

# Evaluación de un proceso instruccional colaborativo de ingeniería de software para ambientes de aprendizaje distribuidos

## Evaluation of collaborative instructional process to software engineering in distributed learning environments

María Inés Lund<sup>1</sup>, Esp. Sergio Zapata<sup>1</sup>, Lic. Laura Aballay<sup>1</sup>, Prog. Myriam Herrera<sup>1</sup>, Dra. Estela Torres<sup>1</sup>, Mg. César Collazos<sup>2</sup>, Dr. Faber Giraldo<sup>3</sup>, Ing. Sergio Ochoa<sup>4</sup> Dr.

1. Investigadores del Instituto de Informática, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan - Argentina

2. Investigador del Grupo IDIS, Universidad del Cauca, Popayán – Colombia

3. Investigador del Grupo SINFOCI, Universidad del Quindío, Armenia – Colombia

4. Profesor de la Universidad de Chile, Depto. De Ciencias de la Computación, Santiago- Chile

{mlund, szapata, laballay, mherrera}@iinfo.unsj.edu.ar, etorres271@hotmail.com; ccollazo@unicauca.edu.co; fdfgiraldo@uniquindio.edu.co; sochoa@dcc.uchile.cl

Recibido para revisión 14 de Abril de 2009, aceptado 25 de Agosto de 2009, versión final 11 de Septiembre de 2009

**Resumen**— Es creciente la tendencia de aplicar conceptos de aprendizaje colaborativo asistido por computador (CSCL, por sus siglas en inglés) en los procesos instruccionales modernos. El Instituto de Informática de la Universidad Nacional de San Juan (Argentina), en conjunto con la Universidad del Cauca (Colombia) y la Universidad de Chile (Chile), ejecutó un experimento controlado con la participación de estudiantes de grado de las carreras de Informática y Computación de las tres universidades. Los estudiantes participaron en un proceso conjunto de aprendizaje colaborativo aplicando un proceso instruccional distribuido, diseñado para tal fin. La temática objeto del proceso de enseñanza aprendizaje fue Estimación de Tamaño de Software. Presentamos en este artículo un análisis de los resultados estadísticos obtenidos luego de realizar la experiencia, con el fin de obtener una primera evaluación del proceso instruccional ejecutado. Los resultados son altamente positivos, especialmente respecto al logro de los objetivos pedagógicos y al enriquecimiento de las habilidades sociales de los alumnos. Se encontraron indicios que afirman que todavía estos nuevos procesos instruccionales no logran superar los niveles de satisfacción que los alumnos perciben con los procesos tradicionales presenciales. También se identificaron algunos aspectos que se deberían mejorar para revertir esa situación.

**Palabras Clave**— Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computador, Ingeniería de Software Experimental, Proceso Instruccional Distribuido

**Abstract**— The use of computer support collaborative Learning (CSCL) concepts in modern instructional process is a incremental tendency. The Instituto de Informática of the Universidad Nacional de San Juan, altogether with the Universidad del Cauca (Colombia) and the Universidad de Chile (Chile), executed a controlled experiment with computer science students of the three

universities. The students participated in a joint process of collaborative learning applying an ad-hoc distributed instructional process. Estimation of Software Size was objective subject of learning process. This paper presents an analysis of the statistical results obtained about this experience with the purpose to obtain a first evaluation of the executed instructional process. The results are interesting, especially about reached pedagogical objectives and improved social abilities of the students. Were found preliminary findings indicate that these new instructional processes do not even surpass the levels of satisfaction of the actual traditional processes. Also some aspects were identified to improve that situation.

**Keywords**— Computer Support Collaborative Learning, Experimental Software Engineering, Distributed Instructional Process

### I. INTRODUCCIÓN

Es creciente la tendencia de aplicar conceptos de aprendizaje colaborativo asistido por computador en (CSCL, por sus siglas en inglés) para los procesos instruccionales modernos. El aprendizaje colaborativo ofrece muchos beneficios para los alumnos [14], ya que les permite interactuar no sólo con su instructor, sino también con sus pares y enriquecerse con ello. Algunas ventajas de esta forma de aprendizaje se detallan a continuación:

- Facilita el aprendizaje efectivo en el alumno, incluyendo un proceso de comprensión en grupo.
- Posibilita situaciones de liderazgo.
- Acrecienta la confianza en sí mismo.
- Deriva en satisfacción por parte del estudiante.

- Promueve la socialización y comunicación entre culturas. Las tecnologías de la comunicación basadas en Internet conceden a los estudiantes la oportunidad de “hablar” o interactuar con sus compañeros de diferentes países y desarrollar capacidades como las anteriormente citadas.

El Instituto de Informática (IdeI) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) ejecuta el proyecto denominado “Red de Investigación Aplicada en Ingeniería de Software Experimental” financiado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación Argentina. Este proyecto está orientado a realizar experimentaciones específicamente en el área de la Ingeniería de Software Colaborativa, basándose en los principios de la Ingeniería de Software Experimental [16][21], los cuales promueven la aceptación de conclusiones sólo una vez que se verifiquen una serie de pruebas experimentales fiables que confirmen su veracidad.

Dentro del marco de dicho proyecto, que vincula a la Universidad del Cauca (Colombia), Universidad de Chile (Chile) y Universidad Nacional de San Juan (Argentina), se ejecutaron experimentos controlados con la participación de alumnos de Informática y Computación de las tres universidades. Los estudiantes participaron de un proceso conjunto de aprendizaje colaborativo aplicando un proceso instruccional diseñado para tal fin que utiliza software de comunicación soportado por Internet. La temática objeto del proceso de enseñanza aprendizaje fue Estimación de Tamaño de Software.

Presentamos en este artículo un análisis de los resultados estadísticos obtenidos luego de realizar la experiencia con el fin de obtener una primera evaluación del proceso instruccional ejecutado.

El artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se presentan los trabajos relacionados; luego en la sección 3 se describe el proceso de enseñanza-aprendizaje utilizado, el cual será validado posteriormente. La sección 4 se refiere a la experimentación realizada, en la sección 5 se muestran los resultados estadísticos, mientras que en la sección 6 se presenta el análisis de resultados. Por último en la sección 7, se detallan las conclusiones y los trabajos a futuro.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

Actualmente existen propuestas para la inclusión de modelos colaborativos en la enseñanza de otras áreas del conocimiento, como por ejemplo Inteligencia Artificial [11], Programación [15], y Sistemas Expertos [4], entre otros. De igual forma existen experiencias tendientes a incorporar nuevos esquemas de enseñanza-aprendizaje para la orientación de cursos relacionados con Ingeniería del Software.

Manjarres y otros, han planteado una estrategia participativa en dictado del curso “Análisis, diseño y mantenimiento de

software”, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la UNED (España) [10]. La actividad de tipo práctico consistió en la participación en un proyecto real basado en Software Libre, que implicó el análisis, diseño y desarrollo de una aplicación de gestión de socios y voluntarios para la organización Ingeniería Sin Fronteras (ISF). Allí los estudiantes se integraron en el equipo de desarrollo de la organización, pudiendo realizar su colaboración a distancia. Esta colaboración supuso la práctica en diferentes técnicas de ingeniería, a la vez que la interiorización de los valores intrínsecos al paradigma de desarrollo del Software Libre [10].

Mesa y otros, han planteado una estrategia para la enseñanza de ingeniería de software desde la perspectiva de PBL (Problem-Based Learning), realizando un trabajo coordinado para la ejecución adecuada del proyecto [13].

Sin embargo ninguna de estas iniciativas consideró el trabajo con personas geográficamente distribuidas usando modelos colaborativos, que es la base de nuestro estudio.

## II. PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

El proceso instruccional experimentado [2] busca propiciar el aprendizaje a través del trabajo colaborativo. La estructura y la dinámica del modelo intentan involucrar a los participantes, dispersos geográficamente, de manera tal que el desarrollo de sus actividades pueda lograrse en forma efectiva. El modelo también alienta la participación activa de los integrantes de los grupos de trabajo.

El modelo propuesto plantea cinco etapas: (1) Preparación (2) Clase Teórica, (3) Práctica Local, (4) Práctica Distribuida y (5) Evaluación.

La Figura1 muestra el esquema del modelo aplicado en la experiencia. En ella participaron la Universidad Nacional de San Juan (Argentina), Universidad de Chile (Chile) y Universidad del Quindío (Colombia), ésta última Universidad fue involucrada debido a que el grupo de la Universidad del Cauca se encontraba en receso al momento de realizar el experimento.

Las cinco etapas del proceso son: *preparación*, en la cual se realizan actividades de planificación, puesta a punto de la tecnología a utilizar y aprestamiento; *clase teórica*, un profesor dicta una clase teórica introductoria a los estudiantes geográficamente distribuidos utilizando videoconferencia IP; *práctica local*, los estudiantes resuelven un problema práctico trabajando en forma grupal con sus pares locales; *práctica distribuida*, los estudiantes resuelven un nuevo problema práctico conformando grupos de trabajo con pares de otras universidades; *evaluación*, los estudiantes y profesores realizan una evaluación de la experiencia con el fin de encontrar oportunidades de mejora.

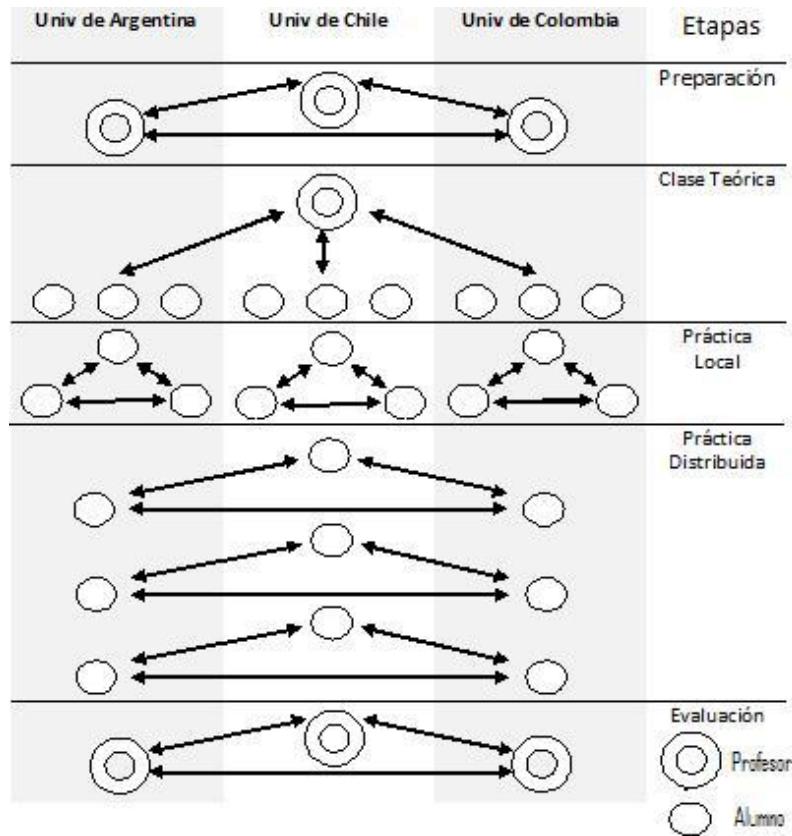


Figura 1. Proceso de Enseñanza Aprendizaje Propuesto

#### IV. EXPERIMENTACIÓN

Se ha realizado una primera aplicación del modelo [2], en una experiencia que utilizó como objeto de aprendizaje la temática "Estimación del Esfuerzo de un Proyecto de Software", con el fin de que los alumnos de grado, de la Universidad de Chile, Universidad del Quindío y Universidad Nacional de San Juan, adquieran conocimientos teóricos y prácticos en una técnica que apoya al proceso de desarrollo de software de calidad. Se trabajó con estudiantes que cursan los últimos años de los programas de grado de Ingeniería de Sistemas o Ciencias de la Computación de sus respectivas universidades.

La fase de preparación se realizó en la ciudad de San Juan, se llevó a cabo entre profesores de las tres universidades, los cuales acordaron el contenido temático, el despliegue del mismo, las consignas a implementar en las sesiones prácticas, las tecnologías a usar y finalmente el calendario de actividades.

La clase teórica no pudo ser realizada en forma simultánea en las tres universidades, debido a problemas tecnológicos surgidos de último momento, que no pudieron ser salvados. Por lo tanto esta segunda etapa del modelo fue ejecutada en forma asincrónica, primeramente se desarrolló con alumnos de Argentina, luego con alumnos de Colombia y por último con alumnos de la Universidad de Chile.

Un profesor de la Universidad de Chile impartió la clase teórica a distancia, a 19 alumnos de la Universidad Nacional de San Juan (Argentina), cursantes de las materias Sistemas de Información III y Calidad de Software. Esta clase on-line se realizó utilizando la funcionalidad de voz IP del software Skype© [18], para la transmisión de audio y video en tiempo real. La sesión duró aproximadamente 90 minutos y los alumnos estuvieron expectantes, concentrados e intercambiaron preguntas y comentarios con el profesor. La preparación de esta sesión requirió tareas de negociación de horarios comunes y de configuración y ajuste (tunning) de la tecnología de comunicación utilizada.

Luego, el mismo profesor repitió la clase teórica a los alumnos de Colombia. Allí participaron 22 estudiantes del curso de Ingeniería del Software III del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Quindío, ya que el grupo de la Universidad del Cauca se encontraba en receso. El grupo de trabajo de Colombia utilizó la red RENATA como base para establecer el ambiente virtual colaborativo con la Universidad de Chile, sitio desde donde se originaba la sesión. Para la interacción durante la clase, se utilizaron las plataformas Conference XP© [17], y Skype© [18], como apoyo a la transmisión de audio y video en tiempo real.

Finalmente, se impartió la clase teórica en forma tradicional (expositiva y presencial), a los alumnos de la Universidad de Chile. Este grupo estaba compuesto por 21 estudiantes de la carrera de grado en Ciencias de la Computación de dicha universidad.

La tercera etapa, práctica local, se realizó tal cual lo propone el modelo, es decir se conformaron grupos de alumnos de la misma universidad y ellos trabajaron conjuntamente para resolver el problema planteado. Las tres instituciones trabajaron en forma asincrónica entre sí sobre esta práctica, que tuvo el objetivo de reforzar el aprendizaje adquirido en la clase teórica. Como material para la práctica se entregó a los alumnos un documento, elaborado por el equipo de Chile, contenido una narrativa de especificación de software, algunos datos históricos referidos a la capacidad de producción de software de una empresa de desarrollo. Bajo ese escenario se les requirió que realizaran una estimación del esfuerzo para desarrollar ese proyecto de software.

Esta etapa se ejecutó tanto en Argentina como en Chile dos días posteriores a la fecha de realización de la clase teórica, siendo su duración aproximada de 90 minutos. En cambio en Colombia se realizó en forma inmediata a la sesión teórica y tuvo una duración aproximada de 120 minutos. Un investigador local de cada universidad guió y lideró esta práctica.

La cuarta etapa de la experiencia, la práctica distribuida, se llevó a cabo a través de sesiones de trabajo distribuidas. El equipo de investigación de la Universidad de San Juan coordinó esta etapa y definió 21 grupos de trabajo, conformados aleatoriamente por 3 estudiantes, respetando la condición de uno por cada país involucrado en la experiencia. Los alumnos debían resolver un práctico similar al realizado en la práctica local pero con un nivel de complejidad mayor, cuyo documento fue elaborado por los investigadores de la Universidad de Chile. Los estudiantes tenían libertad de elegir las herramientas de comunicación a utilizar. A cada alumno se le suministró la información de contacto del resto de los integrantes de su grupo, de tal forma que los estudiantes pudieran establecer comunicación entre ellos mediante correo electrónico y sistemas de mensajería instantánea (comunicación asincrónica y síncrona).

En general los alumnos se mostraron muy motivados a interactuar con pares de otras universidades y, más allá de las limitaciones que impone la comunicación mediada por las tecnologías, esa motivación se mantuvo durante todo el proceso. Los alumnos utilizaron, a su elección, múltiples medios de comunicación como chat, voz IP, e-mail y herramientas de videoconferencia.

Los estudiantes tuvieron que "negociar" entre ellos para arribar a acuerdos respecto de las tecnologías a utilizar para la comunicación, las formas de resolver el problema, los horarios de comunicación y la distribución de tareas, entre otros. Estas instancias de negociación los obligaron a poner en práctica habilidades y competencias poco usadas por ellos, pero de importancia en su formación profesional.

Por último se realizó la instancia de evaluación de la experiencia, para ello se necesitó que los alumnos contestaran dos encuestas, una encuesta de satisfacción y otra de co-evaluaciones (evaluación entre pares compañeros de grupo). Las primeras tienen el objeto de evaluar la experiencia realizada, en cuanto a su organización, performance de las tecnologías utilizadas, validez del proceso de enseñanza-aprendizaje, etc. Mientras que las de co-evaluación tiene el objetivo de evaluar el desempeño de cada compañero respecto del trabajo en grupo. Ambas evaluaciones fueron realizadas por los alumnos en forma individual y anónima. El equipo de profesores de cada universidad se encargó de recoger los resultados y enviarlos al equipo de la Universidad Nacional de San Juan para procesarlos estadísticamente. Los datos estadísticos de la encuesta de satisfacción obtenidos por dicho procesamiento se muestran en el siguiente apartado.

Para la encuesta de satisfacción entregada a los alumnos participantes de la experiencia, el nivel de satisfacción se evaluó en base a niveles de acuerdo. Se usó el formato de respuesta con una escala de clasificación tipo Likert [5] [7] [12], debido a que permite obtener valores cuantitativos de respuestas cualitativas. Los alumnos contestan cada enunciado en base a una escala cuantificada con valores de 1 a 5, considerando que 1 significa que está absolutamente en desacuerdo con el enunciado, 2 en desacuerdo, 3 ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 de acuerdo y 5 significa que está completamente de acuerdo con el enunciado.

Los enunciados de la encuesta fueron los siguientes:

1. La organización de la experiencia fue buena.
2. Los objetivos de la experiencia fueron claros.
3. La temática fue motivadora.
4. La teoría desarrollada fue suficiente.
5. Los conceptos incluidos fueron claramente desarrollados.
6. La vivencia de este tipo de aprendizaje fue interesante.
7. La experiencia cumplió con los objetivos propuestos.
8. La tecnología empleada contribuyó para el éxito de la experiencia.
9. Aprendí en esta experiencia el tema propuesto.
10. Ayudé a los demás a clarificar sus razonamientos.
11. Me coloqué en el lugar de los demás para comprender cómo piensan y por qué.
12. Me mantuve lo más objetivo posible cuando analicé algo.
13. Escuchar/leer las opiniones de personas de entornos diferentes al mío, me ayudó a entender cómo cosas iguales pueden ser vistas de maneras diferentes.
14. Ejercité la capacidad de proponer ideas y sostenerlas con fundamento.
15. Aprendí a aceptar ideas o propuestas de otros.
16. Negocié soluciones con otras personas.

17. El trabajo de los demás contribuyó a un mejor desempeño grupal.
18. Mi trabajo aportó al desempeño grupal.
19. La interacción con compañeros de otras universidades enriqueció mis conocimientos.
20. El curso satisfizo mis expectativas.
21. Esta experiencia es mejor que el sistema tradicional.

Con el fin de poder mejorar en un futuro la encuesta, según el proceso de medición de satisfacción propuesto por Bob Hayes [6] y aplicado en varios casos de estudio previos [8] [9] [20] y además para identificar posibles temas a los que se pueda aplicar el proceso instruccional experimentado, se les solicitó la siguiente información subjetiva:

- a. Escriba los aspectos positivos y los aspectos negativos de esta experiencia, al menos 3 (tres) de cada aspecto:
- b. Indique otros temas en los que aplicaría este tipo de experiencia:
- c. Otras observaciones:

## V. RESULTADOS ESTADÍSTICOS

Los resultados se basan en el procesamiento estadístico de 58 encuestas. No todos los alumnos que realizaron la experiencia la cumplimentaron. En el caso de Chile, 4 alumnos no contestaron las encuestas.

Puesto que todas las variables que se definieron en la encuesta a los alumnos son subjetivas, se realizó un análisis de fiabilidad en el que se calculó el coeficiente de Alfa de Cronbach [3]. Este es un índice de consistencia interna que toma valores entre 0 y 1 y que sirve para comprobar si el instrumento que se está evaluando recopila información defectuosa y por tanto nos llevaría a conclusiones equivocadas o si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes. Alfa es por tanto un coeficiente de correlación al cuadrado que mide la homogeneidad de las preguntas promediando todas las correlaciones entre todos los ítems para verificar que, efectivamente, se parecen. Los criterios de valoración para este índice son:

- De -1 a 0: No es confiable
- De 0.01 a 0.49: Baja confiabilidad
- De 0.50 a 0.75 Moderada confiabilidad.
- De 0.76 a 0.89 Fuerte confiabilidad
- De 0.90 a 1.00 Alta confiabilidad

El valor hallado en la encuesta hecha a los alumnos fue 0,9149, el cual por estar próximo a 1, garantiza la fiabilidad de la misma y de los resultados obtenidos a través de ella.

Para el procesamiento y análisis de la encuesta de satisfacción realizada por los alumnos que intervinieron en la

experimentación, los enunciados fueron agrupados en tres bloques o dimensiones de calidad: Desarrollo de la Experiencia, Enriquecimiento Integral y Satisfacción General. Se utilizó el software SPSS 11.5 ° [19], para procesar los datos y obtener los resultados estadísticos que dan sustento al presente trabajo.

### 5.1 Dimensión Desarrollo de la Experiencia

Este bloque abarca los enunciados 1 al 8 de la encuesta, los cuales se presentan a continuación:

1. La organización de la experiencia fue buena.
2. Los objetivos de la experiencia fueron claros.
3. La temática fue motivadora.
4. La teoría desarrollada fue suficiente.
5. Los conceptos incluidos fueron claramente desarrollados.
6. La vivencia de este tipo de aprendizaje fue interesante.
7. La experiencia cumplió con los objetivos propuestos.
8. La tecnología empleada contribuyó para el éxito de la experiencia.

Esta dimensión o variable fue encontrada como la mediana entre los enunciados involucrados, ya que la naturaleza de los mismos es ordinal.

Se realizaron tests Chi-Cuadrado [1] o tests de independencia, usados para analizar la independencia de las respuestas de los ítems respecto del origen del encuestado.

De ellos se obtuvo que el ítem 6 está influenciado por el origen del alumno (la universidad), con un nivel de significancia del 5%, es decir, que el margen de error es del 5%. El resto de los enunciados son independientes. En la Figura 2 se puede observar el gráfico de barras con la distribución del ítem 6, la vivencia de este tipo de aprendizaje fue interesante.

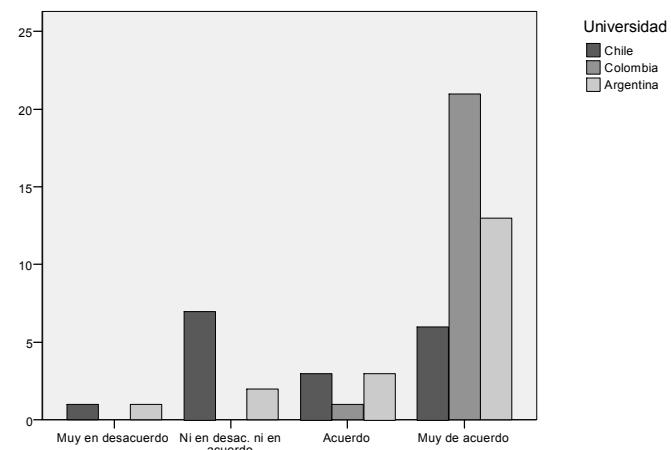


Figura 2. Distribución del ítem 6: la vivencia de este tipo de aprendizaje fue interesante

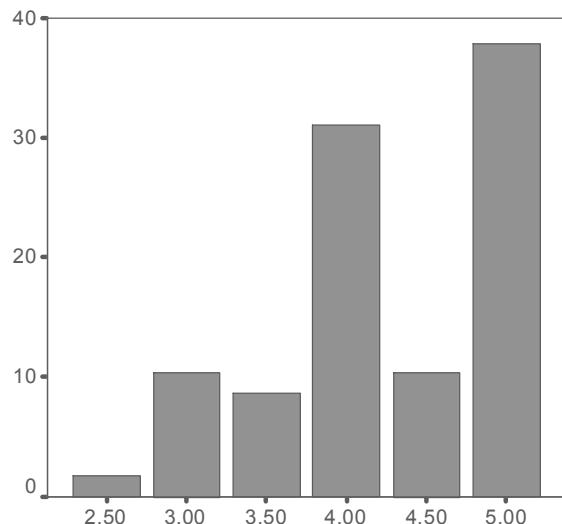


Figura 3. Distribución de la variable Desarrollo de la experiencia

En la Tabla 1 se muestran las correlaciones de los 8 ítems entre sí y con la variable resumen de los mismos. La correlación indica cuánto se relaciona una variable con otra, como influyen los valores de una en la otra. (se sospecha que hay relación o incidencia entre ellas si se obtiene más de 0.50).

Analizando las correlaciones, los ítems que mayor correlación presentaron con la variable resumen son:

Ítem 2: Los objetivos de la experiencia fueron claros.

Ítem 7: La experiencia cumplió con los objetivos propuestos.

## 5.2 Enriquecimiento Integral

Este bloque comprende los enunciados 9 al 19 de la encuesta, los cuales se presentan a continuación:

9. Aprendí en esta experiencia el tema propuesto.
10. Ayudé a los demás a clarificar sus razonamientos.
11. Me coloqué en el lugar de los demás para comprender cómo piensan y por qué.
12. Me mantuve lo más objetivo posible cuando analicé algo.
13. Escuchar/leer las opiniones de personas de entornos diferentes al mío, me ayudó a entender cómo cosas iguales pueden ser vistas de maneras diferentes.
14. Ejercité la capacidad de proponer ideas y sostenerlas con fundamento.
15. Aprendí a aceptar ideas o propuestas de otros.
16. Negocié soluciones con otras personas.
17. El trabajo de los demás contribuyó a un mejor desempeño grupal.
18. Mi trabajo aportó al desempeño grupal.
19. La interacción con compañeros de otras universidades enriqueció mis conocimientos.

En este grupo de enunciados se infieren dos tipos de enriquecimiento, uno puramente técnico (ítem 9) y otro que tiene que ver con el desarrollo de las habilidades sociales de los alumnos (ítems 10 al 19). Por esta razón se resumieron los enunciados 10 al 19 en una nueva variable llamada enriquecimiento por el desarrollo de habilidades sociales, que fue encontrada como la mediana entre los enunciados en cuestión.

Se realizaron los correspondientes tests Chi-Cuadrado [1] de los cuales se infiere que las opiniones de los alumnos a los

Tabla 1. Correlaciones de los ítems con la variable resumen Desarrollo de la experiencia.

Rho de Spearman									Vble.Res
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	1,000	,409	,156	,088	,066	,371	,445	,192	,554
2	,409	1,000	,450	,130	,111	,349	,668	,365	,742
3	,156	,450	1,000	,134	,121	,401	,480	,117	,564
4	,088	,130	,134	1,000	,486	,007	,111	,286	,320
5	,066	,111	,121	,486	1,000	,054	,308	,322	,403
6	,371	,349	,401	,007	,054	1,000	,483	,124	,577
7	,445	,668	,480	,111	,308	,483	1,000	,326	,842
8	,192	,365	,117	,286	,322	,124	,326	1,000	,549
Vble. Res.	,554	,742	,564	,320	,403	,577	,842	,549	1,000

ítems 14, 18 y 19 dependieron de la universidad de origen del alumno a un nivel de significancia del 5%. El resto de los enunciados son independientes.

Para concluir se muestra la Figura 4 con gráfico de barras que muestra la distribución del enriquecimiento técnico (ítem 9) por universidad; y en la Figura 5 el gráfico de barras que refleja la distribución de la dimensión enriquecimiento por el desarrollo de habilidades sociales.

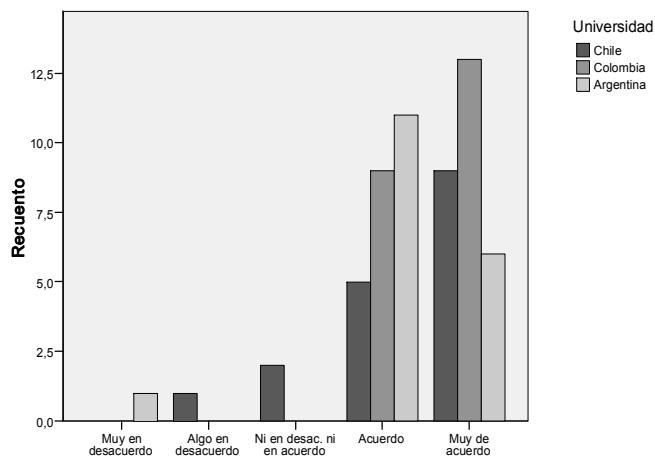


Figura 4. Distribución del ítem 9: Aprendí en esta experiencia el tema propuesto

En la Tabla 2 se presentan las correlaciones de los 11 ítems entre sí y con la variable resumen correspondiente al enriquecimiento por el desarrollo de habilidades sociales.

Analizando, se observa que los ítems que mayor correlación presentan son:

Ítem 15: Aprendí a aceptar ideas o propuestas de otros.

Ítem 18: Mi trabajo aportó al desempeño grupal.

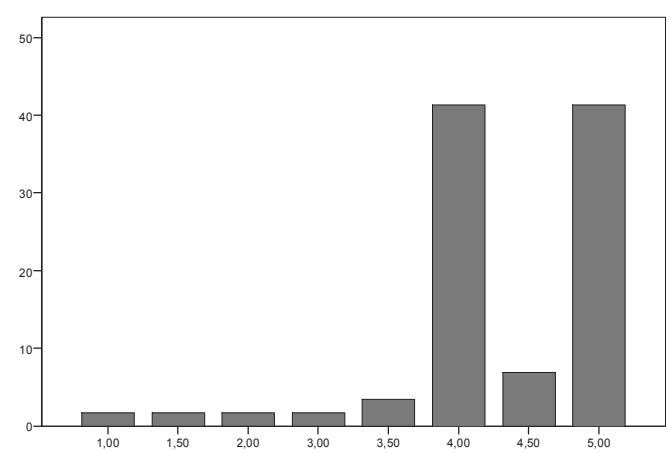


Figura 5. Distribución de la variable enriquecimiento por el desarrollo de habilidades sociales

Rho de Spearman	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Vble. Res
9	1,000	,294	,247	,196	,110	,380	,205	,280	,298	,356	,289	,419
10	,294	1,000	,462	,291	,288	,380	,325	,353	,377	,425	,171	,592
11	,247	,462	1,000	,381	,323	,347	,413	,314	,319	,153	,259	,433
12	,196	,291	,381	1,000	,166	,204	,412	,261	,163	,365	,009	,495
13	,110	,288	,323	,166	1,000	,476	,551	,582	,424	,358	,519	,592
14	,380	,380	,347	,204	,476	1,000	,644	,664	,450	,446	,436	,682
15	,205	,325	,413	,412	,551	,644	1,000	,505	,489	,523	,489	,765
16	,280	,353	,314	,261	,582	,664	,505	1,000	,455	,483	,457	,696
17	,298	,377	,319	,163	,424	,450	,489	,455	1,000	,577	,484	,639
18	,356	,425	,153	,365	,358	,446	,523	,483	,577	1,000	,234	,730
19	,289	,171	,259	,009	,519	,436	,489	,457	,484	,234	1,000	,470
Vble Res.	,419	,592	,433	,495	,592	,682	,765	,696	,639	,730	,470	1,000

Tabla 2. Correlaciones de los ítems con la variable resumen enriquecimiento por el desarrollo de habilidades sociales.

### 5.3 Satisfacción general

Este bloque abarca los enunciados 20 y 21 de la encuesta, los cuales se presentan a continuación:

20. El curso satisfizo mis expectativas.
21. Esta experiencia es mejor que el sistema tradicional.

Como los ítems versan sobre diferentes cuestiones y son sólo dos, este bloque no está resumido en una variable.

Se realizaron tests Chi-Cuadrado [1] de los cuales se infiere que las opiniones de los alumnos a los enunciados de este bloque no están influenciadas por el origen del alumno (la universidad) a un nivel de significancia del 5%.

Para concluir se presenta en la Figura 6 y en la Figura 7 los gráficos de barras, que reflejan las distribuciones de los enunciados de este bloque.

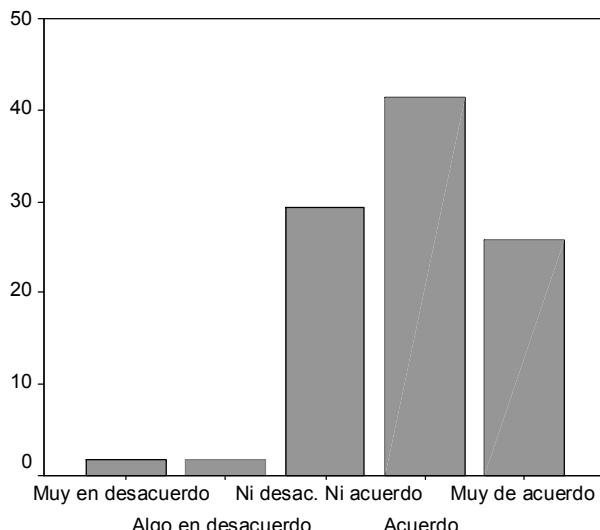


Figura 6. Distribución del ítem 20: El curso satisfizo mis expectativas.

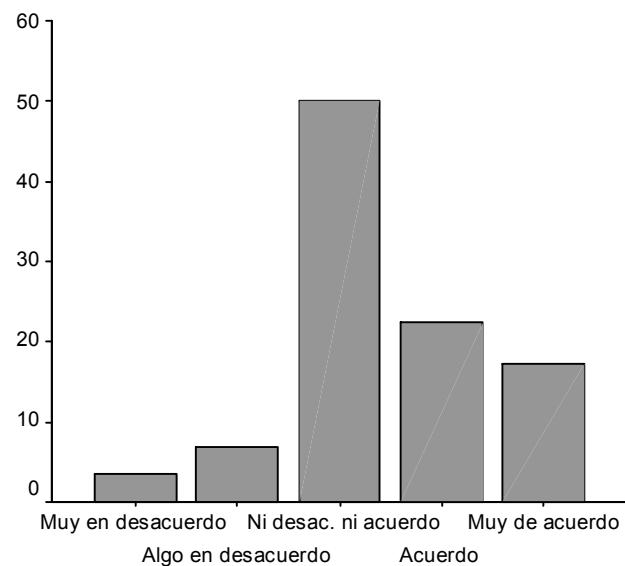


Figura 7. Distribución del ítem 21: Esta experiencia es mejor que el sistema tradicional.

Como en estos ítems las opiniones no son tan contundentes se analiza si el ítem 8, que se refiere a la tecnología empleada, ha contribuido de algún modo en estas respuestas. Para ello se realizó el test de independencia, resultando que la tecnología no ha influenciado en las respuestas del ítem 21 a un nivel de significancia del 5%. A continuación se muestra la Tabla 3 de contingencia de estos dos ítems.

## VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Basándose en los datos obtenidos en el punto anterior y teniendo en cuenta que los niveles de satisfacción fueron tomados en base al grado de acuerdo con que los alumnos

Tabla 3. Tabla de contingencia La tecnología empleada contribuyó para el éxito de la experiencia. \* Esta experiencia es mejor que el sistema tradicional.

Recuento	Esta experiencia es mejor que el sistema tradicional					Total
	Muy en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Ni en desac. ni en acuerdo	Acuerdo	Muy de acuerdo	
La tecnología empleada contribuyó para el éxito de la experiencia.	Muy en desacuerdo	1	0	1	0	2
	Algo en desacuerdo	0	0	2	2	5
	Ni en desac. ni en acuerdo	0	3	10	1	15
	Acuerdo	0	1	9	3	17
	Muy de acuerdo	1	0	7	4	19
Total	2	4	29	13	10	58

respondieron a cada uno de los enunciados, podemos realizar el siguiente análisis de ellos.

### 6.1 Dimensión Desarrollo de la Experiencia

El desarrollo de la experiencia, como variable resumen de todos los ítems relacionados a este concepto, muestra en la Figura 3 que el 79,2 % de los alumnos encuestados (sin importar el origen) valoraron como satisfactorio o muy satisfactorio el desarrollo de la experiencia, con lo cual, podemos aseverar que más allá de las dificultades producidas en cuanto a 'comunicación', consideran que el desarrollo fue exitoso. Revisando los comentarios realizados por los alumnos en las encuestas (enunciados subjetivos) ellos manifiestan como negativo la dificultad de no realizar la clase teórica como se había planteado, las demoras en coordinar con su grupo para realizar la práctica distribuida, el problema de horarios diferentes, prácticamente en el 95% de los casos. Pero, casi en la misma proporción indican su agrado por la experiencia, su entusiasmo para repetirla, las expectativas por interactuar con compañeros de otros países y la conformidad con la temática aprendida.

El test del Chi-Cuadrado [1] muestra que el enunciado 6: "La vivencia de este tipo de aprendizaje fue interesante", está influenciado por el origen del alumno (la universidad). Analizando la situación con más detalle, y observando la distribución de las respuestas en la Figura 2, esta diferencia es clara. Podemos inferir que los alumnos de la Universidad de Chile son alumnos que viven en una Capital de país, en una universidad altamente relacionada científicamente a nivel internacional y donde una conferencia de un profesor extranjero y por videoconferencia es usual (al margen de que el profesor que dictó el curso era de esa universidad y fue presencial para ellos). Tanto los de Argentina como los de Colombia pertenecen a universidades de provincias del interior del país, donde las relaciones científicas son menores en cantidad y asistir a un curso dado por un profesor extranjero y por videoconferencia es altamente motivador y poco frecuente. Los resultados de estas características se ven en el gráfico de barras.

Del análisis de la correlación entre los ítems y la variable resumen, en la Tabla 1, se observa que los ítems 7: "La experiencia cumplió con los objetivos propuestos" (0,842) y 2: "Los objetivos de la experiencia fueron claros" (0,742), son los más relacionados a la variable desarrollo de la experiencia, es decir que el valor de la variable resumen depende mucho de los valores obtenidos en estos ítems, ya que inciden fuertemente en ella. Como conclusión podemos confirmar, con un basamento estadístico fiable, que la definición clara y el entendimiento de los objetivos del experimento previo a su inicio colaboran fuertemente al éxito del mismo.

### 6.2 Dimensión Enriquecimiento Integral

En este bloque se cuenta con el ítem 9: "Aprendí en esta experiencia el tema propuesto" como un ítem que mide el aspecto de enriquecimiento técnico (aprendizaje de la temática) y los ítems 10 al 19 los relacionados al enriquecimiento por desarrollo

de habilidades sociales (referido el enriquecimiento obtenido de la interacción y colaboración entre los compañeros de experiencia). Enriquecimiento técnico (ítem9):

En cuanto al enriquecimiento técnico, se observa en la Figura 4, que el 93 % de los alumnos encuestados (sin importar el origen) valoraron como satisfactorio o muy satisfactorio el aprendizaje de la temática, con lo cual podemos confirmar que el enriquecimiento técnico o el aprendizaje de la temática fue altamente exitoso.

#### Enriquecimiento por el desarrollo de habilidades sociales:

Esta variable resumen, como se observa en la Figura 5, revela que el 89,7 % de los alumnos encuestados (sin importar el origen) valoraron como satisfactorio o muy satisfactorio este enriquecimiento, con lo cual podemos aseverar que consideran que el enriquecimiento obtenido por el desarrollo de habilidades sociales debido a esta experiencia fue exitoso.

Los resultados de los tests Chi-Cuadrado confirman que las opiniones de los alumnos a los enunciados 14: "Ejercité la capacidad de proponer ideas y sostenerlas con fundamento", 18: "Mi trabajo aportó al desempeño grupal" y 19: "La interacción con compañeros de otras universidades enriqueció mis conocimientos", sí están influenciados por el origen del alumno (la universidad) a un nivel de significancia del 5%, esto significa que los alumnos (tanto de Chile como de Colombia y de Argentina) no opinaron del mismo modo respecto a esos enunciados. Analizando los datos no encontramos indicios estadísticos, en esta primera experiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje, para resolver este cuestionamiento.

Del análisis de la correlación entre estos ítems y la variable resumen, presentados en la Tabla 2, se observa que los ítems 15 "Aprendí a aceptar ideas o propuestas de otros" (0,765) y 18 "Mi trabajo aportó al desempeño grupal" (0,730), son los más relacionados a esta variable resumen e inciden fuertemente en ella. Como conclusión podemos confirmar, con un basamento estadístico fiable, que estos ítems son los que más valoraron en la experiencia, en cuanto al enriquecimiento por el desarrollo de habilidades sociales.

### 6.3 Satisfacción general

En este bloque se analizaron los enunciados en forma individual ya que cada ítem se refiere a diferentes aspectos de la satisfacción.

En cuanto al ítem 20 "el curso satisfizo mis expectativas", se observa en la Figura 6, que el 67,3% de las respuestas fueron satisfactorias o muy satisfactorias y que un 29,3% ni satisfactorio ni insatisfactorio, neutros. Acá podemos decir que en general, el curso satisfizo las expectativas de los alumnos.

En cuanto al ítem "esta experiencia es mejor que el sistema tradicional", las opiniones de los alumnos están más divididas, analizando la Figura 7 se observa que el 50 % de las respuestas son neutras, ni de acuerdo ni en desacuerdo, y el 39,6% de las

respuestas fueron satisfactorias o muy satisfactorias. En este ítem podemos inferir que el 50% de los encuestados no puede asegurar ni negar si esta experiencia es mejor que el sistema tradicional y el 10,3% opina que esta en desacuerdo o muy en desacuerdo.

Analizando estos últimos valores, intuimos que el aspecto tecnológico de la experiencia debe influir en la respuesta a este ítem, ya que si la tecnología no ayudó a que la experiencia se desarrolle tal cual se planteó, esto incide en poder decidir si la experiencia es mejor que el sistema tradicional. Realizando el análisis de correlación correspondiente entre el ítem 8 "la tecnología empleada contribuyó al éxito de la experiencia" y el 21 en cuestión, vemos - no sin sorpresa - que son independientes. ¿Por qué? Estudiando en profundidad y los datos sin procesar (las respuestas de los alumnos en las encuestas), podemos inferir que en el ítem 9 el alumno ha respondido al éxito de la experiencia, mas allá de la tecnología usada. El alumno está contento con la experiencia y no mide la tecnología, que para esta experiencia tuvo su obstáculo. Como resultado podemos concluir que como los alumnos estaban tan contentos con la experiencia no llegaron a descubrir lo malo de la tecnología y si ésta influyó para que fuera exitosa la experiencia, ellos la consideran exitosa, y no están en condiciones de confirmar, en el ítem 21, si esta experiencia es mejor que el sistema tradicional. El 31% de los encuestados (18 respuestas de 58 en total), como se observa en la Tabla 3, respondió como satisfactorio o muy satisfactorio tanto para el ítem 8 como para el 21.

## VII. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

La experiencia presentada en este trabajo fue altamente positiva para los profesores pues al interactuar con colegas de otras universidades se generaron discusiones y acuerdos respecto de la enseñanza de la Ingeniería de Software que ayudan a mejorar el proceso instruccional y a descubrir oportunidades de investigación conjunta.

Respecto de los estudiantes y según los resultados preliminares obtenidos de la evaluación, se puede advertir que hay indicios que nos permiten decir que:

- La gran mayoría, casi el 80%, valoró al menos como satisfactoria la experiencia, lo cual motiva a repetirla con las mejoras identificadas.
- La mayoría, el 93%, dijo que aprendieron el tema propuesto, Estimación de tamaño de software; de manera que el objetivo pedagógico principal fue alcanzado ampliamente.
- La gran mayoría de los alumnos encuestados, casi el 90%, manifestó que sienten haber enriquecido sus habilidades sociales como proponer y sostener ideas ante pares, participar

positivamente en grupos de trabajo, aprovechar y adquirir conocimiento de pares, etc.

La satisfacción general fue moderadamente alta, 67%, pero no tanto como los indicadores antes descritos. Esto puede deberse en parte por los problemas de comunicación que disminuyeron los niveles de satisfacción general. Por otro lado no hay que descartar que existan otros aspectos, no encuestados, que realmente incidan en la satisfacción general del alumno. Ambas cuestiones serán objetivo de investigación para ser incorporadas en futuras replicaciones del experimento.

Si bien los estudiantes en general están de acuerdo con estas iniciativas, no hubo consenso entre ellos respecto que estos procesos instruccionales sean mejores que los procesos tradicionales de enseñanza aprendizaje presenciales. Esta percepción nos lleva a la afirmación que todavía quedan aspectos importantes a investigar y desarrollar, por ejemplo las herramientas de comunicación, para lograr que estos procesos instruccionales distribuidos alcancen niveles de satisfacción similares a los procesos tradicionales.

Este trabajo permitió elaborar un paquete experimental valioso para la enseñanza de la Ingeniería de Software en entornos distribuidos. Sin embargo, los indicios identificados en este trabajo deberán ser revalidados, con el fin de alcanzar afirmaciones más contundentes, a través de nuevas replicaciones del experimento. Se prevé este año reiterar el experimento sumando nuevas universidades latinoamericanas lo que permitirá contar con mayor cantidad de datos estadísticos para analizar y arribar a conclusiones. Estas nuevas experimentaciones deberán incorporar mejoras, entre ellas las referidas a las herramientas de comunicación IP y la adición de mayor cantidad de indicadores tanto cualitativos (enunciados) como cuantitativos.

Otro desafío futuro es diseñar el experimento de tal forma que también sirva para evaluar herramientas, técnicas, modelos o metodologías de ingeniería de software, proveyendo resultados fiables y valiosos para la industria. De esta manera se contribuirá a la creación de un laboratorio virtual y distribuido de experimentación en Ingeniería de Software.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto Fortalecimiento Red de Investigación Aplicada en Ingeniería de Software Experimental, en el marco de la Convocatoria de Proyectos de Fortalecimiento Redes Interuniversitarias II del Ministerio de Educación de Argentina. El trabajo ha sido también parcialmente financiado por LACCIR (Latin American and Caribbean Collaborative ICT Research federation): [www.laccir.org](http://www.laccir.org).

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Anderson T.W., 1984. An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. New York: John Wiley. 752 P.
- [2] Collazos C.; Pantoja W.; Zapata S.; Lund M.; Aballay L.; Ochoa S.; Neyem A. y Giraldo F.,2009. Enseñanza de la Ingeniería de Software desde una Perspectiva de Trabajo Colaborativo. En: IV Congreso Colombiano de Computación.
- [3] Cronbach L.J., 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. En: Psychometrika, vol 16, nro 3, pp. 297-334.
- [4] Cuneo C. y Mariño M.,2005. Entorno colaborativo en la enseñanza de Sistemas Expertos. En: Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad del Nordeste.
- [5] Elejabarrieta F.J y Liguez L.,1984. Construcción de escalas de actitud tipo Thurst y Likert. En: <http://antalya.uab.es/liniguez/Materiales/escalas.pdf>.
- [6] Hayes B., 1998. Measuring customer satisfaction: survey design, use, and statistical analysis methods. Milwaukee: ASQC Quality Press. 285 P.
- [7] Likert R.A., 1932. Technique for the measurement of attitudes. En: Archives of Psychology, vol 22, No. 140, pp. 1-55.
- [8] Lund M.; Forcada B.; Zapata S. y Herrera M., 2001. Una experiencia en la Obtención de un Instrumento Fiable para medir Satisfacción de Clientes de Software. En: Jornadas de Ingeniería de Software y Bases de Datos (España).
- [9] Lund M. y Zapata, S., 2000. Proposal to Measure Software Customer Satisfaction. En: Proceedings Argentine Symposium on software Engineering. Septiembre, pp. 185-197.
- [10] Manjarres A.; Arias M. y Gaudioso E.,2008. Competencias transversales en la enseñanza de la ingeniería del software. En: Actas de las VI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria, Universidad de Alicante.
- [11] Mariño S., 2008. Diseño de un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje para la asignatura de Inteligencia Artificial. En: Revista electrónica Quaderns Digitals, No.3.
- [12] Méndez L. y Peña J., 2006. Manual práctico para el diseño de la Escala Likert. México: Editorial Trillas. 143 P.
- [13] Mesa J.; Alvarez J.; Villanueva J. y Cos F.,2008. Actualización de Métodos de Enseñanza-Aprendizaje en Asignaturas de Dirección de Proyectos de Ingeniería. En Revista Formación Universitaria, Vol 1, No 4 , pp.23-28.
- [14] Orvis K. y Lassiter A. 2007. Computer-Supported Collaborative Learning: Best Practices and Principles for Instructors. New York: Information Science Publishing. 337 P.
- [15] Redondo M.; Mendes A. y Ortega M., 2001. Planificación colaborativa del diseño para el aprendizaje de la programación. En: Actas del Taller Internacional de Software Educativo.
- [16] Wohlin C.; Runeson P.; Höst M.; Ohlsson M.; Regnell B. y Wesslén A, 2000. experimentation in Software Engineering: An Introduction. Springer. 228 P.
- [17] [www.codeplex.com/ConferenceXP](http://www.codeplex.com/ConferenceXP)
- [18] [www.skype.com](http://www.skype.com)
- [19] [www.spss.com](http://www.spss.com)
- [20] Zapata S.; Lund M.; Herrera M. y Recabarren N, 2002. Elaboración de un cuestionario fiable para medir Satisfacción de Alumnos de Cursos Universitarios de Ingeniería de Software. En: The Seventh International Conference on Engineering and Technology Education (Brasil).
- [21] Zelkowitz M.V. y Wallace D., 1997. Experimental validation in software engineering. En: Information and Software Technology, Vol 39, No 11, pp. 735-743.

# Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

## Facultad de Minas



### Reseña Histórica

La Escuela Nacional de Minas fue fundada el 11 de abril de 1887, bajo la dirección del general Pedro Nel Ospina como rector y como Vice-rector Luis Tisnés, aunque el general Pedro Nel Ospina no se posesionó, elaboró con ayuda de su hermano Túlio los estatutos y reglamentos de la escuela, los cuales fueron una adaptación de los estatutos y reglamentos de la Escuela de Minas de California (Berkeley) los cuales fueron cambiando de acuerdo a las necesidades de cada década, en ellos se fomentó una filosofía con valores cívicos, éticos y de orden por medio del estímulo y el ejemplo que comprometían el comportamiento del estudiante no solo dentro de la escuela sino fuera de ella, a demás se introdujeron hábitos de sobriedad, de economía y principios morales de honradez, honestidad y respeto.

En sus inicios contó con 22 alumnos matriculados, y luego de tres meses fue cerrada por la poca cantidad de estudiantes, fue reabierta un año después, el 2 de enero de 1888, bajo la rectoría de Túlio Ospina V, esta vez contó con 27 alumnos matriculados y con un plan de estudios de 4 años de un mejor control de los programas curriculares y adaptarlos a nuevas condiciones adelantándose a las necesidades futuras de la educación y asegurando así un buen desempeño de los futuros profesionales.

En 1906 la Escuela Nacional de Minas se anexó a la Universidad de Antioquia, a la que perteneció durante cinco años más, en 1911 pasó a ser de nuevo una entidad independiente.

En 1940 la institución fue incorporada a la Universidad Nacional y continuó con el nombre de Escuela Nacional de Minas, ese mismo año comenzó la construcción de la actual sede, la cual fue inaugurada el 19 de diciembre de 1944, en el marco del primer Congreso Nacional de Ingenieros.

Entre 1941 y 1950 se crean las carreras de ingeniería geológica y petróleos y arquitectura, la cual se separó de la facultad de Minas en 1954, en 1960 se crea la carrera de ingeniería administrativa, luego se crearon los programas de ingeniería industrial, ingeniería mecánica e ingeniería química y se separaron los programas de ingeniería geológica y petróleos en dos programas diferentes, actualmente la Facultad de Minas Administra 11 programas de pregrado en ingeniería, 17 de posgrado y cuatro doctorados.

La Facultad a lo largo de su existencia ha sido motora del desarrollo de la ciudad, del departamento y del país, a través de sus 12.000 egresados quienes han constituido la mayor parte del personal dirigente y técnico en las explotaciones mineras, las construcciones de distinto tipo, la infraestructura vial, los desarrollos hidroeléctricos, las obras de abastecimiento de agua, las obras sanitarias y la industria, así como en los planes de desarrollo físico, económico y social.

