

# Percepción de los estudiantes y evaluación de una variante del aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de software distribuido

*Perception of students and evaluation of a variant of project-based learning in distributed software development*

**Ukranio Coronilla Contreras**

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, México  
[ukraniocc@yahoo.com](mailto:ukraniocc@yahoo.com)

**Virginia Medina Mejía**

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, México  
[vmedinamejia@yahoo.com.mx](mailto:vmedinamejia@yahoo.com.mx)

**Gisela González Albarrán**

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, México  
[gisela6543210@yahoo.com.mx](mailto:gisela6543210@yahoo.com.mx)

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue conocer la percepción de 83 alumnos que cursaban la materia Desarrollo de Sistemas Distribuidos en la Escuela Superior de Cómputo en torno a las actividades realizadas con la adecuación de una estrategia de aprendizaje basado en proyectos, la cual se empleó para trabajar en el desarrollo de *software* en aplicaciones distribuidas. Para recabar la información se aplicó una encuesta de satisfacción sobre el proyecto final y sobre el curso. Los resultados demuestran que los alumnos están claramente de acuerdo en que la actividad sirvió para ejercitar la capacidad de proponer ideas, aceptar las formuladas por otros y mejorar el desempeño en equipo. De hecho, se observó un incremento de 1.3 unidades en la calificación promedio de los alumnos cuando se empleó esta experiencia en comparación a cuando se trabajó de forma individual. También se pudo apreciar que aproximadamente la mitad de los alumnos logró resolver todo o parte de los problemas de desarrollo de *software* para los cuales no se les había capacitado durante el semestre.

**Palabras clave:** aprendizaje basado en proyectos, desarrollo de *software*, evaluación.

### **Abstract**

The objective of this work was to know the perception of 83 students who studied the subject Development of Distributed Systems at the Higher School of Computing about the activities carried out with the adaptation of a project-based learning strategy, which was used to work in the development of software in distributed applications. To collect the information, a satisfaction survey was applied to the final project and during the course. The results show that the students clearly agree that the activity served to exercise the ability to propose ideas, accept those formulated by others and improve team performance. In fact, there was an increase of 1.3 units in the average grade of students when this experience was used compared to when they worked individually. It was also noted that approximately half of the students managed to solve all or part of the software development problems for which they had not been trained during the semester.

**Keywords:** project-based learning, software development, evaluation.

**Fecha Recepción:** Enero 2018

**Fecha Aceptación:** Julio 2018

---

### **Introducción**

En la actualidad las distintas instituciones de educación superior —entre ellas, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México— son conscientes de la importancia que subyace en el enfoque pedagógico basado en competencias (IPN, 2004). Una muestra de ello es el proyecto Tuning América Latina (2007), el cual establece que los alumnos deberían desarrollar una diversidad de capacidades, entre las que se destacan la responsabilidad, la autoconfianza, la capacidad de resolución de problemas, las habilidades comunicativas y el razonamiento crítico. Estas, sin embargo, suelen ser promovidas solo de forma accidental a través estrategias como la “clase magistral, clase magistral participativa, visionado de video, análisis de documentos, trabajo independiente, prácticas de laboratorio, prácticas de campo, comentario de texto, simulación o role-playing, estudio de casos, trabajo por problemas, trabajo por proyectos y seminario” (Ruiz, 2006, p. 260).

Ahora bien, en el caso concreto de la Escuela Superior de Cómputo perteneciente al IPN, se puede señalar el caso de la unidad de enseñanza y aprendizaje Desarrollo de Sistemas Distribuidos (DSD), la cual tiene una duración semestral y corresponde a una materia de formación terminal e integración, ubicada en el séptimo semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Este curso está planificado para dictarse a través de sesiones teóricas y prácticas, pues se busca que el alumno pueda desarrollar e implementar sistemas distribuidos sobre plataformas heterogéneas. Sin embargo, y debido a los tiempos asignados en clase, no se suele fomentar una experiencia integradora y similar a la que se debe experimentar en el campo laboral, lo cual representa una gran desventaja para los estudiantes, pues, como lo mencionan Estruch y Silva (2006), “una de las carencias más acusadas de los actuales planes de estudios de Ingeniería en general, y de Informática en particular, es la falta de experiencia de los alumnos a la hora de abordar un proyecto de ingeniería” (p. 343).

Por este motivo, desde el primer semestre de 2017 se ha procurado en dicho curso no solo incluir una mayor cantidad de prácticas, sino también asignar 25 % de la calificación final a trabajo realizado mediante una estrategia de aprendizaje basado en proyectos.

### **Aprendizaje basado en proyectos**

Una de las más recientes propuestas metodológicas es el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el cual, según Sánchez (2013), es un conjunto de tareas que se enfocan “en la resolución de preguntas o problemas a través de la implicación del alumno en procesos de investigación de manera relativamente autónoma que culminan con un producto final presentado ante los demás” (párr. 4). Esto significa que el trabajo del docente debe centrarse en lo siguiente:

Crear un ambiente de aprendizaje modificando los espacios, dando acceso a la información, modelando y guiando el proceso. Además entre las acciones que deben realizar los profesores se encuentran: animar a utilizar procesos metacognitivos, reforzar los esfuerzos grupales e individuales, diagnosticar problemas, ofrecer soluciones, dar retroalimentación y evaluar los resultados (Sánchez, 2013 p. 2).

Estos propósitos del ABP resultan pertinentes para ser aplicados en una asignatura como Desarrollo de Sistemas Distribuidos, ya que en esta se exige la elaboración de un *software* más complejo no solo en cuanto a sus dimensiones, sino también en su estructura. Aunado a ello, se deben garantizar aspectos como la confiabilidad y la seguridad, lo que involucra a varios programadores desarrollando y probando de forma sincrónica la misma aplicación en distintas computadoras. En otras palabras, con el uso del ABP se intenta no solo fomentar el trabajo colaborativo para crear aplicaciones distribuidas, sino también introducir a los alumnos en un ambiente similar al que vivirán en el campo laboral, donde deberán organizarse y buscar acuerdos con las demás especialistas con que trabajan (Hodges, 2013). A partir de esta breve explicación, se puede decir que el ABP puede ser una estrategia válida para enseñar sistemas distribuidos y para compararla con los resultados conseguidos con el modelo tradicional.

## **Metodología**

Actualmente el curso de DSD tiene asignadas tres sesiones semanales de hora y media cada una por un periodo de 18 semanas. En estas, los alumnos llevan al aula computadoras personales, las cuales se conectan a internet mediante red inalámbrica. Del total de sesiones, 80 % se utilizan para el desarrollo de las prácticas, las cuales cuentan con apoyo directo del profesor en el rol de guía, quien ofrece la información mínima necesaria para el desarrollo exitoso de los encuentros. Uno de los propósitos de esta estrategia es conseguir que los alumnos vayan adquiriendo habilidades para interactuar y, al mismo tiempo, para responsabilizarse de su propio aprendizaje.

El restante 20% de las sesiones se ocupa en la elaboración de actividades que se centran en los elementos teóricos más esenciales del temario, lo cual se procura concretar de forma más detallada a través de las exigencias implícitas de los ejercicios prácticos. Aunado a esto, durante el semestre se dejan como tarea tres proyectos relacionados con la teoría y las prácticas que se hayan visto hasta ese momento, los cuales se desarrollan de manera individual. Estas actividades conforman los elementos preparatorios para un proyecto final, que en este caso fue único, y que se aplicó para todos los alumnos e incluyó los temas más importantes del temario de la asignatura.

Ahora bien, un aspecto que se debe considerar al aplicar el ABP tiene que ver con las dificultades que pueden surgir al momento de evaluar los proyectos (Sánchez, 2013), así como para controlar la clase (el profesor debe encontrar un equilibrio entre permitir a los alumnos trabajar por su cuenta y mantener el orden) o manejar la distribución del tiempo (los proyectos frecuentemente toman más tiempo del programado). Por ende, y con la intención de paliar esta problemática, se ha elaborado la siguiente propuesta, que conforma una adecuación del ABP.

Por ejemplo, y para evitar los problemas relacionados con el orden y el exceso de tiempo, se escogió uno de los últimos días del semestre para la programación del proyecto final en un horario de 7:00 a. m. a 7:00 p. m. En este periodo se formaron equipos de cuatro personas cuyos promedios en las calificaciones de sus proyectos individuales durante el semestre fueran similares; de esa manera se procuró que los alumnos trabajaran en equipos cuyos integrantes estuvieran en las “mismas circunstancias”. Esta decisión fue tomada con base la experiencia de Labra, Fernández, Calvo y Cernuda (2006), quienes en una experiencia previa advirtieron lo siguiente: “Algunos alumnos se desmotivaron porque otros compañeros trabajaban mucho (...). Parecía que el hecho de que algunos alumnos aportasen muchas cosas al proyecto hacía que otros no se sintiesen motivados para hacerlo” (Labra *et al.*, 2006 p. 401 )”.

Por otra parte, para disminuir la dificultad en la evaluación de los trabajos, se propuso un único proyecto para todos los equipos junto con su respectiva rúbrica. Este proyecto final consistió en una aplicación distribuida para coleccionar 88.7 millones votos ciudadanos para la elección de presidente de la República a nivel nacional, los cuales provendrían de mensajes SMS de teléfono celular, cada uno modelado con un paquete UDP. Para ello, las estadísticas de los votos y de los candidatos tendrían que poder desplegarse desde cualquier navegador web, mientras que la base de datos debería encontrarse replicada en tres servidores para tener un sistema con tolerancia a fallos. Asimismo, se agregaron mecanismos para verificar la consistencia de la información en cualquier momento.

Es importante aclarar que 30 % de la evaluación propuesta en la rúbrica incluía elementos teóricos y prácticos que no se habían cubierto durante el semestre. La intención de esto fue fijar un desafío que obligara a los alumnos a encontrar una solución al problema planteado a partir de sus competencias y procesos metacognitivos, como lo sugiere el ABP.

En esta actividad participaron 83 alumnos pertenecientes a cuatro secciones distintas de la misma materia, de modo que la mayoría de grupos de trabajo quedaron conformados por estudiantes que no se conocían.

### Evaluación del proceso

Un día posterior al proyecto final se aplicó una encuesta de satisfacción sobre el proyecto final y sobre el curso. Los reactivos se muestran en la tabla 1, los cuales fueron tomados con pequeñas modificaciones de un trabajo para la evaluación de un proceso instruccional aplicado en Argentina, Colombia y Chile (Lund *et al.*, 2009). Asimismo, se utilizó un formato con una escala tipo Likert (Likert, 1932) que estaba compuesto por cinco opciones de respuesta, donde 1 significaba estar completamente de acuerdo con el enunciado y 5 completamente en desacuerdo. De este modo se intentó generar una serie de información que fue analizada cuantitativamente. La encuesta fue contestada por 61 alumnos.

**Tabla 1.** Opinión sobre la técnica de aprendizaje basado en proyectos

Afirmación	Media	$\sigma$
La organización de la experiencia fue buena	1.84	0.75
Los objetivos de la experiencia fueron claros	1.75	0.8
La temática fue motivadora	2.00	0.85
La teoría desarrollada fue suficiente	1.79	0.63
Los conceptos incluidos fueron claramente desarrollados	1.80	0.65
La vivencia de este tipo de aprendizaje fue interesante	1.54	0.69
La experiencia cumplió con los objetivos propuestos	1.79	0.75
Aprendí en esta experiencia el tema propuesto	1.87	0.86
Ayudé a los demás a clarificar sus razonamientos	2.03	0.81
Me coloqué en el lugar de los demás para comprender cómo piensan y por qué	2.10	0.88
Ejercité la capacidad de proponer ideas y sostenerlas con fundamento	1.67	0.72
Aprendí a aceptar ideas o propuestas de otros	1.66	0.81
Negocié soluciones con mis compañeros de equipo	1.82	1.08
El trabajo de los demás contribuyó a un mejor desempeño del equipo	1.61	0.87
El curso satisfizo mis expectativas	1.74	0.81
Esta experiencia es mejor que el sistema tradicional	1.75	0.78

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 se puede observar que la afirmación que consiguió un mayor grado de acuerdo fue *La vivencia de este tipo de aprendizaje fue interesante*. De hecho, se aprecia que los alumnos consideran que la actividad sirvió para ejercitar la capacidad de proponer ideas, aceptar las formuladas por otros y mejorar el desempeño en equipo, aunque también vale mencionar que el ítem menor valorado fue el de colocarse en el lugar de los demás para comprender cómo piensan y por qué. Aun así, y tomando en cuenta el bajo valor de dispersión, se puede afirmar que incluso en el peor caso hubo una percepción neutra al respecto de pocos alumnos.

Igualmente, y para comparar la efectividad de esta estrategia educativa, se elaboró la tabla 2, en la cual se muestran los promedios y la desviación estándar de la calificación obtenida tanto en el proyecto final como en los tres proyectos individuales desarrollados durante el semestre.

**Tabla 2.** Comparativa de calificaciones obtenidas por los estudiantes en el proyecto final y en los tres proyectos individuales

PROYECTO FINAL				PROYECTOS INDIVIDUALES			
Media	$\sigma$	Mínimo	Máximo	Media	$\sigma$	Mínimo	Máximo
6.89	2.15	2.7	10	5.59	5.44	0	10

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se aprecia que la media en la calificación del proyecto supera en 1.3 unidades a la media de los proyectos individuales. Esto indica una mejora que puede deberse al estímulo que provoca esta experiencia en comparación con el método tradicional. Se puede asegurar, por tanto, que las dinámicas de interacción entre los alumnos que se ofrecen en la programación del proyecto final resultan más atractivas que las desarrolladas de manera individual. Esto también se puede observar en la calificación mínima en los proyectos individuales, la cual corresponde a cero (el alumno no entregó ningún proyecto individual durante el semestre). Una posible explicación para este fenómeno pudiera encontrarse en que con el proyecto final el alumno se ve “obligado” a participar de forma activa en el aula para evitar alguna descalificación por parte de sus compañeros de equipo.

En cuanto a la desviación estándar, esta también muestra una menor dispersión en la calificación del proyecto final, a diferencia de lo que sucede con los proyectos individuales. Esto significa una mejora en la calificación de la mayoría de los alumnos al ser evaluados

con esta dinámica, puesto que se consiguió un mayor número de calificaciones agrupadas en torno a la calificación promedio mayor.

Por último, y considerando que 30 % de la evaluación propuesta en la rúbrica incluyó elementos tanto teóricos como prácticos que no se habían cubierto durante el semestre, se destaca que cuatro equipos (16 alumnos) terminaron completamente el proyecto con calificación de diez, lo cual indica un esfuerzo, un compromiso y un uso productivo de los conocimientos adquiridos. De hecho, se puede afirmar que aproximadamente la mitad de los alumnos lograron cumplir con ese 30 % de aspectos teórico-prácticos que no fueron explicados en el semestre.

## Conclusiones

La adaptación del ABP presentada en este artículo deja de manifiesto la importancia de adecuar los modelos de aprendizaje vigentes a las características específicas de las asignaturas, así como al nivel educativo en el cual se trabaja, para lo cual, por supuesto, se deben considerar las ventajas y desventajas documentadas en otras investigaciones relacionadas con este tema.

En este sentido, debe quedar claro que para el profesor este tipo de experiencias trascienden lo académico, pues la convivencia que se genera con los estudiantes y entre ellos mismos durante largos periodos fomenta una vinculación emocional que sirve para fortalecer vínculos de amistad que difícilmente se pueden construir en los horarios de clase y en las actividades propuestas en los cursos académicos tradicionales.

Por último, vale destacar que muy probablemente el orgullo y la seguridad que se contagiaron los integrantes de los equipos provocaron que durante esta experiencia las principales dudas surgidas se relacionaran con la comprensión del problema que tenían que resolver, y no con la manera en que debían resolverlo, lo que fue un interesante indicativo del éxito del trabajo propuesto, aunque tampoco se puede desestimar que la forma en que se trabajó durante todo el semestre incidió en el desenvolvimiento de esta.

## Referencias

- Estruch, V. y Silva, J. (2006). Aprendizaje basado en proyectos en la carrera de Ingeniería Informática. *Actas de las XII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática* (JENUI, 2006). Deusto, Bilbao, del 12 al 14 de julio de 2006 (pp. 339-346).
- Hodges, J. (2013). *Notes on Distributed Systems for Young Bloods*. San Francisco, EU.: Something Similar. Retrieved from <https://www.somethingsimilar.com/2013/01/14/notes-on-distributed-systems-for-young-bloods/>.
- Instituto Politécnico Nacional (IPN) (2004). *Un nuevo modelo educativo para el IPN*. México: Dirección de Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de <https://www.ses.unam.mx/curso2015/pdf/28agoipn.pdf>.
- Labra, J., Fernández, D., Calvo, J. y Cernuda, A. (2006). *Una experiencia de aprendizaje basado en proyectos utilizando herramientas colaborativas de desarrollo de software libre*. Recuperado de [http://bioinfo.uib.es/~joemi/aenui/procJenui/Jen2006/prDef0050\\_34173cb38f.pdf](http://bioinfo.uib.es/~joemi/aenui/procJenui/Jen2006/prDef0050_34173cb38f.pdf).
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22, 140-155.
- Lund, M. I., Zapata, S., Aballay, L., Herrera, M., Torres, E., Collazos, C., Giraldo, F. y Ochoa, S. (2009). Evaluación de un proceso instruccional colaborativo de Ingeniería de Software para ambientes de aprendizaje distribuidos. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 6(2), 149-159.
- Ruiz, M. (2006). Las competencias de los alumnos universitarios. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(3), 253-269.
- Sánchez, J. (2013). Qué dicen los estudios sobre el aprendizaje basado en proyectos. *Actualidad Pedagógica*. Recuperado de [content/uploads/2013/03/estudios\\_aprendizaje\\_basado\\_en\\_proyectos1.pdf](content/uploads/2013/03/estudios_aprendizaje_basado_en_proyectos1.pdf).

Tuning América Latina (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina*. Informe final. Publicaciones de la Universidad de Deusto, España.  
Recuperado de [http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/TuningLAIII\\_Final-Report\\_SP.pdf](http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/TuningLAIII_Final-Report_SP.pdf).