



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



LA FILOSOFÍA MAKER COMO ESTRATEGIA PARA EL FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN INGENIERÍA

Leonardo Saavedra Munar

**Universidad Autónoma de Occidente
Cali, Colombia**

Resumen

La facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente vincula al hacer como eje fundamental del proceso de formación y lo usa como estrategia para empoderar a los estudiantes en su proceso a través de la experimentación creativa.

Para tal fin, se hace uso de una plataforma de laboratorios y espacios extracurriculares liderados por expertos. Dicha plataforma configurada por la UAO compuesta principalmente por el Expin Media Lab, FabLab Cali y el Innolab, permite desarrollar actividades de exploración, experimentación, investigación, reflexión, articulación interna, externa y transferencia. Estos espacios denominados *makerspace*, constituyen lugares de trabajo colaborativo en donde se realizan actividades de exploración, diseño y fabricación de productos físicos, combinando elementos de taller y laboratorio para el desarrollo de proyectos.

Con el fin de potenciar el uso de la plataforma de laboratorios, se establecen dentro de algunas de las asignaturas transversales en ingeniería, estrategias en las que se realiza la integración entre Aprendizaje orientado por proyectos (AOP), Team-based Learning (TBL) y Service Learning (SL), puesto que se parte de la formulación de un proyecto al que se le realiza seguimiento de avances y resultados que se van obteniendo para dar cumplimiento a metas previamente definidas. Por otra parte, se desarrolla un producto académico con beneficio de comunidades particulares (aproximación al enfoque SL); y además, se realizan actividades formativas en equipos de profesionales en formación para cumplir con los objetivos propuestos en el proyecto de curso.

Este escrito tiene como objetivo mostrar los beneficios de incluir los principios de la filosofía Maker y el uso de los makerspaces en los programas de ingeniería de la UAO, particularmente

en el curso de Diseño Conceptual (asignatura transversal a todos los programas de ingeniería de la UAO), en el que por ejemplo el DIY (Do It Yourself) como proceso de divergencia le permite a cada individuo expandir sus horizontes y plasmar sus ideas provenientes de sus experiencias y la búsqueda de información y el DIWO (Do It With Others) que como proceso de convergencia permite generar resultados lógicos y estructurados mediante la articulación de saberes de los integrantes del equipo de trabajo.

Palabras clave: diseño; cultura Maker; metodologías activas

Abstract

The faculty of engineering of the Universidad Autónoma de Occidente links to "maker culture" as the fundamental axis of the training process and uses it as a strategy to empower students in their process through creative experimentation.

For this purpose, we use a platform of laboratories and extracurricular spaces led by experts. This platform, set up by the UAO, composed mainly of the Expin Media Lab, FabLab Cali and InnoLab, allows the development of exploration, experimentation, research, reflection, internal, external and transfer activities. These spaces, called makerspace, are collaborative workplaces where the activities of exploration, design and manufacture of physical products are carried out, combining elements of a workshop and laboratory for the development of projects.

In order to enhance the use of the laboratory platform, some of the cross-cutting subjects in engineering are established, strategies in which the integration between Project Oriented Learning (AOP), Team-based Learning (TBL) and Service Learning (SL), since it is part of the formulation of a project that is monitored its progress and results that are obtained to meet previously defined goals. On the other hand, an academic product is developed with the benefit of particular communities (approach to the SL approach); and also, activities are carried out in teams of professionals in training to meet the objectives proposed in the course project.

The purpose of this paper is to show the benefits of including the principles of the Maker philosophy and the use of the makerspaces in the UAO engineering programs, particularly in the course of Conceptual Design (transversal subject to all engineering programs of the UAO), in which, for example the DIY (Do It Yourself) as a process of divergence allows each individual to expand their horizons and capture their ideas from their experiences and the search for information. And the DIWO (Do It With Others) that as a convergence process it allows to generate logical and structured results through the articulation of knowledge of the members of the work team.

Keywords: design; Maker culture; active methodologies

1. Introducción

La Universidad Autónoma de Occidente (UAO) a través de su Proyecto Educativo Institucional, define el aprendizaje "...como la capacidad que las personas necesitan activar para formarse, es decir, para desplegar sus potencialidades en función de su desarrollo integral, para la construcción de calidad de vida personal y colectiva."(UAO, 2015) y establece que "... se entiende el aprendizaje humano como el proceso mediante el cual la persona construye para sí nuevos conocimientos que incorpora a sus estructuras mentales, adquiriendo consecuentemente nuevas formas de actuación, de desempeño; es decir, nuevas competencias para interactuar." Dado lo anterior, define al estudiante como centro de la actividad formativa para quien la interacción con el medio, el entorno y la cultura, e involucrándose en su totalidad: su pensar, su sentir, su actuar, su hacer, le permiten desarrollar su proceso de aprendizaje.

En consecuencia, se privilegian entonces las metodologías activas y colaborativas de enseñanza-aprendizaje, que corresponden a un modo de definir experiencias educativas en las cuales se enfatiza el hecho de que el alumno es el sujeto –no objeto- de su formación y como tal se hace responsable de su aprendizaje. Por consiguiente, el profesor es un facilitador en el proceso de identificación y máximo desarrollo de la capacidad potencial del estudiante, de modo que, lo más importante en la metodología activa, es la participación del estudiante. Entonces, cuando hablamos del aprendizaje centrado en el estudiante, el docente toma el importante rol de guiar a acompañar, pero también de definir y usar las estrategias de enseñanza y las técnicas para promover el aprendizaje.

Tradicionalmente, el primer tramo de la formación en los programas académicos en ingeniería está centrado en asignaturas teóricas, descontextualizadas y poco centradas en situaciones del quehacer profesional específico. Es por esto que desde la asignatura Diseño Conceptual, se busca que el proceso formativo sea integral, y fomente en los estudiantes la capacidad de ser personas activas de su proceso de formación y desarrollen sus competencias a través de la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en cada una de las asignaturas que han cursado.

2. Contextualización de la asignatura de Diseño Conceptual

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente, UAO, adscribe 10 programas académicos de pregrado, de los cuales 9 comparten una estructura curricular similar. En tal estructura se evidencian 2 ciclos de formación: Formación básica (de primer a sexto semestre) y Formación profesional (de séptimo a décimo semestre). Dentro del ciclo básico de Ingeniería, se planificó la inclusión de **Diseño Conceptual**.

La asignatura Diseño Conceptual está ubicada en tercer o cuarto semestre (depende de la malla curricular de cada programa de ingeniería de la UAO); cada grupo está conformado por un máximo de 26 ingenieros en formación en edades que van desde los 17 años hasta los 40 años (generalmente), y es ofrecido a programas de la jornada diurna y nocturna (Jurado, et al., 2019). Esta asignatura tiene como objetivo "*orientar hacia la comprensión, apropiación y aplicación*

reflexiva y racional de una metodología, sistemática y sistémica para el desarrollo conceptual de productos mediante la utilización asertiva y adecuada de diferentes técnicas, métodos y procedimientos para emprender un proyecto de diseño que dé solución a problemas en el ámbito de la Ingeniería”, y busca fortalecer las competencias de Configuración y Solución de problemas, Pensamiento crítico y Formulación y desarrollo de proyectos.

El espacio utilizado para las clases no es un espacio tradicional, ha sido equipado entre otras cosas con tableros móviles, vidrios tipo tablero en las paredes, mesas con la posibilidad de configurarse para trabajo en equipo y un televisor en una estructura móvil, buscando favorecer con esto el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Como estrategia de verificación del desarrollo de las competencias enunciadas anteriormente, se incluyó entre las actividades del curso al PROYECTO FORMATIVO INTEGRADOR – PFI (proyecto transversal al curso y acercamiento al AOP), el cual tuvo como foco de trabajo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS (en el semestre académico enero junio de 2019 o 2019-1). Inicialmente se configuraron equipos de trabajo de 4 a 5 ingenieros en formación (enfoque TBL), que partieron de la identificación de una problemática asociada a al menos uno de los ODS, y a través de entregas parciales a lo largo de todo el semestre, que incluían modelos de comprobación formales y funcionales enfocados en aterrizar las ideas estructuradas por los ingenieros en formación, llegaron a desarrollar una alternativa de solución a dicha problemática haciendo uso de la metodología proyectual presentada en el curso.

Con el fin de alcanzar unos parámetros mínimos de calidad en los modelos de comprobación, fue indispensable disponer de espacios de formación y herramientas de modelado por computador y modelado físico, que les fueron de apoyo en su proceso de fabricación para alcanzar los objetivos propuestos en su PFI.

3. Espacios para el fortalecimiento y despliegue de las habilidades asociadas a la filosofía Maker

En busca de facilitar el desarrollo de modelos por computador y la fabricación de modelos formales y funcionales, que son generados como el resultado de la materialización de las ideas que dan solución a la problemática identificada dentro del PFI, se estructuraron 3 espacios abiertos de formación extracurricular con enfoque maker al que pueden acceder no solo los estudiantes de Diseño Conceptual, sino también toda la comunidad universitaria de la UAO, estos espacios son el Open Lab, Open Mod y Open Fab, su descripción se presenta en el cuadro 1.

	OPEN LAB	OPEN MOD	OPEN FAB
Objetivo	Realizar integración de hardware y software para prototipado rápido	Realizar procesos de Construcción de modelos físicos de comprobación y prototipado análogo.	Desarrollar procesos de fabricación digital
Espacio	Expin Media Lab	Taller de modelos y prototipos	FabLab Cali

Cuadro 1. Espacios extracurriculares con enfoque Maker, Open Lab, Open Mod y Open Fab. Adaptado de (Castillo P, et al., 2019).

De igual manera, la UAO cuenta con tres makerspaces en los que se promueve la participación de profesionales en formación y expertos en temas de fabricación digital, el desarrollo de experiencias interactivas y la mediación de procesos de creatividad e innovación, estos son el FabLab Cali, Expin Media Lab y el Laboratorio de Innovación – InnoLab, respectivamente. También cuenta con una plataforma de 35 talleres y laboratorios a los que puede acceder la comunidad universitaria, entre ellos, talleres de prototipado, en el que pueden hacer uso de herramientas y equipos para trabajo de madera y soldadura (promueven el trabajo manual o *crafting*), laboratorio de electrónica, laboratorio de robótica, mecánica, manufactura (promueven la reapropiación de la tecnología, exploración de sus límites y hacer que las cosas funcionen de acuerdo a lo que buscamos, es decir el *hacking*), entre otros. Los cuales permiten que los estudiantes desarrollen los diversos componentes de sus proyectos académicos.

4. Caso de apropiación en el PFI de Diseño Conceptual

Para mostrar un caso puntual de apropiación, se presenta el desarrollo de Branphics Box, un artefacto desarrollado por Alejandra López, Angie Patiño, Angie Quintero y Brayan Sarria, orientado a personas en condición de discapacidad visual que está diseñado para facilitar el análisis de problemas matemáticos que requieran hacer uso del plano cartesiano (enfoque a SL). El desarrollo del PFI se organizó en tres fases, la primera fue guiada por la investigación e indagación con el usuario, la segunda y tercera que permitieron usar las estrategias definidas y asociadas particularmente a los principios de la cultura maker (DIY y DIWO), correspondientes a la ideación y la creación de propuestas de diseño, donde los estudiantes generaron alternativas de diseño de forma individual y estructuraron los primeros modelos de comprobación formal (DIY), pasando después de esto a la selección de la alternativa final de solución, definición de especificaciones técnicas, desarrollo de modelo formal-funcional y pruebas con usuarios, dichas actividades fueron desarrolladas en equipo (DIWO).



Figura 1. Proceso de fabricación de Braphics Box. Estudiantes Alejandra López, Angie Patiño, Angie Quintero y Brayan Sarria

Los espacios que utilizaron para la estructuración de la alternativa de diseño y el desarrollo del modelo de comprobación, fueron el salón de clase (denominado Sala de Diseño), el laboratorio de innovación – InnoLab, el FabLab y el taller de prototipado. También hay que tener en cuenta que, durante el semestre académico, el equipo de trabajo participó en el espacio extracurricular del OpenFab, lo que fue de gran ayuda para presentar el modelo por computador de la alternativa desarrollada. Como dato adicional, los estudiantes decidieron desarrollar un manual de usuario que fue impreso en texto y lenguaje braille, lo que facilitó el uso del objeto al momento de realizar el proceso de comprobación con los usuarios, puesto que algunos requerían apoyo de su acompañante para leer los textos y otros podían hacerlo a través del lenguaje braille.

5. Percepción de los estudiantes con relación al despliegue del curso, plataforma de laboratorios y espacios extracurriculares con enfoque maker.

A través de un formulario de google, se le preguntó a los estudiantes de Diseño Conceptual (23 en total) acerca de su percepción en temas como la estructuración del curso, el espacio en el que se desarrollan las clases, la asistencia a los diferentes espacios extracurriculares que apoyan la formación en temas Maker y el uso de la plataforma de laboratorios de la UAO. Los resultados fueron los siguientes:

La primera pregunta tuvo que ver con la percepción de los estudiantes, acerca de si se consideraban sujetos activos en el proceso de formación, la totalidad de ellos respondió que sí.

En el espacio de clase de Diseño Conceptual, usted se considera un sujeto activo en su proceso de aprendizaje

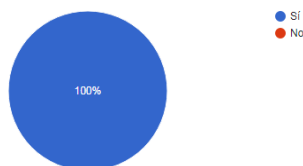


Figura 2. Percepción de los estudiantes sobre su rol en el curso

En el caso de la segunda pregunta, se indagó acerca de la manera en la que los estudiantes perciben el curso y la forma en la que este les permite desarrollar sus habilidades. La totalidad de los estudiantes afirma que en el curso se promueve el "Learning by doing" o aprender haciendo.

La forma en la que se ha estructurado el curso promueve que usted desarrolle habilidades a través del "aprender haciendo"

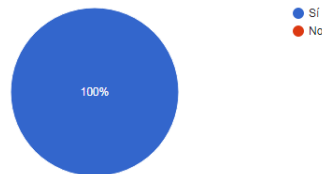


Figura 3. Percepción de los estudiantes sobre la estructura del curso

La tercera pregunta iba encaminada en conocer la percepción sobre el espacio de clase. La totalidad de los estudiantes respondió que sí consideran que estos espacios son adecuados para el desarrollo de todas las actividades creativas del curso.

¿Considera que el espacio de clase es adecuado para el desarrollo de las actividades creativas que se promueven en el curso?

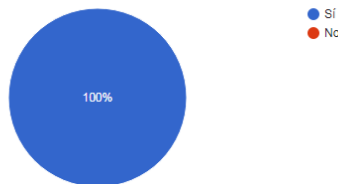


Figura 4. Percepción de los estudiantes sobre el espacio de clase

En la cuarta pregunta se indagó acerca de la asistencia de los estudiantes a los espacios de Open Fab, Open Lab y Open Mod, las respuestas fueron las siguientes:

¿Ha asistido alguna vez a los espacios extracurriculares que tiene a disposición la UAO para el desarrollo de habilidades que le permitan materializar sus ideas?

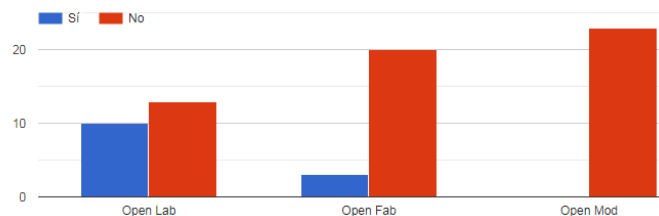


Figura 5. Asistencia a los espacios extracurriculares con enfoque maker

La quinta pregunta se orientó al uso de algunos de los laboratorios de la UAO, 14 de ellos afirmaron haber asistido a FabLab, 4 al Expiin Media Lab, 13 InnoLab, 11 al laboratorio de electrónica y 8 al laboratorio de prototipado.

¿Ha utilizado alguno de los siguientes laboratorios de la UAO?

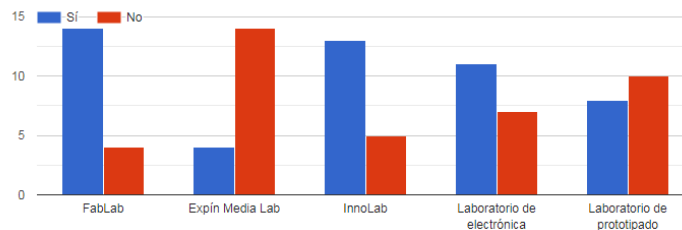


Figura 6. Uso de la plataforma de laboratorios UAO por parte de los estudiantes

La última parte de la encuesta tuvo como opciones de respuesta: Excelencia en el aprendizaje, aprendizaje medio, buena consolidación, poca consolidación y escasa consolidación (puntuación descendente según el orden mencionado). La primera pregunta de este fragmento de la encuesta fue, “reconoce las etapas generales de una metodología de diseño”, 16 estudiantes respondieron que consideraban que se encontraban en el rango de excelencia en el aprendizaje, mientras que 7 de ellos afirmaban estar en aprendizaje medio. En la pregunta siguiente se indagó acerca de si reconocen las subetapas de cada etapa general de la metodología de diseño vista en el curso, a lo que 11 personas mencionaron que se encuentran en el rango de excelencia en el aprendizaje, 10 en el de aprendizaje medio, y 2 en el rango de buena consolidación.

Para finalizar, se indagó acerca de la percepción de los estudiantes con relación al fortalecimiento de las competencias a las que le apunta el curso. En el caso de la Configuración y solución de problemas, 10 de ellos mencionaron estar en el rango de la excelencia en el aprendizaje, 12 en el aprendizaje medio, y 1 en buena consolidación. Con relación a la competencia asociada al Pensamiento crítico, 11 respondieron que se encontraban en la excelencia en el aprendizaje, 11 en aprendizaje medio, y 4 en buena consolidación. Finalmente, en el caso de la Formulación y desarrollo de proyectos, la respuesta de 13 de ellos fue que se encontraban en la excelencia en el aprendizaje, 9 en el aprendizaje medio, 3 en buena consolidación, y 1 en poca consolidación.

6. Conclusiones

En el contexto actual de tecnologías y mercados cambiantes, es indispensable la apropiación de metodologías de diseño que propendan por generar valor a los usuarios de los procesos, productos o servicios que se diseñen, haciendo indispensable que se incluyan cursos de diseño en los programas académicos de ingeniería.

La inclusión de estos cursos de diseño debe estar acompañada de estrategias pedagógicas y didácticas que promuevan la apropiación tecnológica y enamoren a los estudiantes de aquello en lo que se están formando.

La filosofía Maker como estrategia basada en el aprender haciendo, les permite a los ingenieros en formación realizar experimentación, familiarizarse y apropiarse de las tecnologías que tengan a su disposición. Esta perspectiva de abordaje para el caso particular de diseño conceptual, fue

apropiada de forma positiva (tal y como se presentó en los resultados de la indagación hecha en el periodo académico 2019-1), favoreciendo el proceso de enseñanza – aprendizaje y promoviendo el fortalecimiento de las competencias de Configuración y Solución de problemas, Pensamiento crítico y Formulación y desarrollo de proyectos, no solo desde la perspectiva del docente, sino también desde la de los estudiantes del curso.

7. Referencias

- Castillo, B. Saavedra, L. (2019). Importancia de la aplicación de los principio de la cultura Maker en procesos de formación de diseñadores industriales. FORMA 2019.
- Jurado, F. Campo, O. Saavedra, L. Ramos, J. Soto, A. Peña, L. González, H. Franco, E. Fonthal, F. Melchor, M. (2019). La escritura y la evaluación en la educación superior. Vol. 4, Programa editorial de la Universidad Autónoma de Occidente, pp. 23 – 40.
- Tyner, K. Gutiérrez, A. Torrego, A. (2015). “Multialfabetización” Sin Muros En La Era De La Convergencia. La Competencia Digital Y “La Cultura Del Hacer” Como Revulsivos Para Una Educación Continua. Consultado el 4 de Junio en <http://www.redalyc.org/pdf/567/56741181004.pdf>.
- Universidad Autónoma de Occidente. (2015). Proyecto Educativo Institucional. Colección Documentos Institucionales. Santiago de Cali.

Sobre los autores

- **Leonardo Saavedra Munar:** ingeniero electrónico, especialista en telemática, magister en ingeniería. Profesor de la Universidad Autónoma de Occidente. lsaavedra@uao.edu.co.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)