

# Theoretical Estimation of the Possible Capture of Carbonic Gas (CO<sub>2</sub>) in the Real Ciudadada de Minas by Urbanization Processes between the years 1995-2015, in the City of Bucaramanga, Department of Santander, Colombia

Carlos Alberto Amaya Corredor, Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Master en Gestión y Auditorías Ambientales<sup>1</sup>, Carolina Hernández Contreras, Magister en Ciencias y Tecnologías Ambientales<sup>2</sup>, Alba J Vargas Buitrago, Magister en Ciencias y Tecnologías Ambientales<sup>3</sup> Paula Andrea Carrillo Ortega, Ingeniera Ambiental<sup>4</sup>, Nelly Iovana Guevara Mosquera, Ingeniera Ambiental<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia, [camaya@correo.uts.edu.co](mailto:camaya@correo.uts.edu.co), <sup>2</sup>Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia, [chernandez@correo.uts.edu.co](mailto:chernandez@correo.uts.edu.co), <sup>3</sup>Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia, [avargas@correo.uts.edu.co](mailto:avargas@correo.uts.edu.co), <sup>4,5</sup>Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia

**Abstract—** *The accelerated growth of cities without previous planning, depending on the housing urgencies or the real estate market opportunities, has modified the necessary balance between nature and city. Therefore, important natural areas are occupied without a previous study of the characteristics of the physical environment and the compatibility of uses, thus generating areas of environmental vulnerability characterized by poverty, diseases, crime, pollution, degradation of the natural environment, etc.*

*Physical conditions of cities determine their environmental characteristics, shape of city, building materials, city surfaces, dimensions and spacing of buildings, thermal properties, and the amount of green spaces, influence environmental.*

*In the execution of the project, sequential moments were worked on: one, to compile the urban space information that documents the history of the area and especially the evolution of its urban interventions in the last 20 years, giving special attention to documenting the transformation of open space and green areas, for built space and consolidation of buildings. Two, the quantification of transformation of green areas by constructed areas to identify the variation of landscape elements potentially CO<sub>2</sub> capture, this to identify urban processes of environmental balance. Three, Quantify levels of CO<sub>2</sub> capture, over the 20-year horizon, from the identified landscape elements.*

**Keywords-** *Green Areas, Carbon Capture, Constructions, Urban Development, Sustainable Development*

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.491>  
ISBN: 978-0-9993443-1-6  
ISSN: 2414-6390

# Generación de Proyectos Interdisciplinarios en el “Capstone Design”

Cecilia A. Paredes V., Ph.D.<sup>1</sup>, Javier E. Bermúdez R., Ing.<sup>1</sup>, José M. Bustamante L., MSc<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ESPOL, Ecuador, cparedes@espol.edu.ec, jbermude@espol.edu.ec, jomabust@espol.edu.ec

**Abstract**– *This work presents the methodology to promote interdisciplinary projects within the capstone courses of ESPOL. This methodology begins with a situational analysis to identify areas for improvement in the operation of the Capstone Design Project, systematization of the planning, execution and evaluation process of the interdisciplinary projects (PI) and the coordination among professors from different programs. This work identifies the number of interdisciplinary projects executed, the number of professors involved with their respective programs, and how they contributed to have students apply the previously acquired knowledge, to help develop their competences and propose solutions to fulfill the needs of real problems of our society.*

**Keywords**–*Capstone course, interdisciplinary projects, continuous improvement, areas for improvement.*

**Resumen**– *Este trabajo presenta una estructura metodológica para generar proyectos interdisciplinarios en la materia integradora (MI) o “Capstone Design Project” de la ESPOL, partiendo del análisis situacional para identificar áreas de mejora en la operatividad de la MI, sistematización del proceso de planificación, ejecución y evaluación de los proyectos interdisciplinarios (PI) y la articulación entre profesores de distintas áreas de conocimiento. Se evidencia el número de proyectos interdisciplinarios ejecutados, el número de profesores involucrados en sus respectivas carreras y cómo estos contribuyen a que el estudiante aplique el conocimiento esperado, entrene competencias y proponga soluciones para responder una necesidad o problemática real de la sociedad.*

**Keywords**—*Materia Integradora, Proyectos Interdisciplinarios, Mejora Continua, Áreas de Mejora.*

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) tiene como una modalidad de titulación de grado el proyecto realizado en la MI o “Capstone Design Project” [1]. Esta modalidad se implementó desde el primer término del año académico 2015-2016. Como resultado, los estudiantes finalizan sus mallas curriculares al cursar esta materia y emplean técnicas de resolución de problemas que les permite titularse de forma más eficiente en la institución [2].

La MI fue creada como un espacio formal para la validación del perfil profesional de cada estudiante [3]. A través de ella, cada estudiante de todas las carreras de grado de ESPOL articula los conocimientos, metodologías y capacidades adquiridas durante sus años de formación para resolver problemas o dar respuesta a necesidades de la sociedad [3]. Es así como nuestros futuros profesionales aplican sus conocimientos académicos agregando valor a la sociedad.

La MI se implementa para fortalecer el vínculo de la academia con los distintos actores de la sociedad. La interacción de nuestros estudiantes con la industria, Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), y demás organizaciones y organismos, establece proyectos que aportan directamente a los procesos, servicios y bienes generados en el país, brindando también un acercamiento real con el ámbito laboral. De forma sucinta, es un canal directo mediante el cual la academia contribuye con el desarrollo social.

Luego de implementarla, se establece como un paso siguiente generar PI con la finalidad de que los estudiantes brinden soluciones integrales a problemáticas reales desde distintas visiones disciplinares. Esta implementación fortalece los esfuerzos realizados por ESPOL para apoyar el trabajo en equipo, indispensable para su futuro desarrollo profesional. Sin embargo, para realizar esta iniciativa se define un proceso metodológico que incluyó varias herramientas que se fundamenta en el “Ciclo de Mejora Continua” [4].

Una de las actividades relevantes del proceso fue conocer y entender la operatividad de la MI en cada una de las facultades mediante entrevistas [5] a profesores con la finalidad de identificar las áreas de mejora [6] a considerar en la planificación, ejecución y evaluación de los PI de la MI.

Entre los resultados más significativos identificados durante el proceso metodológico de este trabajo se encuentran:

- Los tiempos de presentación de avance de los proyectos por parte de los estudiantes son diferentes entre los programas de las distintas facultades y eso dificulta la integración de saberes en planificación, ejecución y evaluación de los PI.
- La comunicación entre profesores de diferentes programas y facultades es deficiente. Lamentablemente, existen barreras en la comunicación que no permiten conocer la necesidad de un profesor para incorporar otra área de conocimiento en un determinado proyecto.
- Las distintas facultades cuentan con profesores con distintos roles como profesor, tutor y coordinador de MI. Uno de los principales motivos es el número limitado de profesores con relación al número de proyectos por semestre de aproximadamente 400. Esto ocasiona que un solo profesor asuma todos los roles y con ello se genera una sobrecarga horaria para el profesor que quiere participar en un PI.
- El Reglamento de Régimen Académico, establecido por el Consejo de Educación Superior del Ecuador como normativa gubernamental mandataria, limita la participación de estudiantes a un número de tres en el desarrollo de los trabajos de titulación [7]. Sin embargo,

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.489>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

ESPOL logró la participación de 4 o más carreras en un PI gracias a la aprobación de proyecto innovador por el Consejo de Educación Superior del Ecuador [3].

## II. OBJETIVO

Validar una metodología para la generación de proyectos interdisciplinarios para lograr la integración de áreas de conocimiento y la participación activa entre profesores con la finalidad de que el estudiante aplique el conocimiento esperado, entrene competencias y proponga soluciones para responder una necesidad o problemática real de la sociedad.

## III. ALCANCE

Comprende una estructura metodológica que incluye la identificación de áreas de mejora en la operatividad de la MI hasta la generación de proyectos interdisciplinarios.

## IV. METODOLOGÍA

Existen muchas definiciones para conceptualizar qué son los proyectos interdisciplinarios, sin embargo, la definición que se adoptó para este trabajo es, que un proyecto interdisciplinario es un proyecto desarrollado mediante tres etapas: contextualización, conceptualización y un enfoque centrado en el problema [8].

- Contextualización: Se refiere al ambiente interno considerando el material disciplinario de acuerdo con el tiempo, la cultura y experiencia personal [8].
- Conceptualización: Se refiere a la identificación de las distintas áreas disciplinares y establecer una integración rigurosa y medible entre ellas [8].
- Enfoque centrado en el problema: Representa la identificación de diferentes formas de pensar para la resolución de un problema real de la sociedad [8].

En cuanto la conceptualización concebida para este proyecto se desplegaron fases metodológicas fundamentadas en el ciclo de mejora continua [9]. A continuación, en la fig. 1 se representan estas fases en la estructura metodológica del trabajo [9]:

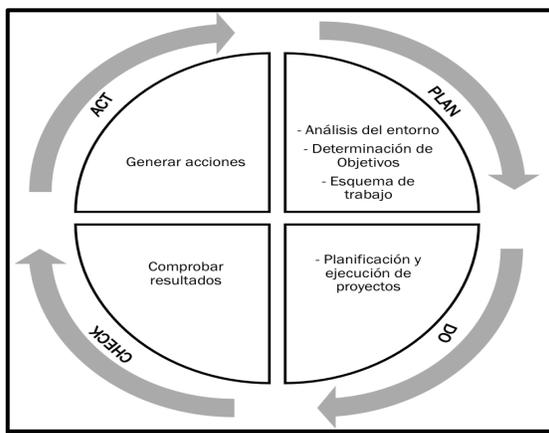


Fig. 1 Adaptado del Ciclo PDCA de Ishikawa

### A. Fase *PLAN*

En esta fase fue importante definir los objetivos y las metas a alcanzar [9]. Sin embargo, en principio fue significativo analizar la situación actual mediante la identificación de las causas comunes y las especiales que pudieran generar la planificación, evaluación y ejecución de los PI.

#### 1) Análisis del Entorno.

Fue necesario reunirse con todos los profesores que dictaban MI para conocer cómo el ambiente interno [10] influía en la operatividad de ejecución de los proyectos. Asimismo, se hicieron cuestionarios [5] de percepción, tanto para el profesor como para el estudiante, para analizar las fortalezas que tienen los estudiantes en el diseño y desarrollo del proyecto. A partir de estas actividades se identificaron áreas de mejora en el ambiente interno, que se presentan a continuación.

Los tiempos de planificación, evaluación y ejecución entre programas de las diferentes facultades difieren y esto afecta la integración de saberes al momento de resolver una problemática en la sociedad.

La comunicación de profesores de los diferentes programas no es efectiva en vista que no existen mecanismos que viabilicen la interacción oportuna entre distintas áreas del conocimiento, de forma que no se evidencie la complementariedad de las disciplinas para resolver un problema. En la mayoría de los casos los profesores identifican problemas interdisciplinarios, pero desconocen a los profesores de otras carreras con lo cual no es posible planificar los proyectos.

En algunas facultades el mismo profesor de MI es también tutor de los proyectos que se desarrollan en el curso ocasionando una sobrecarga de tiempo y limitando su participación en los proyectos.

Finalmente, se realizó una revisión de los proyectos presentados en el término académico 2016-II (septiembre a marzo 2016) por los estudiantes y se concluyó lo siguiente:

- No todos los proyectos identifican problemas o necesidades reales. En algunos casos, se identifican problemas teóricos, pero no hay una contraparte real.
- En muchos casos el problema no está bien definido, y por lo tanto se desarrolla el proyecto y posteriormente se le intenta adjudicar una problemática.
- Algunas carreras identifican problemáticas existentes en Ecuador a nivel nacional, pero no cuentan con una entidad del estado que lo solicite o requiera, careciendo de un cliente que participe en el proceso de validación.
- En unos casos, a pesar de contar con una institución requirente, los alumnos no han tenido contacto con el cliente/usuario durante el desarrollo de los proyectos.
- Existen proyectos en los que la beneficiaria/cliente es la propia ESPOL, sin que exista una unidad responsable de las peticiones a los alumnos y de la validación de la solución ofrecida.
- Muchas de las soluciones ofrecidas por los estudiantes no podrían ser aplicadas porque no tienen en cuenta criterios de viabilidad económica.

Áreas de mejora identificadas en la encuesta de percepción:  
 Los resultados obtenidos en el formulario de percepción evidenciaban que existe diferencias entre la percepción del estudiante y del profesor.

A continuación, en la fig. 2 y fig. 3 se presentan resultados obtenidos al culminar el término académico 2016-II desde la perspectiva del estudiante y del profesor respectivamente.

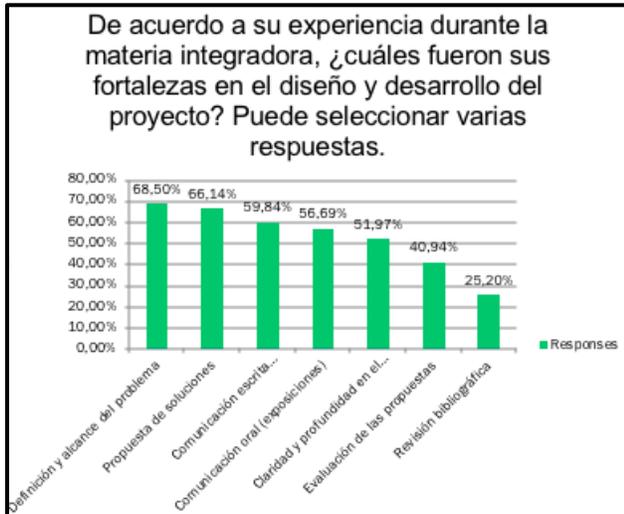


Fig. 2 Percepción de los estudiantes con relación a sus fortalezas.



Fig. 3 Percepción de los profesores con relación a las fortalezas que poseen los estudiantes.

Tal como se observa en la fig. 2 y fig. 3 existe una diferencia entre la percepción del estudiante y del profesor, mientras que el alumno pensaba que su fortaleza es la definición del problema, el profesor pensaba que la fortaleza es la propuesta de solución. A esto se suma que algunos profesores pensaban que su rol más importante como profesor era establecer una “Propuesta de Solución” con lo cual, haber señalado esta fortaleza en el estudiante “Propuesta de Solución”

no era tan cierta dado que el profesor mismo la establecía. A continuación, en la fig. 4 se muestra el resultado de cómo el profesor valora su rol en la MI.

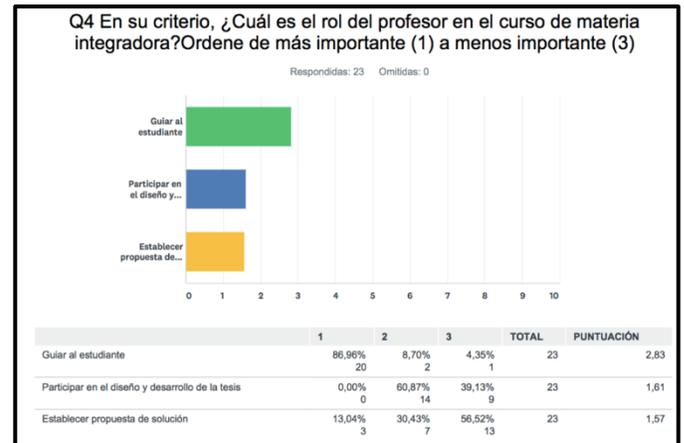


Fig. 4 Valoración del rol de profesor de materia integradora.

Tal como se observa en la fig. 4, un 13% de los profesores encuestados pensaba que su rol más importante era establecer una propuesta de solución y cerca del 92% (30.43%+60.87) pensaba que el segundo rol más importante era participar en el diseño y desarrollo de la tesis o establecer una propuesta de mejora. Es evidente que en algunos casos no necesariamente la “propuesta de solución” era la mejor fortaleza del estudiante considerando la percepción del profesor. Esta afirmación se consolidó cuando, durante reuniones, algunos profesores mencionaron que en ocasiones proporcionaban la solución al estudiante porque tenían miedo de que éste se equivoque. Este hallazgo mostró que en algunos casos no se evidenciaba la experimentación de diseño [11] dado que se limitaba la creativa del estudiante al momento de proponer una solución.

### 2) Determinación de Objetivos.

En función de las áreas de mejora antes mencionadas y considerando que no se habían realizados PI se definió como meta desarrollar al menos un PI en el término académico 2017-I (mayo a septiembre 2017), como piloto.

### 3) Esquema de trabajo.

Los mecanismos que se utilizaron desde el Vicerrectorado Académico (VRA) fueron los siguientes: Elaborar una guía base para la planificación y ejecución de la MI, formación a los profesores centrada en diseño del pensamiento, coordinación para identificar problemas, articular la comunicación entre profesores, facilitar la integración de saberes y generar incentivos.

a) Guía Base: La guía establecía un marco de actuación considerando la operatividad común entre facultades y la flexibilidad para acciones específicas de cada una de ellas. Entre los aspectos más importantes que señalaba el instructivo se mencionan a continuación:

Para que un proyecto sea considerado interdisciplinario debían al menos participar 3 carreras y una de ellas debía ser de

otra facultad. La restricción de que una carrera sea de otra facultad se dio para fomentar la comunicación entre facultades.

El proyecto debía resolver un problema de la sociedad mediante una solución económicamente viable validada por el cliente.

La solución del problema debía ser establecida por el estudiante mediante un proceso basado en el pensamiento de diseño y centrado en las necesidades del cliente/usuario [11].

b) Formación centrada en el pensamiento de diseño: Para que un profesor guíe al estudiante en la identificación y solución del problema era importante capacitar y formar al profesor en una metodología centrada en el cliente/usuario como lo es “*Design Thinking*” [12].

c) Identificación de problemas: Para identificar posibles problemas a resolver en los PI se planificó un cronograma de visitas a las facultades para identificar los problemas complejos que necesitan la participación de varias áreas de conocimiento.

d) Integración de saberes: Una vez identificado el problema, el VRA hacia las gestiones para coordinar una reunión entre los profesores de MI de las carreras involucradas para definir complejidad y tiempo de ejecución de los PI.

e) Incentivos: Para aquellos PI que generaban un prototipo, el VRA destinaba un fondo para la construcción.

### B. Fase DO

En esta sección se dará a conocer cómo fue la operatividad en la planificación y ejecución de los PI [12].

#### 1) Planificación y ejecución de los PI.

##### a) Planificación de proyectos

Identificado el problema o necesidad por el profesor de una carrera, él debía fundamentar la necesidad de involucrar al menos dos carreras en el documento de “Propuesta de proyectos interdisciplinarios”. Una vez definida la propuesta, desde el VRA se coordinó una reunión inicial con los profesores que iban a participar en el proyecto. En esta reunión se evaluaron dos aspectos importantes:

Que la complejidad del proyecto garantice la aplicación de resultados de aprendizajes y [13];

Que los objetivos del proyecto sean alcanzables en el tiempo de duración de la MI (4.5 meses).

En el caso de que la propuesta del proyecto no garantice la aplicación de los resultados de aprendizaje, en la reunión inicial los profesores podrían aumentar la complejidad del proyecto para que el mismo sea aprobado por las coordinaciones de las carreras participantes.

Luego de que los profesores aprobaron la propuesta, se definieron los roles de participación. El director de proyecto era el profesor que había identificado el problema o necesidad y el resto de profesores eran los tutores que representaban a cada carrera. El director también era tutor de la carrera que él representaba.

Finalmente, los proyectos generados eran aprobados por la comisión de docencia, ente asesor del Consejo Politécnico y del rector o rectora [14].

##### b) Ejecución de los proyectos

Aprobados los proyectos, estos eran presentados el primer día clases con los criterios y rúbricas de evaluación y luego eran seleccionados por los estudiantes [15]. Algo importante en el desarrollo de los proyectos es, que se garantizaba un proceso de creatividad entre los estudiantes, es decir: los estudiantes se reunían y mediante herramientas de generación de ideas [12] definían el problema real, establecían propuestas de solución y validaban con el cliente/usuario. A continuación, en la fig. 5 se presenta un equipo interdisciplinario trabajando en su proyecto.



Fig. 5 Equipo interdisciplinario de las carreras de ingeniería en computación, diseño gráfico y producción de medios (término académico 2017-I).

Finalmente, si los estudiantes cumplían con el objetivo general del PI se graduaban en cada una de sus disciplinas o carreras.

### C. Fase CHECK

En esta sección se realizó un análisis con relación a los resultados obtenidos versus resultados esperados [9].

#### 1) Análisis de resultados.

La meta en el término 2017-I era generar un PI, pero se logró ejecutar 5 proyectos. A continuación, en la tabla I se presentan los PI que se ejecutaron durante el término académico 2017-I.

TABLA I  
PROYECTOS MULTIDISCIPLINARIOS EJECUTADOS 2017-I

No	Nombre del Proyecto	Carreras Participantes
1	Realización de contenido transmedia de la reparación de un vehículo FORD modelo A	Diseño Gráfico Computación Producción de Medios
2	Desarrollo y análisis económico de la implementación de una campaña de promoción turística para las Zonas de Planificación del Ecuador	Economía Turismo Diseño Gráfico Producción de Medios

3	Diseño de un equipo para medir la permeabilidad al vapor de agua en películas flexibles	Alimentos Electrónica y Automatización Mecánica
4	Rediseño, Automatización y Digitalización de los datos obtenidos en el Permeámetro de Gas del Laboratorio de Petrofísica FICT - ESPOL	Petróleo Mecánica y Electrónica y Automatización
5	Diseño, construcción y validación de un biorreactor a escala de laboratorio con sistema de control automático	Alimentos Mecánica y Electrónica y Automatización

Los proyectos generados en su gran mayoría respondían a clientes internos de la institución ya sean centro de investigación o laboratorios de carreras. Hubo proyectos con un corte social, humanístico e ingenieril. Sin embargo, en este proceso se pudo observar varias áreas de mejora, una de ellas es que el estudiante piensa que la MI es una materia más y empieza a trabajar en la industria comprometiendo su tiempo en el desarrollo del PI, el mismo que demanda más tiempo que un proyecto unidisciplinar. Cabe mencionar que el proyecto de MI equivale a mínimo 400 horas de dedicación [1].

Además, en el proceso de diseño y desarrollo se observó que algunos estudiantes en principio les costaba establecer sinergias entre sus compañeros dado que avanzaban de forma unidisciplinar en sus entregables comprometiendo el logro del objetivo general del proyecto. En este sentido, se evidencian limitaciones en la competencia de trabajar en equipo de los estudiantes.

Otra deficiencia que se observó fue que el director en algunos casos no gestionaba correctamente la coordinación del proyecto entre los tutores y el cliente. Es probable que esta deficiencia se haya generado porque no existía un lineamiento o guía clara con relación a la segregación de funciones entre los profesores y sus roles.

En cuanto a la evaluación de los proyectos existía una diferencia entre profesores dado que para ellos no es lo mismo evaluar un proyecto con un corte administrativo en donde la mayor ponderación se proporciona al documento escrito que un trabajo con un corte audiovisual donde la mayor ponderación se proporciona a la pieza audiovisual que al documento.

Un tema que no consideró la guía base fue el formato de presentación de proyectos dado que cada facultad contaba con un formato diferente, esto ocasionó que cada carrera perteneciente a un proyecto presente el trabajo en documentos diferentes afectando la estandarización del trabajo.

Finalmente, se consideró que la aprobación de PI por parte de la comisión de docencia generó retrasos.

#### D. Fase ACT

En esta sección se darán a conocer todas las mejoras que se implementaron en el término 2017- II para la generación de PI a partir de las áreas de mejora identificadas en la sección C [9].

##### 1) Generar acciones.

Durante el término académico 2017- II (septiembre a marzo 2017) se determinó que los clientes no solamente debían ser internos sino también externos. Para el caso de clientes externos la coordinación de materia integradora del VRA identificó varios proyectos con fundaciones, organismos internacionales como UNESCO. Algunos clientes externos fueron los GADs del cantón Durán y el cantón Chordeleg, y la empresa privada. Con estos clientes, se lograron planificar 8 PI, sin embargo, dado que no se inscribieron los estudiantes en algunos proyectos, sólo se ejecutaron 6 proyectos. Es preciso indicar que la inscripción de estudiantes en proyectos unidisciplinarios o interdisciplinarios es voluntaria. En la tabla II, se presentan los PI ejecutados en el 2017-II.

TABLA II  
PROYECTOS MULTIDISCIPLINARIOS EJECUTADOS 2017-II

Nº	Nombre del Proyecto	Carreras Participantes
1	Diseño de una página web para la comercialización de artesanías de las ciudades creativas de la Unesco.	Computación Turismo Negocios Internacionales Diseño Gráfico
2	Diseño e implementación de herramientas informáticas para gestión de uso de activos destinados a la recreación en la ciudad de Durán	Computación Industrial Diseño Gráfico
3	Desarrollo de una aplicación móvil para el cálculo de la dosis de insulina diaria de los pacientes de la fundación Fuvida	Biología Estadística Computación Nutrición
4	Diseño y construcción de un equipo para medir la permeabilidad al vapor de agua en películas flexibles	Ingeniería Mecánica Alimentos y Electrónica y Automatización
5	Diseño y modelado de una máquina para fabricar envases biodegradables.	Ingeniería en Alimentos Mecánica Industrial

Nº	Nombre del Proyecto	Carreras Participantes
6	Diseño de un sistema de automatización para una planta liofilizadora incluyendo su tablero de control.	Electrónica y Automatización Alimentos Mecánica

También se elaboró un instructivo para estandarizar la planificación, ejecución y evaluación de los proyectos con la finalidad de que sea un instrumento que facilite a los profesores el diseño de sus actividades y también sea una guía de rápida consulta para profesores nuevos. En este instructivo se definieron las funciones de los distintos roles que intervienen en un PI (Profesor, tutor, director, cliente, usuario, etc.) y se recaló el tiempo de dedicación por parte del estudiante en este tipo de proyectos. Asimismo, se definieron 3 componentes comunes para la evaluación de los proyectos interdisciplinarios y estos eran: Producto final (prototipos, piezas audiovisuales, análisis de mercado, estudios econométricos, etc.), entregables (reportes de avances, documento del trabajo final) y la exposición en la Feria Idear, que es un evento en donde se presentan todos los productos o servicios generados en los proyectos y, que en término 2017 – II los prototipos de los P.I tuvieron su propia sección. En la fig. 6, se presentan uno de los prototipos generados.



Fig. 6 Liofilizador construido por carreras de Alimentos, Electrónica y Mecánica.

Otra acción de mejora que se implementó fue la elaboración de un documento común para todas las facultades para la presentación de los trabajos finales de los estudiantes garantizando eficiencia en los tiempos de presentación de los trabajos.

A finales del 2017 – II se empezó con el diseño de un sistema que permita registre todos los proyectos de M.I. sean estos unidisciplinar o interdisciplinar en una plataforma informática. A continuación, en la fig. 7 se muestra una “interface” de la plataforma:

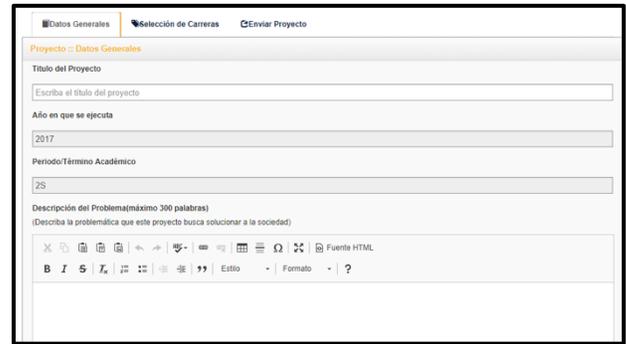


Fig. 7 Interface inicial de la plataforma de registro de proyectos.

Finalmente, terminando el término académico 2017-II se realizó una convocatoria para otorgar subvenciones económicas a los mejores proyectos interdisciplinarios que se van a ejecutar en el año académico 2018- I. Se presentaron a la convocatoria 6 proyectos de los cuales 3 fueron ganadores y se otorgó un incentivo económico para costear sus prototipos. Cabe señalar que los tres proyectos responden a necesidades de clientes externos y tienen un alto grado de innovación y potencialidad comercial. A continuación, en la tabla 3 se presentan los proyectos ganadores:

TABLA II  
PROYECTOS MULTIDISCIPLINARIOS EJECUTADOS 2017-I

Nº	Nombre del Proyecto	Carreras Participantes
1	Evaluación del proyecto: Optimización del proceso de obtención de semilla de arroz de calidad, con énfasis en el diseño, construcción y validación de un sistema de almacenamiento para pequeños productores.	Industrial Mecánica Agrícola Biológica y
2	Diseño estudio, caracterización y evaluación de la factibilidad de uso de un envase innovador para la industria alimentaria en el mercado ecuatoriano.	Alimentos Administración de Empresa Química
3	Desarrollo un Sistema de Soporte Artificial de Placenta Humana para la Evaluación del Flujo de Anticuerpos contra Zika para la protección del Feto.	Mecánica Electrónica y Automatización Biología

## V. RESULTADOS

En esta sección se dará a conocer los resultados obtenidos luego de haber aplicado el desarrollo metodológico del proyecto. Los resultados que se muestran a continuación se consideran los dos términos académicos (2017-I y 2017-II).

Se generaron 14 proyectos con una participación de 31 profesores pertenecientes a 17 carreras de la institución, es decir se tuvo una participación del 51% de las carreras de la institución.

Dado que tenemos 8 facultades con carreras de grado, todas las facultades de la institución participaron con al menos una carrera en los proyectos PI.

Participaron 51 estudiantes considerando la primera y segunda edición de los proyectos multidisciplinarios.

Todos los proyectos contaron un cliente real en el diseño y desarrollo del producto o servicio, a diferencia de proyectos previos no interdisciplinarios.

Se logró aprobar un instructivo para normar y estandarizar el proceso metodológico de la MI.

Se logró establecer una propuesta para sistematizar el registro de los proyectos unidisciplinario e interdisciplinarios a través de una plataforma informática.

Se logró incrementar el número de PI de un semestre a otro.

Finalmente, se logró capacitar alrededor del 90% de profesores de la MI en la metodología “*Design Thinking*”.

## VI. CONCLUSIONES

Tal como se mencionó en la parte inicial de este trabajo, el objetivo principal era generar proyectos interdisciplinarios, el mismo que fue alcanzado con la generación de 14 proyectos y la participación activa de profesores, tutores, directores y el apoyo de todas las autoridades de las Facultades y de la ESPOL.

La clave principal del éxito de un proyecto interdisciplinario radica en el compromiso del director del proyecto, este debe ser el nexo entre el objetivo del proyecto, la estrategia que desarrolle el equipo de estudiantes y el cliente o usuario.

Los profesores que intervinieron en la integración de saberes de los proyectos fueron flexibles y se adaptaron rápidamente a la dinámica de trabajo en equipo y establecieron una red de contactos para que los equipos de enseñanzas sean más eficaces.

Finalmente, la realización del presente trabajo ha generado implicaciones, tanto a nivel académico como profesional. En cuanto a lo académico representan una integración de varias herramientas metodológicas que convergen en la mejora continua de los procesos, productos o servicios de una organización, en este caso en una institución de educación superior. En cuanto a lo profesional, se ha proporcionado una estructura metodológica a la institución que servirá para generar proyectos interdisciplinarios en el futuro.

En cuanto a las limitaciones, es importante señalar, que al no contar con un equipo institucional formalmente reconocido y que sea responsable de identificar problemas y comunicar los

mismos mediante una herramienta informática que permita centralizar esa información y que, además se consulte la disponibilidad de los profesores para coordinar reuniones, la generación de proyectos se vuelve ineficiente.

Finalmente, sería importante que se desarrollen futuras líneas de investigación con relación al impacto que pueden tener estos proyectos en las habilidades de los estudiantes y en los beneficios que pueden obtener los empresarios considerado el producto desarrollado por los estudiantes y el desempeño que tiene un estudiante graduado en este tipo de modalidad en el cargo laboral.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] ESPOL, Lineamientos de materia integradora y proyecto integrador 4322, ESPOL, 2015.
- [2] ESPOL, Rendición de cuentas 2017, ESPOL, 2017.
- [3] ESPOL, Propuesta para Proyecto Educativo Innovador, ESPOL, 2016, pp.44.
- [4] Oakland, J., Total quality management, Butterworth-Heinemann, Oxford. Citado en Camisón et al. 2007.
- [5] Franklin, B., Auditoría administrativa. Gestión estratégica del cambio, 2da edición, Pearson Educación, 2007, pp.487-488.
- [6] Moreno, J., Guía para la aplicación del Modelo EFQM, Fundación Luis Vives, 2017, pp. 39-40.
- [7] CES, Reglamento de Regimen Académico, CES, 2016, pp. 14.
- [8] Nikitina, S., Three Strategies for Interdisciplinary Teaching: Contextualizing, Conceptualizing, and Problem-Solving, Harvard Graduate School of Education, 2002, pp. 9-26.
- [9] Camisón, C.; Cruz, S. y González, T., Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques y sistemas, Pearson Educación, 2007, pp. 875-880.
- [10] COSO, C. C., *Control Interno - Marco Integrado*. Instituto de Auditores internos de España, 2013.
- [11] Steinbeck, R., El “design thinking” como estrategia de creatividad en la distancia, Revista científica de educación, v. XIX, 1134-3478, 2015, pp.25-35.
- [12] Cross, N., *Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work*, Bloomsbury Publishing plc, 2001.
- [13] University College Cork: Writing and Using Learning Outcomes, Quality Promotion Unit, UCC, 2017.
- [14] ESPOL, Estatuto de la ESPOL, ESPOL, 2013, pp.18-19.
- [15] Brookhart, Susan M. How to Create and Use Rubrics for Formative Assessment and Grading, ASDC, 2013, pp.93-96.