technology", Sage Publications, Inc., 1994.
- [9] McGrath, J. E. Time, Interaction, and Performance (TIP): A Theory of Groups, en Beacker R. (Ed.). Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work, assisting human-human collaboration. San Mateo, CA, Morgan Kaufmann Publishers, 1993, pp. 116-129.
- [10] Galegher, J. and Kraut, R. E.: "Computer-mediated communication for intellectual teamwork: An experiment in group writing", Information Systems Research, vol. 5 no. 2, 110-138, 1994.
- [11] Reinhard, W., Schweitzer, J., Volksen, G., Weber, M., CSCW tools: concepts and architectures, Computer, 27, 5, May, pp. 28-36, 1994.
- [12] Diaper, D. Sanger C. (Eds.) CSCW in Practice: An Introduction and Case Studies. London, New York: Springer-Verlag, 1993.
- [13] Johansen R. "Groupware. Computer Support for Business Teams", New York: The Free press, 1988.
- [14] Johnson-Lenz P.; Johnson-Lenz T.: "Groupware: the emerging art of orchestrating collective intelligence", Presented at the World Future Society's First Global Conference on Future, Toronto, Canada, 1980.
- [15] Mendes R.; De Sousa M.; Da Silva M.: "A Framework for the Classification of Computer Supported Collaborative Design Approaches", Proceedings of CRIWG' 97, Third CYTED-RITOS International Workshop on Groupware, 1991, pp. 91-100.
- [16] DeSantis, G.; Gallupe, B.: "A Foundation for the Study of Group Decision Support Systems", Management Science, Vol. 33, No5, Mayo 1987 pp. 589-609.
- [17] Ryan, W.; Olson, P.; Coleman, D.; Johnson, B.; Johnson-Lenz, P., and Johnson-Lenz, T., "GroupWare Cultural Issues (Panel)", Groupware 92. Edited by D.Coleman. Morgan Kaufmann Publishers, 1992.
- [18] Iazeolla G., Mirandola, R., D'Ambrogio, A., Collaborative IV&V by SPEED: A Tool-kit for the Performance IV&V of Critical Software. Proceedings of the fourth Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, IEEE Computer Society press, USA, 1995, pp. 221-230.
- [19] Ellis, C., Wainer, J. A Conceptual Model of Groupware. Proceedings ACM 1994 Conference on Computer Cooperative Work, North Carolina, USA, pp. 79-88, 1994.

Bloque II: Trabajo Colaborativo Soportado por Computador – TCSC y su aplicación en la IS	
Objetivo: Relacionar los enfoques de TCSC, y los Sistemas de TCSC y Groupware con la ingeniería de software	
Contenido Básico	Bibliografía Básica
<p>1. TCSC y la Ingeniería de Software.</p> <ul style="list-style-type: none"> Fundamentos tecnológicos del TCSC [1]. Tipos de trabajo colaborativo en la ingeniería de software [3,4] Trabajo colaborativo entre desarrolladores y clientes en el desarrollo de software [5]. CSCW, Groupware e IS [6,7] <p>2. Casos, Proyectos de CSCW, Groupware orientados hacia la Ingeniería de Software.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ingeniería de Software Distribuida, paralela, concurrente. Modelos y Tecnología [8,9,10,11,12,13,14,15,16] Sistemas para decisiones en grupo [17,18,19] WWW, CSCW y Groupware [20,21,22,23] 	<p>[1] Galegher, J., Kraut, R. E., Egidio, C. Intellectual Teamwork: Social and Technological Foundations of Co-operative Work, Lawrence Erlbaum Associates, 1990.</p> <p>[2] Cusumano, M., Selby, R. Software teams at Microsoft. Communications of ACM, 40, 6, July, 1997.</p> <p>[3] Robillard P., Robillard M., (2000). Types of collaborative work in software engineering, The Journal of Systems and Software, 53, 3, September, 219-224.</p> <p>[4] Faraj, S., Sproull, L. (2000). Coordinating Expertise in Software Development Teams, Management Science, 46, 12, December, pp. 1154-1568.</p> <p>[5] Keil M., Carmel E., (1995). Customer-developer link in software development, Communications of The ACM, 8, 5, May, 33-44.</p> <p>[6] Macaulay, L., Shaikh, A., Young, R. (1997). Groupware and software Engineering: Criteria for Success. Multimedia Workshop, Manchester Computing, November.</p> <p>[7] Bailey, J., Swigger, K., Vanecek, M. (1995) Computer-supported collaborative work and its applications to software engineering. Proceedings of the 1995 ACM SIGCPR Conference on Supporting teams, groups, and learning inside and outside the IS functions reinventing IS, April, Nashville, TN, USA, pp. 249-250.</p> <p>[8] Bandinelli S.; Braga M.; Fuggetta A.; Lavazza L.: "Cooperation Support in SPADE Environment: a Case Study", in Workshop on Computer Supported Cooperative Work, Petri Nets and Related Formalisms, Chicago (USA), June, 1993.</p> <p>[9] Bischofberger W.; Kofler T.; Mätzel K., Schäffer B.: "Computer Supported Cooperative Software Engineering with Beyond-Sniff", UBILAB Technical Report 94.9.1, Union Bank of Switzerland, Zurich, 1994.</p> <p>[10] Dewan P.; Reidl J.: "Toward computer-supported concurrent software engineering", IEEE Computer, vol. 26, no. 1, January, 1993, pp. 17- 27.</p> <p>[11] Kaplan S.; Tolone W.; Carroll A.; Bogia D.; Bignoli C.: "Supporting collaborative software development with ConversationBuilder", Proceedings of the Fifth ACM SIGSOFT Symposium on Software development environments, December 9-11, Washington, DC United States, 1992, pp. 11-20.</p> <p>[12] Lonchamp J.: "A Collaborative Process-Centered Environment Kernel", in Advances Information Systems Engineering (Wijers G.; Brinkkemper S.; Wasserman T. Editors), CAISE'94, Lectures Notes in Computer Science, no. 811, Springer-Verlag Pub., 1994.</p> <p>[13] Mashayekhi V.; Drake J.; Tsai W.; Riedi J.: "Distributed, collaborative software inspection", IEEE Software, vol. 10, no. 5, September, 1993, pp. 66-75.</p> <p>[14] Saeki M.; Sureerat S.; Tanaka A.: "Supporting Distributed Individual Task in Cooperative Specification Development", International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, vol. 10, no. 3, 2000, pp. 319-344.</p> <p>[15] Suzuki J.; Yamamoto Y.: "SoftDock: A Distributed Collaborative Platform for Model-Based Software Development", Proceedings. Tenth International Workshop on Database and Expert System APP, 1999, pp. 672-676.</p> <p>[16] Swenson K.: "Visual support for Reengineering Work Processes", in Proceedings of the Conference on Organizational Computing Systems COOCS '93, ACM Press 1993.</p> <p>[17] Nunamaker, J. F., Dennis, A. R., Valacich, J. S., Vogel, D. R., George, J. F.: "Electronic meeting systems to support group work", Communications of the ACM, 34, 7, July, 1991, pp. 40-61.</p> <p>[18] Connolly, T. Behavioral decision theory and group support systems, en L. Jessup, J. Valacich (Ed.s) Group Support Systems. NY: Macmillan, 1993, pp. 270-280.</p> <p>[19] Palmer, J. D., Fields, N. A., Lane Brouse, P. Multigroup decision-support systems in CSCW, Computer, 27, 5, May, 1994.</p> <p>[20] Bentley, R., Horstmann, T. Trevor, J. The World Wide Web as enabling technology for CSCW: The case of BSCW, en Computer-Supported Cooperative Work. Special issue on CSCW and the Web, 6, 1997.</p> <p>[21] Bentley, R., Appelt, W., Busbach, Hinrichs, E., Kerr, D., Sikkil, K., Trevor, J., Woetzel, G. Basic Support for Cooperative Work on the World Wide Web, International Journal of Human Computer Studies. Special issue on Novel Applications of the WWW, Spring, 1997, Academic Press, Cambridge.</p> <p>[22] Romero, M., Decouchant, D. Structured Cooperative Authoring for the World Wide Web, Computer Supported Cooperative Work. The journal of Collaborative Computing, 6, 157-174, 1997.</p> <p>[23] Whitehead E.; Wiggins M.: "WEBDAV: IETF Standard for Collaborative Authoring on the Web", IEEE Internet Computing, vol. 2, no. 5, September-October, 1998, pp. 34-40</p>

2.3 Desarrollo de Sistemas de Trabajo Colaborativo Soportado por Computador

Para reforzar los conocimientos y habilidades adquiridas en los bloques previos, en el tercer bloque los estudiantes participarán en la construcción de tecnología software para soportar el trabajo colaborativo. Para ello, será necesario impartirles un curso donde se analice el problema social, organizacional y técnico inherente al diseño, desarrollo y uso de herramientas computacionales y de comunicación para soportar las actividades de grupos. En este curso, los estudiantes revisan y discuten diversos métodos y enfoques desarrollados para guiar el desarrollo de sistemas de TCSC y Groupware. El cuadro siguiente describe este bloque indicando su objetivo general, contenido teórico y bibliografía básica.

Bloque III: Desarrollo de Sistemas de TCSC – Aspectos Teóricos y Tecnológicos	
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> • Adquirir los conocimientos fundamentales relativos al desarrollo de Sistemas TCSC. • Adquirir la capacidad para desarrollar sistemas de TCSC. 	
Contenido Básico <ol style="list-style-type: none"> 1. Modelo, Métodos y Técnicas de Desarrollo de Sistemas TCSC y Groupware. [1,2,3,4,5,6]. 2. Requisitos tecnológicos de los sistemas CSCW. [7, 8, 9, 10, 11, 12] 3. Requisitos tecnológicos de los sistemas Groupware. [13, 14, 15] 4. Desarrollo de Sistemas TCSC y Groupware. 	Bibliografía Básica <ol style="list-style-type: none"> [1] Tou, I., Berson, S., Estrin, G., Eterovic, Y. Prototyping Synchronous Group Applications. Computer, May, 1994, vol. 27, no. 5, pp. 48-56. [2] Dewan, P. An Integrated Approach to Designing and Evaluating Collaborative Applications and Infrastructures, Computer Supported Cooperative Work. The journal of Collaborative Computing, 10, 75-111, 2001. [3] Gronbaek, K., Mogensen, P. Informing General CSCW Product Development through Cooperative Design in Specific work Domains, Computer Supported Cooperative Work. The journal of Collaborative Computing, 6, 275-304, 1997. [4] Wangg, W., Haake, J. Tailoring Groupware: The Cooperative Hypermedia Approach. Computer Supported Cooperative Work. The journal of Collaborative Computing, 9, 123-146, 2000. [5] Schuckmann C.; Kirchner L.; Schümmer J.; Haake J.: "Designing Object-Oriented synchronous groupware with COAST", in Proceedings of the ACM 1996 Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW'96), pp. 30-38, Boston Mass., ACM Press, New York, 1996. [6] Hummes, J., Merialdo, B. Design of Extensible Component-Based Groupware. Computer Supported Cooperative Work. The journal of Collaborative Computing, 9, 53-74, 2000. [7] Munson, J., Dewan, P. A concurrency control framework for collaborative systems. En ACM 1996 Conference on Computer Supported Collaborative Work., ACM Press, 1996. [8] Ackerman, M. S., McDonald, D.W., Answer Garden 2. Merging organizational memory with collaborative help. Proceedings Computer Supported Cooperative Work, 96, NY: ACM Press, pp. 97-105, 1996. [9] Olson, M.H. Technological Support Collaborative Group Collaboration, Lawrence Erlbaum Associates, 1989. [10] King, R. Cooperation, coordination and control in computer-supported work, Communications of ACM, 34, 12, December, 1991, pp. 83-88. [11] Bajaj, C., Zhang, P., Chaturvedi, A. Brokered Collaborative Infrastructure for CSCW. Proceedings of the fourth Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, IEEE Computer Society press, USA, 1995, pp. 207-213. [12] Sommerville, I., Rodden, T. Requirements Engineering for Cooperative Systems. Research report: CSCW/1/1994, Centre for Research in CSCW, University Lancaster, 1994. [13] Grudin, J. Groupware and Cooperative Work: Problems and Prospects. en Laurel, B. The art of Human Computer Interface design, Apple Computer, Inc, 1990. [14] Greenberg, S., Marwood, D. Real time groupware as a distributed systems: concurrency control and its effect on the interface. En CSCW 94, ACM Press, 1994. [15] Orlikowski, W. Learning from Notes: Organizational issues in groupware implementation, Proceedings Computer Supported Cooperative Work 92, pp. 362-369, 1992.

2.4 Soporte Tecnológico

Finalmente, en el enfoque se hace referencia a la tecnología software/hardware colaborativa existente que puede ser usada para dar soporte al proceso de formación (enseñanza/aprendizaje) de los ingenieros de software. Algunas de tales tecnologías son los entornos TCSC, el groupware, las teleconferencias, los CASE distribuidos, los sistemas de mensajes, la web, etc. El cuadro siguiente indica algunas tecnologías y experiencias de su utilización.

Soporte para:	Bibliografía (ejemplos de casos y proyectos relacionados)
<ol style="list-style-type: none"> Vídeo, Sonido, Multimedia [1, 2] Sistemas de mensajes Conferencias [4,5, 6,7] Software CSCW, Groupware (Entornos y herramientas de desarrollo) [3, 8, 9,10,11] Tecnologías CASE distribuidos [9,13] Tecnología WEB [14,15] Otros [12]. 	<ol style="list-style-type: none"> E. Pastor, L. Bellido, D. Fernández, F.J. Martínez, A. López (1999). "Aplicaciones telemáticas multimedia y trabajo cooperativo en educación y formación". I Seminario del Programa Nacional de Aplicaciones y Servicios Telemáticos, SPAST-I. Universidad Pública de Navarra, Pamplona. Dic. 1999. D. Fernández, E. Pastor, L. Bellido (1998). "Session Management and Collaboration in Leverage". Proceedings of the International Conference on Broadband Communications in Education and Training. Homerton College, University of Cambridge. http://www.dit.upm.es/~leverage/ Silverman, B., Kearsley, G., Rosenberg M., (1995), Preparing Engineers for Collaborative Technology: A graduate course. Proceedings of the fourth Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, IEEE Computer Society press, USA, 1995, pp. 214-220. Favela, J., Peña-Mora, F., (2001). An Experience in Collaborative Software Engineering Education. IEEE Software, March/April, 47-53. Brereton, P., Lees, S. Gumbley, M., Boldyreff, C., Drummond, S., Layzell, P., Macaulay, L., Young, R. (1998). Distributed group Working in Software Engineering Education. Information and Software Technology Journal. Drummond, S. (1997). Adoption and Evaluation of the use of low cost desktop video conferencing to support distributed student groupwork, Project Developing a Virtual Community for Student Groupwork, University of Durham and Keele University. http://cssec.co.umist.ac.uk Nunamaker, J. F., Dennis, A. R., Valacich, J. S., Vogel, D. R., George, J. F.: "Electronic meeting systems to support group work", Communications of the ACM, 34, 7, July, 1991, pp. 40-61. Macaulay, L., Shaikh, A., Young, R. (1997). Groupware and software Engineering: Criteria for Success. Multimedia Workshop, Manchester Computing, November. Bailey, J., Swigger, K., Vanecek, M. (1995) Computer-supported collaborative work and its applications to software engineering. Proceedings of the 1995 ACM SIGCPR Conference on Supporting teams, groups, and learning inside and outside the IS functions reinventing IS, April, Nashville, TN, USA, pp. 249-250. Dourish, P. (1998). Using Metalevel Techniques in a Flexible Toolkit for CSCW applications, ACM Transactions on Computer-Human Interaction, vol.5, no. 2, pp. 109-155. Roseman, M.; Greenberg, S.(1996). Building Real Time Groupware with Groupkit, A Groupware Toolkit, ACM Transactions on Computer Human Interaction, vol. 3, no. 1, pp. 66-106. Hislop, G.W. (1998). Teaching via asynchronous learning networks. Proceedings 11th Conference on Software Engineering Education, 1998, pp. 16-22. Purvis, M.; Purvis, M.; Jones, P. (1996). A group collaboration tool for software engineering projects . Proceedings International Conference Software Engineering: Education and Practice, 1996, pp. 362-369. Bentley, R., Horstmann, T. Trevor, J. The World Wide Web as enabling technology for CSCW: The case of BSCW, en Computer-Supported Cooperative Work. Special issue on CSCW and the Web, 6, 1997. Bentley, R., Appelt, W., Busbach, Hinrichs, E., Kerr, D., Sikkil, K., Trevor, J., Woetzel, G. Basic Support for Cooperative Work on the World Wide Web, International Journal of Human Computer Studies. Special issue on Novel Applications of the WWW, Spring, 1997, Academic Press, Cambridge.

3. Sugerencia para Implementar el Enfoque

Para llevar a cabo el proceso de formación descrito anteriormente, se propone diseñar una serie de cursos experimentales con base en el enfoque propuesto. Los cursos pueden ser ofrecidos como cursos abiertos, dirigidos principalmente a estudiantes de carreras relativas a la ingeniería en computación o informática, o ingeniería de software. El objetivo es obtener datos empíricos para decidir la mejor forma de incorporar este proceso en un programa de estudios real. A continuación se enumeran algunas consideraciones a tener en cuenta en el diseño de los cursos experimentales.

- **Objetivos y Métodos:** El objetivo principal del proceso de formación es capacitar a los ingenieros de software sobre el trabajo en equipo y en entornos colaborativos. Ellos deben ser capaces de hacer uso de modelos orientados hacia este tipo de trabajo, usar y desarrollar tecnología software para su soporte. Para apoyar este objetivo, dicho proceso puede ser dividido en tres etapas. En cada etapa se desarrollarán los objetivos y contenidos utilizando el material bibliográfico presentado en cada bloque. Además, en cada etapa se apoyarán las discusiones entre los estudiantes con base en el material que les será entregado para su lectura. Los estudiantes trabajarán a lo largo de cada etapa en grupos formados por elección propia. Así, después de completar cada etapa se debe evaluar el logro de los objetivos planteados, el soporte efectivo de las tecnologías de colaboración utilizadas y el efecto de ofrecer el proceso de formación por un equipo multidisciplinario de profesores.
- **Sobre los estudiantes:** Los cursos idealmente deberán contar con un número determinado de estudiantes de la especialidad de Ingeniería de Software (graduados o no) y estudiantes de otras especialidades tales como Psicología, Sociología y otras Ingenierías. Es importante considerar participantes ya graduados que aporten

experiencias reales sobre el trabajo en equipo (aunque sin formación en las tecnologías colaborativas). Los resultados de esta experimentación, incluyendo un análisis de estudiantes/resultados, conductas, habilidades, y conocimientos de entrada /resultados, entre otros, permitirán establecer los pre-requisitos, número de horas, número de cursos, ubicación en la maya curricular. Toda esta información podrá ser usada para incorporar el enfoque de manera coherente y apropiada en el programa de estudios respectivo.

- **Tópicos de los Cursos:** En cada curso se deben cubrir los aspectos de la tecnología colaborativa correspondientes al grado de avance de los estudiantes, esto es, se deben cubrir aquellos aspectos que correspondan al bloque en cuestión (bloques 1 al 3). La colección de tópicos presentada en este trabajo ha sido desarrollada con base en nuestra experiencia y en la revisión de literatura relacionada, así como en el análisis de cursos ofrecidos por diversas universidades sobre los temas TCSC y Groupware.
- **Material y Actividades de los Cursos:** Dada la cantidad y variedad de temas que deben abordarse en los cursos durante el proceso de formación de un ingeniero de software, no se considera conveniente utilizar textos base para los diferentes cursos. Lo más conveniente es entregar a los estudiantes contenidos ad hoc para su análisis y discusión en clases. Además, los estudiantes deben ser estimulados a leer la bibliografía (libros y artículos) asignada a cada curso de acuerdo a su especialidad e intereses, así como a hacer uso de la tecnología disponible que soporte sus trabajos en equipo.
- **Evaluación de los Cursos:** En cada actividad, los estudiantes deberían recibir una evaluación por sus contribuciones individuales y en grupo. Tales contribuciones pueden referirse a la entrega de tareas de investigación de contenidos, proyectos, tecnologías, etc. Las evaluaciones deberían ser combinadas con autoevaluaciones y evaluaciones de pares. Algunos de los elementos a ser evaluados podrían ser el grado y la calidad de las participaciones, la creatividad individual y en grupo, el nivel de comprensión, el éxito en el uso del material pre-asignado y la compartición de la cantidad asignada de trabajo. Las evaluaciones pueden ser realizadas parcialmente y complementadas con una evaluación final y una presentación oral.

4. Conclusiones

La naturaleza multidisciplinaria de los proyectos de desarrollo de software colaborativo requiere profesionales no sólo con conocimientos suficientes, sino además con habilidades para trabajar en equipos colaborativos y multidisciplinarios. Esto hace necesario que las universidades y otros centros de estudios den a sus graduados de Ingeniería de Software y especialidades similares una formación de este tipo. En la actualidad, según estudios realizados al respecto, tal formación en general no es completa. En este sentido, en este trabajo se ha propuesto un enfoque orientado a formar ingenieros de software con habilidades para trabajar en equipos colaborativos. El enfoque consta de una serie de bloques con objetivos y contenidos bien definidos, los cuales pueden ser revisados y discutidos a lo largo de un conjunto de cursos diseñados para formar ingenieros que produzcan software de calidad. Como parte de nuestra propuesta, se sugiere además un proceso de experimentación previo a la incorporación del enfoque en un programa de estudios de la especialidad de ingeniería de software o similares.

Es importante destacar que la mayoría de los estudios que tratan el tema del Trabajo Colaborativo y la formación del Ingeniero de Software se centran en la relación entre el uso de equipos multidisciplinarios colaborativos y los cursos de Ingeniería de Software. Otros puntos de atención se centran, ya sea en la realización de cursos de Tecnología Colaborativa, tales como TCSC o Groupware; o en el uso y desarrollo de Tecnología Software/Hardware colaborativa para apoyar proceso de enseñanza/aprendizaje. Sin embargo, no hay atención hacia el logro de una sinergia entre estos temas, como lo propone nuestro enfoque.

Como trabajo a futuro, se espera perfeccionar y completar la estrategia experimental propuesta en este trabajo. Una vez logrado este objetivo, se espera aplicar dicha estrategia en los respectivos programas de Informática/Computación de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid (España), y el Departamento de Computación e Informática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Tarapacá (Chile).

5. Referencias

- [1] Cabrera, A.F., Colbeek, C. L., Tetrenzni, P. T. (1999). Desarrollo de indicadores de rendimiento para evaluar las prácticas de enseñanza en el aula: El caso de Ingeniería. Vidal, J, (Ed.). Indicadores para la universidad. Información y decisiones. Madrid. Ministerio de Educación y Cultura.
- [2] Mengel, S.A.; Carter, L.; Falkenberg, J. (2000). A perspective on three cooperating courses, Software Engineering Proceedings 13th Conference on Education & Training, 2000, pp. 265 –272
- [3] Humphrey, W. (1999). Introduction to the Team Software Processsm. SEI Series in Software Engineering, Addison-Wesley.
- [4] Humphrey, W., (1997). Introduction to the Personal Software Processsm. SEI Series in Software Engineering, Addison-Wesley.
- [5] ACM/IEEE Computer Society Joint Curriculum Task Force, Computing Curricula 2001, Final Report, December 15, 2001.
- [6] Brereton, O.P.; Lees, S.; Bedson, R.; Boldyreff, C.; Drummond, S.; Layzell, P.; Macaulay, L.; Young, R. (2000). Student collaboration across universities: a case study in software engineering, Proceedings. 13th Conference on Software Engineering Education & Training, 2000, pp. 76 –86.
- [7] Brown, J.; Dobbie, G. (1998). Software engineers aren't born in teams: supporting team processes in software engineering project courses, Proceedings International Conference Software Engineering: Education & Practice, 1998, pp. 42-49
- [8] Keen, C.; Lockwood, C.; Lamp, J. (1998). A client-focused, team-of-teams approach to software development projects. Proceedings International Conference Software Engineering: Education & Practice, 1998, pp. 34-41.
- [9] Wills, C.E. (1998). Group-based software engineering in an introductory computer science course, Proceedings International Conference Software Engineering: Education & Practice, 1998, pp. 26-33.
- [10] Dutoit, A.H.; Bruegge, B.; Coyne, R.F. (1996). Using an issue-based model in a team-based software engineering course, Proceedings International Conference Software Engineering: Education and Practice, 1996 , pp. 130-137.
- [11] Werner, M. (1996). Barriers to a collaborative, multidisciplinary pedagogy [software development teams]. Proceedings. International Conference Software Engineering: Education and Practice, 1996 , pp. 203-210.
- [12] Rosen, C.C.H.(1996). Individual assessment of group projects in software engineering: a facilitated peer assessment approach. Proceedings Ninth Conference on Software Engineering Education, 1996, pp. 68-77.
- [13] Silverman, B., Kearsley, G., Rosenberg M., (1995), Preparing Engineers for Collaborative Technology: A graduate course. Proceedings of the fourth Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, IEEE Computer Society press, USA, 1995, pp. 214-220.
- [14] Favela, J., Peña-Mora, F., (2001). An Experience in Collaborative Software Engineering Education. IEEE Software, March/April, pp. 47-53.
- [15] Brereton, P., Lees, S. Gumbley, M., Boldyreff, C., Drummond, S., Layzell, P., Macaulay, L., Young, R. (1998). Distributed group Working in Software Engineering Education. Information and Software Technology, 40, 4, July, pp. 221-227.
- [16] Drummond, S. (1997). Adoption and Evaluation of the use of low cost desktop video conferencing to support distributed student groupwork, Project Developing a Virtual Community for Student Groupwork, University of Durham and Keele University. <http://cssec.co.umist.ac.uk>
- [17] E. Pastor, L. Bellido, D. Fernández, F.J. Martínez, A. López (1999). "Aplicaciones telemáticas multimedia y trabajo cooperativo en educación y formación". I Seminario del Programa Nacional de Aplicaciones y Servicios Telemáticos, SPAST-I. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España. Dic. 1999.
- [18] D. Fernández, E. Pastor, L. Bellido (1998). "Session Management and Collaboration in Leverage". Proceedings of the International Conference on Broadband Communications in Education and Training. Homerton College, University of Cambridge. <http://www.dit.upm.es/~leverage/>
- [19] Schoenig, S. (1998). Supporting a software engineering course with Lotus Notes, Proceedings International Conference Software Engineering: Education & Practice, 1998 , pp. 304-311.
- [20] Hislop, G.W. (1998). Teaching via asynchronous learning networks. Proceedings 11th Conference on Software Engineering Education, 1998, pp. 16-22.
- [21] Purvis, M.; Purvis, M.; Jones, P. (1996). A group collaboration tool for software engineering projects . Proceedings International Conference Software Engineering: Education and Practice, 1996, pp. 362-369.
- [22] Proyecto Reteledu: Red telemática educativa de la ETSIT-UPM (2002).Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, España. <http://www.gio.etsit.upm.es/docs/investig/reteledu/reteledu.htm>
- [23] Rational Unified Process – Best Practices for Software Development Teams – Rational White Paper.
- [24] Booch, G. The Software Development Team, Rational White Papers.