

REFLEXIONES PEDAGÓGICAS UROSARIO



AGOSTO DE 2016, BOGOTÁ

Nº

6

ISSN: 2500-5979 • ISSNe 2500-6150

Proyectos Finales Integradores: Una alternativa para enseñar y aprender activamente

WILLIAM RICARDO RODRÍGUEZ DUEÑAS

Profesor principal de carrera, programa de Ingeniería biomédica, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud,
Universidad del Rosario. Correo electrónico: william.rodriguez@urosario.edu.co

ANTONIO MIGUEL CRUZ

Profesor titular de carrera, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario.

DANIEL ALEJANDRO QUIROGA TORRES

Profesor auxiliar de carrera, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario.

ADRIANA MARÍA RÍOS RINCÓN

Profesor asistente de carrera, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario.

NÉSTOR FLOREZ LUNA

Profesor auxiliar de carrera, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario.

Tabla de contenido

Resumen	2
1. ¿Qué son los proyectos finales integradores (PFI)?	2
2. La oportunidad de integración para una o varias asignaturas	2
3. Experiencias	4
4. Retos y desafíos	5
Referencias	6

Para citar este artículo:

Rodríguez, W., Cruz, A., Quiroga, D., Ríos, A., & Florez, N. (2016). Proyectos Finales Integradores: Una alternativa para enseñar y aprender activamente. *Reflexiones Pedagógicas URosario*, 6.

Resumen

Este número de Reflexiones Pedagógicas busca presentar los proyectos finales integradores (PFI) como una opción de enseñanza y aprendizaje activo. Se explica qué son los PFI, así como las ventajas que se obtienen al hacer uso de estos en una o más asignaturas. Por otro lado, se relatan las experiencias que el programa de Ingeniería Biomédica ha encontrado en la implementación de PFI en algunas de sus asignaturas. Por último, se exponen algunos retos y desafíos inherentes a la implementación de esta alternativa pedagógica.

Esperamos que lo compartido en este número sea de utilidad para continuar en la ruta del aprendizaje activo y significativo, el cual implica retos tanto para los docentes como para los estudiantes. Luego de lo vivido como equipo de profesores, consideramos que esta experiencia es altamente transferible a otros campos de conocimiento. Los resultados son gratificantes, así lo hemos evidenciado en cada momento con los estudiantes.

1. ¿Qué son los proyectos finales integradores?

Son oportunidades que se les brinda a los estudiantes para solucionar un problema en particular, integrando los conocimientos adquiridos en un período académico. Estos proyectos pueden ser de diferentes grados de complejidad y servir como examen final. Similar a la metodología de aprendizaje basado en proyectos o PBL (*Project Based Learning*, por sus siglas en inglés), en donde el aprendizaje se promueve de manera activa diseñando, innovando y resolviendo problemas (Prince, 2004; Soares, Sepúlveda, Monteiro, Lima, & Dinis-Carvalho, 2013), en los Proyectos Finales Integradores (PFI) se pueden integrar los conocimientos adquiridos en una materia, desarrollar competencias específicas y asumir roles profesionales necesarios en el contexto laboral actual. Además, los PFI pueden ser implementados para evaluar varias asignaturas tomadas en un mismo período académico; de esta manera, el estudiante centra sus esfuerzos en hacer un solo proyecto final que integre los conocimientos de las asignaturas implicadas.

A nivel de pregrado, la implementación de PFI en una sola asignatura ha demostrado que mejora la percepción de los estudiantes respecto a su profesión (Miguel, Ríos, Rodríguez, Flores & Quiroga, 2016; Rodríguez-Dueñas, Miguel, & Flores, 2014); además, fomenta la motivación de los estudiantes y mejora los resultados finales en materias de último año (Rodríguez et al., 2015). A nivel de maestría, por ejemplo, es común encontrar proyectos integradores pero no vistos como la parte final de un curso, sino como una asignatura completa que es equivalente a la tesis del posgrado cursado (London, 2013; Pittsburgh, 2015; Vanderbilt University, 2016), esto significa que el proyecto debe cumplir con un mínimo de calidad y de tiempo de trabajo, y debe dar soluciones a problemas reales de la salud, de la industria o del sector específico de la maestría en cuestión.

2. La oportunidad de integración para una o varias asignaturas

Implementar los PFI en el aula de clase no solo implica reemplazar los tradicionales exámenes finales escritos; también representa ventajas tanto para los docentes como para los estudiantes durante su carrera y su vida profesional. Dentro de estas, dos grandes ventajas se destacan:

2.1 FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS Y LA ASUNCIÓN DE ROLES PROFESIONALES

En la actualidad, el mercado de profesionales es cada vez más competitivo; sin embargo, a nivel mundial, el 35 % de los directivos de empresas tiene dificultades a la hora de cubrir puestos vacantes (promedio en Colombia 30 %) según los resultados del estudio Manpower Group sobre Escasez de Talento 2013 (Manpower, 2013). Este mismo estudio afirma que los principales motivos para esta dificultad son la falta de habilidades técnicas (34 %), la escasez de candidatos (32 %) y la falta de experiencia (24 %), entre otras. Por otro lado, según el Observatorio Laboral para la Educación del Ministerio de Educación Nacional, en Colombia, al preguntarle a los graduados de carreras profesionales de 2013 ¿cuál considera la principal dificultad a la

hora de conseguir el trabajo que busca?, el 44,6 % respondió que carece de la experiencia necesaria para el trabajo (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2016). Lo anterior muestra que se debe trabajar más desde la academia para que los estudiantes puedan fortalecer competencias para la solución de problemas reales de la sociedad; asumir roles en grupos interdisciplinarios como sucede en el mundo real; asumir responsabilidades intelectuales acordes a su área y nivel de formación y, por supuesto, aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación de manera tangible.

Los PFI pueden ayudar al profesor a trabajar en todos estos frentes. Por ejemplo, en el siguiente caso: En un curso electivo interdisciplinario en donde se enseña Tecnologías de Asistencia (TA) para discapacidad, asisten estudiantes de Ciencias de la salud (Fonoaudiología, Terapia Ocupacional, Psicología, etc.) e Ingeniería Biomédica. Dicho curso tiene como examen final un PFI el cual consiste en un estudio de caso en donde una persona con discapacidad motriz necesita de una solución tecnológica para operar el ratón de un computador. El grupo está conformado por un estudiante de cada carrera; algunos de ellos asumen su rol profesional respectivo y otros, el rol de paciente y familiar del paciente. De esta manera, los estudiantes de Ingeniería deben trabajar en la parte técnica de la solución, los de Ciencias de la salud deben colaborar en el diseño y la adecuación de la tecnología para que el paciente (otro estudiante) la use de manera eficiente, y el familiar del paciente (otro estudiante) debe ser capacitado por todo el grupo en la utilización de la tecnología para así poder dar apoyo en todo momento al paciente que necesita la solución. En este PFI, todos los estudiantes deben aprender a comunicarse entre sí, como si ya fueran profesionales; además, deben asumir y cumplir sus responsabilidades, ya que hacen parte de una solución grupal, deben aprender a trabajar en equipo y a optimizar recursos valiosos como el tiempo y el dinero, y deben aplicar sus conocimientos e integrarlos con los de los demás estudiantes, porque solo así la solución propuesta tendrá el mayor impacto posible.

2.2. INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS Y ESFUERZOS EN UNA SOLA EVALUACIÓN

Una manera tradicional de enseñanza es aquella en donde los estudiantes toman determinadas asignaturas que se evalúan individualmente al finalizar el ciclo académico. Esto conlleva también a que en muchos casos los estudiantes construyan su conocimiento de manera aislada, preparando los exámenes de manera individual en tiempos diferentes. Son pocos los escenarios y oportunidades que tienen los estudiantes para integrar los conocimientos que han adquirido en varias asignaturas en un todo; de hecho, en algunos casos, solo hasta que ellos se enfrentan al proyecto final de su carrera tienen que integrar, articular y consolidar los conocimientos adquiridos en su formación en un solo trabajo.

Si por el contrario se ofreciera a los estudiantes la oportunidad de presentar un PFI como examen para dos asignaturas que estén muy relacionadas, ellos tendrían la oportunidad de preparar en un solo momento su examen, además de integrar, articular, sintetizar, etc. (dependiendo de los objetivos de aprendizaje) conceptos, teorías y conocimientos de las dos áreas de estudio para solucionar el problema entregado como proyecto final. Aunque existen muchas maneras de configurar un PFI dependiendo de los tipos de asignaturas, créditos y objetivos de aprendizaje, estos deben tener unas características mínimas que permitan su implementación cuando se aplican en varias materias, por ejemplo: ponderaciones proporcionales en la nota del PFI de acuerdo a la cantidad de trabajo realizado para cada materia; la posibilidad de trabajar en grupo en horarios y espacios extraclase; la utilización de criterios claros de evaluación, según los objetivos de aprendizaje de cada asignatura, y la entrega de un informe o reporte escrito del trabajo realizado acompañado de una sustentación oral en grupo.

Lo anterior podría significar que los estudiantes se “ahorran” un examen en términos de tiempo, es cierto, ya que la evaluación de este PFI requeriría que los profesores de las dos asignaturas evaluaran dicho PFI y tributaran la nota obtenida

a las dos materias. Además, si los profesores que implementan los PFI trabajan articuladamente desde un principio, afectan positivamente el desempeño académico de los estudiantes y favorecen la construcción integrada de su conocimiento. De igual manera, la implementación de un PFI como evaluación final por parte de un profesor implica también la oportunidad de evaluar a sus estudiantes con un par (el profesor de la otra asignatura) que conoce el desempeño de los mismos estudiantes, situación que permite llegar a una evaluación más objetiva. Esta evaluación puede apoyarse con instrumentos tipo rúbricas diseñadas especialmente para este tipo de actividades, en donde se valore por un lado el trabajo escrito y por el otro, la sustentación oral (competencias comunicativas); así mismo, las rúbricas pueden ser socializadas con los estudiantes para que ellos sepan de antemano qué constructos o conjuntos de competencias serán evaluadas.

3. Experiencias

El programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad del Rosario ha implementado los PFI en algunas de sus asignaturas. En la modalidad de asignatura individual se encuentra Introducción a la Ingeniería Biomédica y en la modalidad de materias conjuntas, Informática médica y Biofísica 1. A continuación se describen las generalidades de los cursos y las experiencias obtenidas tras la aplicación de PFI como examen final.

3.1. PFI EN INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA BIOMÉDICA

Esta asignatura de dos créditos académicos se ubica en primer semestre y busca introducir a los estudiantes en el mundo de la Ingeniería Biomédica y sus posibles perfiles profesionales. En la asignatura los estudiantes asisten a clases magistrales y a conferencias de invitados especiales, trabajan en un ensayo y finalmente presentan un PFI como examen final. Los proyectos son preparados por profesores del programa (quienes también serán los tutores) y buscan integrar tanto competencias básicas en ingeniería, como competencias socio-humanísticas y de Gestión de proyectos por medio de la resolución de un problema. Los proyectos cubren áreas como la Bioinstrumentación y la rehabilitación y se

deben manejar como proyectos formales (con fases, diagramas de Gantt, de recursos, etc.). Además, los estudiantes deben presentar un trabajo escrito como reporte final (con objetivos, metodología, resultados y conclusiones) y una sustentación oral de 15 minutos. La evaluación se hace por medio de una rúbrica diseñada para esta actividad y cubre las dimensiones: Funcionamiento y presentación del producto o prototipo, Sustentación oral, Trabajo escrito y Elementos de Gestión de proyectos. Estos son algunos ejemplos de proyectos a trabajar: *Adaptación tecnológica de un juguete para ser utilizado por niños con discapacidad motriz*, *Medidor de frecuencia cardíaca por fotoplethismografía* y *Medidor de frecuencia respiratoria con sensores de presión*.

Esta estrategia se ha implementado durante año y medio con los estudiantes nuevos del programa de Ingeniería Biomédica. Cada semestre al finalizar las sustentaciones, los grupos tienen la oportunidad de compartir sus experiencias, vivencias y conclusiones con los tutores y demás compañeros de curso. Esto se realiza bajo el marco de una entrevista semiestructurada que realizan los profesores tutores. En dichas entrevistas los estudiantes han manifestado, por ejemplo: “... estar muy a gusto con el trabajo centrado en un proyecto real”; “... tener más claridad sobre el rol de un ingeniero”; “... entender la dificultad de manejar el tiempo”; “... ver la utilidad de trabajar con cronogramas” y “... ver la importancia de saber trabajar en equipo” entre otros comentarios.

3.2. PFI EN INFORMÁTICA MÉDICA Y BIOFÍSICA 1

Para esta modalidad de implementación de los PFI se seleccionaron como prueba piloto las asignaturas de Informática Médica (IM) y Biofísica 1 (BF1). IM es una asignatura de VI semestre de 2 créditos académicos y aborda temas relevantes del quehacer de un Ingeniero Biomédico, como Sistemas de Información, bases de datos, árboles de decisión y procesamiento de señales, entre otros. BF1 es una asignatura de IV semestre, tiene 3 créditos académicos y se centra en el estudio de fenómenos de transporte celular y la generación y transmisión de fenómenos bioeléctricos. De acuerdo con la estructura curricular del Programa, es posible que un

estudiante tome las dos asignaturas si este cumple con ciertos pre-requisitos exigidos, situación que ha significado un 30 % de la totalidad de estudiantes inscritos en los cursos, aproximadamente. La implementación de los PFI en las dos asignaturas comienza con el trabajo articulado de los profesores ubicando aquellos temas comunes que pudieran integrarse en un proyecto y que, además, permitan verificar los resultados de aprendizaje y competencias establecidas en las dos asignaturas. En este caso en particular se definieron tres proyectos en donde se integraron los temarios: base de datos, árboles de decisión y transmisión de fenómenos bioeléctricos.

Un ejemplo de estos tres PFI es el siguiente:

“Ustedes hacen parte de una empresa de desarrollo tecnológico y deben crear un sistema informático que apoye a los médicos en el diagnóstico de la Esclerosis Múltiple (EM). Dicho sistema debe brindar información del problema con fundamentos biofísicos y ayudar en el diagnóstico de la EM con base al árbol de decisión médico propuesto en la literatura adjunta. Como empresarios ustedes deben trabajar bajo criterios de gestión de proyectos y defender la propuesta de su empresa en licitación pública”. Los temarios y competencias de IF están considerados en la base de datos del sistema, ya que esta debe permitir crear, eliminar y editar registros de pacientes, médicos y fechas; por otro lado, el árbol de decisión que proviene de la literatura médica debe ser traducido por los estudiantes a un lenguaje de programación que se articule a su vez con la base de datos. Los temarios y competencias de BF1 están inmersos en la fundamentación biofísica del problema (la EM), ya que el sistema debe proveer dicha información (a manera de ayuda en el programa) explicando por qué surge el problema en términos de la generación del potencial, la velocidad de conducción, el modelamiento eléctrico de la membrana y la modificación de la conducción por alteración de la mielina. El enfoque de empresa se debe a la visión transversal de programa de Ingeniería Biomédica de integrar en sus proyectos elementos propios de Gestión de proyectos. La sustentación oral a manera de licitación pública busca que los estudiantes se enfrenten a una experiencia del mundo laboral y

asuman los roles respectivos, además de fortalecer sus competencias comunicativas.

En esta modalidad de aplicación de los PFI, los estudiantes han manifestado sentirse desafiados ante el hecho de presentar su trabajo como una empresa y saber que compiten con sus compañeros como otros empresarios. Por otro lado, ven muy positivo integrar lo que ven en diferentes materias y aplicarlo en una tarea específica, así como tener claro cómo ellos serán evaluados, ya que conocen de antemano las rúbricas respectivas y son además realimentados sobre su desempeño al finalizar cada sustentación.

4. Retos y desafíos

Las experiencias obtenidas en la implementación de PFI al interior del programa de Ingeniería Biomédica han sido muy enriquecedoras tanto para estudiantes como para docentes. Aunque estas experiencias se han implementado en un período relativamente corto (por un año y medio en una sola asignatura y por un año en dos asignaturas), estas nos muestran diversos retos y desafíos por los cuales seguir trabajando.

Uno de los grandes retos es la articulación y sincronía entre las asignaturas que se unen para implementar los PFI como opción de examen final. Aunque la experiencia piloto en el programa ha sido muy satisfactoria, es claro que la diferencia en los horarios de clase y el número de créditos añade cierto grado de dificultad al proceso, pero que se pueden superar con una buena planificación y disposición de los docentes. Por otro lado, la integración misma de conocimiento se debe permear a los estudiantes desde el inicio de las asignaturas, esto requiere en principio un trabajo extra por parte de los profesores y el cumplimiento estricto de los contenidos temáticos en los tiempos establecidos, de lo contrario, para el estudiante será muy complejo integrar y construir conocimiento que se encuentra *a priori* desarticulado.

Un desafío importante de cara a los estudiantes es el de romper el esquema tradicional de exámenes finales en donde ellos preparan en momentos individuales cada uno de ellos. Al principio de

la implementación, los estudiantes manifestaron sentirse un poco perdidos en cómo integrar lo que han aprendido o cómo preparar simultáneamente dos asignaturas; esta situación requirió de orientaciones extra por parte de los docentes para que al final del proceso los estudiantes lograran los mejores resultados. El desafío se resume en cómo aprender a aprender, en cómo construir conocimiento articulado en el aula para aplicarlo de la mejor manera fuera de ella, es decir, en la vida profesional.

En conclusión, los PFI ofrecen una alternativa activa de enseñanza y aprendizaje que puede aplicarse desde el ingreso mismo de los estudiantes y fortalecerse semestre a semestre. En un principio requiere de trabajo extra para todos los actores, pero al final este se convertirá en egresados más preparados y competentes para las necesidades del mundo laboral.

Referencias

London, U. C. (2013). Integrated Design Project - Module. Recuperado de <https://sp.cege.ucl.ac.uk/study/Pages/Module-Guide.aspx?ModuleCd=CEGEG098>

ManpowerGroup. (2013). Talent shortage survey: research results. Recuperado de: http://www.manpowergroup.com/wps/wcm/connect/587d2b45-c47a-4647-a7c1-e7a74f68fb85/2013_Talent_Shortage_Survey_Results_US_high+res.pdf?MOD=AJPERES

Miguel, A., Ríos, A., Rodríguez, W. R., Flores, N., & Quiroga, D. (2016). The Impact of an Introductory Biomedical Engineering Course on Students' Perceptions of the Engineering Profession. *International Journal of Engineering Education*, 32(1A), 136–149.

Ministerio de Educación de Colombia. (2016). Observatorio Laboral para la Educación. Recuperado de: <http://redes.colombiaaprende.edu.co/ntg/men/Observatorio/index.htm>

Pittsburgh, U. (2015). Engineering Integrated Project Guidelines. Recuperado de <http://www.business.pitt.edu/katz/mba/academics/programs/msengineering-requirements/integrated-project-description.php>

Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. Doi: <http://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>

Rodríguez, J., Laveron-Simavilla, A., Del Cura, J. M., Ezquerro, J. M., Lapuerta, V., & Cordero-Gracia, M. (2015). Project Based Learning experiences in the space engineering education at Technical University of Madrid. *Advances in Space Research*, 56(7), 1319–1330. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.asr.2015.07.003>

Rodríguez-Dueñas, W. R., Miguel, A., & Flores, N. (mayo, 2014). Experiencia de la Implementación de Proyectos Integradores en la Asignatura de Introducción a la Ingeniería Biomédica. Ponencia presentada en el Congreso Internacional de Ingeniería Clínica y Bioingeniería, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia.

Soares, F. O., Sepúlveda, M. J., Monteiro, S., Lima, R. M., & Dinis-Carvalho, J. (2013). An integrated project of entrepreneurship and innovation in engineering education. *Mechatronics*, 23(8), 987–996. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2012.08.005>

Vanderbilt University. (2016). Integrated Projects. Recuperado de <http://engineering.vanderbilt.edu/ge/engineering-management/ProspectiveSponsors/integrated-projects.php>

Centro de Enseñanza Aprendizaje –CEA–

Vicerrectoría

Universidad del Rosario

Carrera 7 No 12B-41, oficina 503

2970200 ext.3061 • enseñanzayaprendizaje@urosario.edu.co

COLECCIÓN PEDAGOGÍA
π α ι δ α γ ω γ ι α

