

## Implementación y evaluación de un proyecto multidisciplinario basado en el proceso iterativo de investigación de diseño de producto

Implementation and evaluation of a multidisciplinary project based on an iterative process of investigative product design

Gloria Azucena Torres de León\*<sup>1</sup>, Eduardo Montoya Reyes<sup>1</sup>, Carolina Trejo Alba<sup>1</sup>,  
Ixchel Astrid Camacho Ixta<sup>1</sup>, Salvador Fierro Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Unidad Valle de las Palmas, Universidad Autónoma de Baja California.  
Boulevard Universidad #1000 Valle de las Palmas, Tijuana, Baja California, México. Teléfono: (664) 676 8222  
Correo electrónico: @uabc.edu.mx  
\*Autor de correspondencia

### Resumen

Se presenta un caso de estudio cuyo objetivo es la implementación y evaluación de un proyecto multidisciplinario como estrategia de enseñanza-aprendizaje en el Tronco Común de Arquitectura y Diseño de la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (Ecitec), Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Participan docentes con formación en diversas disciplinas asociadas al diseño, quienes trabajan a lo largo del semestre de manera colaborativa como guías co-responsables en el desarrollo de un producto con lineamientos específicos de diseño determinados mediante el uso de métodos etnográficos e investigación de campo. Tiene como base la metodología de *Proceso de Investigación de Diseño*, que integra el trabajo de cuatro Unidades de Aprendizaje. Los resultados indican la aceptación de alumnos y docentes del uso de una metodología proyectual y que, en una fase temprana de formación, el alumno identifica que la aproximación de las disciplinas que participan es similar a la práctica profesional, lo que estimula el proceso creativo.

**Palabras clave:** Enseñanza; multidisciplinaria; método; proyecto de diseño; investigación.

### Abstract

This paper is about a case study whose goal is to describe the implementation and evaluation of a multidisciplinary project used as a teaching-learning strategy in the first year of Architecture and Design at the School of Engineering Sciences and Technology of the University of Baja California (ECITEC-UABC, from its Spanish initials). Teachers with different discipline backgrounds related with design participate in this project throughout the semester as co-responsible guides in the development of a design product. Ethnographic methods and field research are applied to establish specific design guidelines in a real applied case. The methodology is the Process of Design Research, merging the work of four Learning Units. The results show that students and teachers accept the enforcement of a project methodology and that, in an early development phase, the students identify the similar approach the different disciplines have in the professional practice, which stimulates the creative process.

**Keywords:** Teaching; multidiscipline; method; design project; research.

Recibido: 6 de marzo de 2018

Aceptado: 11 de febrero de 2019

Publicado: 16 de octubre de 2019

**Como citar:** Torres de León, G. A., Montoya-Reyes, E., Trejo-Alba, C., Camacho-Ixta, I. A., & Fierro-Silva, S. (2019). Implementación y evaluación de un proyecto multidisciplinario basado en el proceso iterativo de investigación de diseño de producto. *Acta Universitaria* 29, e2234. doi. <http://doi.org/10.15174/au.2019.2234>

## Introducción

El modelo educativo de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) considera como parte de su proceso formativo tres diferentes etapas de formación, la primera es la etapa básica en donde se ubica un Tronco Común, el cual es un "conjunto de asignaturas pertenecientes a un grupo de carreras afines, de la misma área del conocimiento" Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (Ecitec) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (2017), sin que esté predeterminada la carrera que finalmente cursará el estudiante, propiciando así la interdisciplinariedad. De manera particular, el Tronco Común tiene como carreras afines Arquitectura, Diseño Gráfico y Diseño Industrial.

La Etapa Básica de formación disciplinar correspondiente al Tronco Común de Arquitectura y Diseño en Ecitec de la UABC, los estudiantes de segundo semestre, aspirantes a los programas educativos de Arquitectura, Diseño Gráfico y Diseño Industrial son expuestos a resolver durante un semestre un proyecto transversal que atiende una problemática real y de enfoque social, en el cual experimentan el trabajo colaborativo y multidisciplinario en el desarrollo de un producto de diseño de cierta complejidad. Incorpora cuatro Unidades de Aprendizaje (UA) en las cuales los docentes trabajan de manera interdisciplinaria como guías co-responsables de un producto que por sí sólo no se habría podido generar en cada UA por separado.

Este artículo tiene como objetivo la descripción de la implementación y evaluación de dicho proyecto multidisciplinario como una estrategia de enseñanza-aprendizaje del diseño con base en una metodología de investigación. Dicho proyecto surge de la necesidad de realizar un trabajo integrador que involucrara varias UA, para que el alumno pueda desarrollar con un enfoque multidisciplinario una solución en la cual aplique las herramientas de las materias involucradas, de esta manera el alumno tiene conocimiento y comprensión de una problemática real para resolver a través del Diseño. En este ejercicio el alumno experimenta el trabajo multidisciplinario y colaborativo en la solución de problemas de diseño. Este proyecto se inició en el año 2015, durante el semestre agosto-diciembre con la participación de un promedio de seis grupos (aproximadamente 28 alumnos en cada uno) y 10 maestros formados en diferentes disciplinas.

El caso de estudio ha sido denominado en la Ecitec como Proyecto Interdisciplinario de Investigación Aplicada (PIIA) cuyo objetivo principal es diseñar, a lo largo del semestre, un mueble modular y multifuncional (producto) que satisfaga las necesidades específicas de un cliente real, mediante 1) un ejercicio investigativo, cíclico, que articule los contenidos y competencias desarrolladas por cada UA involucrada y, 2) lograr que el alumno experimente un ejercicio multidisciplinario y colaborativo en la ejecución de problemas de diseño de mediana complejidad, identificando la importancia de cada disciplina y de la aplicación de un método formal de diseño de producto.

El PIIA tiene como método el proceso de investigación de diseño desarrollado por Milton & Rodgers (2013), siendo el objetivo del proceso producir un objeto sencillo de diseño de un caso real. Dichos autores definen la investigación de diseño como una forma de producir conocimientos transdisciplinarios y heterogéneos, difiere de la investigación científica porque no tiene que ver con lo que existe, si no con lo que se creará, es desafiante y provocadora (Milton *et al.*, 2013). El proceso iterativo determina las siguientes fases de trabajo: a) identificación de oportunidades, b) programación y especificación, c) diseño conceptual, d) desarrollo del diseño, e) diseño detallado y f) producción; se puede volver una y otra vez a cada fase para sumar los datos necesarios (Milton & Rodgers, 2013). Los alumnos no realizan la fase de producción por encontrarse en una etapa básica de su formación universitaria, llegando solamente a incorporar un modelo en escala natural.

Este proceso abarca el trabajo de cuatro UA: Antropología e Historia Regional (AHR), Antropometría y Ergonomía (AyE), Informática II (Info II) y Diseño II (D II); y se desarrolla en cuatro etapas principales: 1) análisis antropológico, 2) análisis antropométrico, 3) diseño de producto y, 4) material técnico de apoyo y presentación. Estas etapas tienen un proceso iterativo, por lo que, aunque se sugiere el orden anterior, pueden desarrollarse algunas de estas de manera simultánea y pudieran repetirse cualquiera de ellas de ser necesario. A continuación, se explica en qué consiste cada una de las etapas:

- 1) Análisis antropológico. Es el inicio del proceso realizado en la UA de Antropología e Historia Regional (AHR), donde se analiza a los usuarios de una vivienda de interés social de dimensiones mínimas (máximo 55 m<sup>2</sup> de construcción). En esta etapa el alumno diferencia las circunstancias regionales del usuario real, así como el contexto principal y las características culturales que se producen a través del tránsito de la cultura local a la regional y el carácter binacional de ambas. Con base en ello, el alumno toma una postura analítica y humanística que involucra ciertos elementos en la problemática del diseño como el usuario, actividades y entornos ambientales (tanto naturales, como artificiales).
- 2) Análisis antropométrico. Posterior al análisis antropológico, se continúa con la UA de Antropometría y Ergonomía (AyE), en la cual se conceptualiza de manera sistemática el cuerpo y mente humana en relación con los objetos y espacios que lo rodean. Es prioridad el criterio de la ergonomía en el análisis de las actividades, así como la aplicación de la antropometría y fisiología para corregir y mejorar el aspecto del uso del objeto de diseño. Se toman en cuenta los parámetros ergonómicos de seguridad y confort al usuario y de atención a la población con necesidades especiales, donde se establece su registro y clasificación (Avila-Chaurand, Prado-León & González-Muñoz, 2007) desde los factores humanos y ambientales.
- 3) Diseño de producto. Una vez identificados todos los factores involucrados en el análisis del usuario, se continúa con la etapa de Diseño II (D II). En este paso se diseña un producto sencillo con elementos de composición tridimensional. El producto (mueble) debe resolver la necesidad básica, a través de la participación inter y multidisciplinaria, que refuerce el trabajo en equipo. El diseño del producto es la síntesis de los resultados previos obtenidos en las cuatro UA y de las iteraciones realizadas, en caso de haber sido necesario; se lleva a la realidad maquetando el producto a escala natural.
- 4) Material técnico de apoyo y presentación. De manera transversal a las tres etapas anteriores, la UA de Informática II (Info II), integra toda la información desarrollada en las materias previas y, por medio de la aplicación de herramientas y programas computacionales, genera información técnica de apoyo para la toma de decisiones durante el proceso iterativo, como dibujos técnicos, diagramas, planos. Además, desarrolla material de presentación del proyecto por medio de ilustraciones y el diseño y presentación de un cartel donde se resume la investigación del usuario y el mueble propuesto. A manera de resumen la tabla 1 describe los productos entregables desarrollados, mientras que la tabla 2 describe los criterios para evaluación de los productos entregables:

**Tabla 1.** Resumen de herramientas, técnicas y productos entregables por UA.

Unidad de aprendizaje	Herramientas y técnicas	Producto entregable
Antropología e Historia Regional (AHR)	-Revisión bibliográfica -Diario de campo -Cuestionario/entrevista/encuesta	-Memoria descriptivo del usuario y sus actividades
Antropometría y Ergonomía (AyE)	-Tablas Antropométrica -Evaluación antropométrica	- Informe antropométrico de usuario - Memoria descriptiva de factores ambientales
Diseño II (D II)	-Boceto conceptual y esquemático -Prototipo	-Maqueta a escala natural (1:1)
Informática II (Info II)	-Dibujo en CAD -Modelado 3D - Dibujo vectorial	-Planos arquitectónicos -Animación -Cartel

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Tabla 2.** Criterios para evaluar los productos entregables por UA.

	Unidad de Aprendizaje			
	Antropología e Historia Regional (AHR)	Antropometría y Ergonomía (AyE)	Diseño II (D II)	Informática II (Info II)
<b>Criterios</b>	Planteamiento del proyecto: introducción, justificación, objetivo y metodología	Originalidad del proyecto	Aplicación de fundamentos del diseño	Planos de la planta existente y las adecuaciones
	Descripción de los usuarios y su entorno	Funcionalidad del producto, resuelva los conflictos del usuario.	Función	Plano del mueble e isométrico
	Plantea resultados y propuesta con base en los resultados	Valores y de trabajo individual y en equipo	Creatividad de diseño	Calidad de líneas
	Muestra una conclusión		Calidad de construcción	Diseño cartel
	Presenta referencias	Presentación de exposición oral en equipo	Calidad de ensamble	Calidad en la impresión del cartel
	Exposición oral		Exposición oral	Exposición oral

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Revisión literaria

### Enseñanza del diseño

El objetivo de la enseñanza en el diseño (sea gráfico, industrial o arquitectónico) en cualquiera de sus modalidades es hacer que el alumno se apropie de la idea de descubrir e interpretar un bosquejo nacido de la creatividad de su conocimiento aprendido previamente en las materias involucradas (Juani, Bergero & Gorodischer, 2016). Donde pueda dar solución a una problemática o necesidad real que se le presente y reflexionar y plantear estrategias que lo lleven al diseño idóneo para su usuario; de esta manera el alumno entiende las necesidades del futuro proyecto, le puede dar vida y apoyarse de diferentes métodos para dar una salida idónea. Es posible plantear estrategias de enseñanza-aprendizaje no tradicionales que fortalezcan la participación y colaboración, además de generar instancias donde los alumnos reflexionen e interactúan y se pregunten sobre lo que están produciendo (Juani *et al.*, 2016).

Se reconoce también la necesidad de promover la investigación cualitativa de abajo hacia arriba (contrario a lo vigente), que sea más participativa y democrática. En cuanto a la formación del estudiante, es importante enseñar formas de pensar más que conocimiento; además de plantear los problemas de la arquitectura hacia otras disciplinas, siendo preciso reflexionar sobre la innovación, la diversidad y los campos disciplinarios (González, 2014).

### Diseño desde la práctica colaborativa

Actualmente las formas de trabajo distan de las formas lineales y jerárquicas en las que se trabajaba hace algunos años. Hoy en día, a partir en gran medida de la revolución tecnológica, tenemos la posibilidad de comunicarnos con mayor facilidad; lo cual incide en la forma de realizar ciertas actividades, el poder tener mayor contacto nos permite realizar puentes más fuertes con otras personas. Esto permite facilitar en gran medida el proceso de diseño colaborativo, ya que este es la comunicación abierta entre el diseñador y el cliente para llevar a cabo, en conjunto, la ejecución del proyecto.

De acuerdo con Sánchez (2013), el proceso de diseño por encargo consiste en dos tareas fundamentales: ejecutar el diseño y comunicarse con el cliente. La primera requiere de un conocimiento específico de las herramientas y el medio; la segunda es cuestión de tiempo. En este sentido, el cliente va siguiendo y evaluando de forma continua el proceso de diseño gracias a parámetros preestablecidos que lo ayudan a cuantificarlo. Sánchez (2013) menciona que la transparencia y los parámetros adecuados de valoración permite al cliente ser una parte activa y consciente en la toma de decisiones, lo que hace que la responsabilidad se reparta. Así, los procesos colaborativos dan pie a la flexibilidad para adaptarse a la ejecución, de acuerdo con las posibilidades temporales y económicas.

Por otro lado, desde la perspectiva del proceso de aprendizaje es posible acercar al estudiante a las prácticas colaborativas utilizando métodos de aprendizaje colaborativo, como el método docente de aprendizaje basado en problemas o PBL (por sus siglas en inglés). El PBL tiene como característica que el docente se convierte en tutor de alumnos que tienen que resolver un problema específico relacionado a una disciplina. A diferencia del modelo tradicional, los alumnos desempeñan un papel activo en su propio aprendizaje, siendo responsables de este, bajo la supervisión de un docente que aprende junto con el grupo. En este método tienen vital importancia tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades, actitudes, valores y competencias (Escribano & Del Valle, 2015).

## Multidisciplinariedad e Interdisciplinariedad

El proyecto tiene un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario donde diferentes disciplinas se yuxtaponen desde su propio marco conceptual para la solución del problema (Churba & Molieri, 2010). De esta manera, los estudiantes tienen la posibilidad de adquirir una visión amplia del ejercicio del diseño, tanto arquitectónico como gráfico e industrial, de tal forma que se inicie una formación que fomente el trabajo en equipo y multidisciplinario. Es posible distinguir dos momentos en los que interactúan las diferentes disciplinas involucradas: 1) el desarrollo y seguimiento del proyecto por los docentes y, 2) la ejecución por parte de los alumnos.

Para el primer momento, 1) desarrollo y seguimiento del proyecto por los docentes, de acuerdo con Luengo (2012) en sus criterios orientadores para la interdisciplinariedad, el problema a considerar para el proyecto fue construido de manera colectiva con una visión compartida del proyecto; además que, en las diferentes versiones, los miembros han realizado y aceptado propuestas innovadoras en las prácticas, e incorporado nuevas disciplinas y docentes. Por lo tanto, es interdisciplinario, ya que ha sido "un proceso paulatino y generador de un proceso de reaprendizaje para quienes participan (...), pues no se nos suele formar en el diálogo de saberes y la complejidad de la realidad" (González, 2012).

Por otro lado, de acuerdo con Peñuela (2005), se identifica que se logra una interdisciplinariedad del tipo "débil" por no culminar con la emergencia de una disciplina nueva, ya que entre las disciplinas que participan se dan intercambios y solo una parte de ellas es utilizada (un concepto, una teoría, una metodología). En cuanto al segundo momento, relacionado a 2) la ejecución por los alumnos, se considera que se consigue el nivel inferior de interdisciplinariedad, definida como multidisciplinariedad (multi-D) la cual "ocurre cuando para solucionar un problema se busca información y ayuda de varias disciplinas, sin que dicha interacción contribuya a modificarlas o enriquecerlas" Piaget en Peñuela (2005). Esto debido a su conocimiento básico de las disciplinas involucradas, pero con el objetivo claro de resolver el problema planteado; guiados por los diversos docentes de apoyo.

## Casos análogos

En relación con trabajos análogos a este proyecto, se identifican una variedad de experiencias realizadas en otras universidades. Como ejemplo, la Escuela Universitaria Politécnica de Teruel de la Universidad de Zaragoza durante el curso 2004-2005 en la carrera de Ingeniería Técnica Informática de Gestión aplicó la metodología del aprendizaje basado en problemas (PBL) en tres asignaturas del tercer curso para la realización de un proyecto interdisciplinario por parte de los alumnos. Este proyecto planteó a los alumnos un problema/proyecto que integra los contenidos de las asignaturas involucradas.

La evaluación de los resultados identificó como aspectos más positivos: los alumnos manifiestan el desarrollo del trabajo en equipo, la comunicación y el auto aprendizaje, la integración y coordinación entre las diferentes asignaturas, resultando una experiencia útil y valorada por su similitud al mundo profesional. Las dificultades encontradas consisten en la falta de tiempo, la dificultad en el cumplimiento de la planificación y la sensación de falta de ayuda con los profesores (Hernández & Lacuesta, 2007)

En el caso de la Mississippi State University, en los periodos 2012 y 2013 desarrollaron un estudio de intervención educativa interdisciplinario en el curso de Alimentos funcionales para la salud, con el objetivo de enseñar a través de un proyecto de investigación Wiki, habilidades de alfabetización informativa de los estudiantes y reconocimiento de información científica relevante. Además, se invitó a expertos en ciencias políticas, estadísticas y nutrición humana quienes discutieron su experiencia relacionada con los alimentos funcionales. Estas conferencias interdisciplinarias tienen el potencial de proporcionar una

exploración adicional de temas, enriquecer el aula y permitir a los estudiantes hacer conexiones. De acuerdo a los comentarios de los estudiantes, el proyecto de investigación Wiki ha involucrado a los estudiantes y brindada oportunidades para explorar y expandir el contenido y la investigación, al tiempo que mejora las habilidades de alfabetización, comunicación y pensamiento crítico de la información (Crist, Duncan & Bianchi, 2017).

Otro ejemplo se encuentra en el análisis desarrollado por el Centro de expansión de talentos interdisciplinario de geociencia para un futuro sostenible (InTeGrate), quienes han involucrado a miembros de la comunidad de geociencias y sus colegas en disciplinas aliadas en implementar y apoyar estrategias para enseñar geociencias en el contexto de los problemas sociales y viceversa, mostrando tres ejemplos en diferentes universidades de los Estados Unidos de Norteamérica (*University of Utah, Metropolitan State University y West Chester University*). Su análisis demuestra el uso de estrategias educativas basadas en el lugar local o *place-based education* (PBE) para conectar las geociencias con los desafíos sociales. Cada uno de estos casos utiliza variaciones de la pedagogía basada en el lugar para brindar a los estudiantes una variedad de disciplinas y la oportunidad de aprender sobre conceptos de geociencia en el contexto de los desafíos ambientales en su propia área, de manera que brindan una gran cantidad de oportunidades para que los estudiantes apliquen su conocimiento del aula a problemas del mundo real. Concluyen que esta estrategia ilumina el proceso de la geociencia y desarrolla habilidades interdisciplinarias de resolución de problemas que los conecta con los problemas económicos, sociales y de políticas relacionados con una variedad de temas. (Gosselin, Burian, Lutz & Maxson, 2015).

Comparando los casos de estudio análogos al este estudio, se identifica que todos los estudios se desarrollan con estudiantes de nivel licenciatura; sin embargo, los ejemplos analizados tienen en común su aplicación en etapas disciplinarias o terminales, mientras que este estudio se realiza con alumnos de etapa básica en un tronco común de tres carreras. Otra diferencia identificada es el volumen de alumnos y maestros involucrados; en los ejemplos son grupos reducidos de alumnos, en casos piloto, con pocos docentes y asignaturas involucradas, mientras en este estudio abarca la totalidad de alumnos de tronco común y un número mayor de docentes y personal de apoyo.

## Metodología y recolección de datos

### Evaluación de la implementación y el desarrollo

Para evaluar la implementación y desarrollo del proyecto e identificar rubros de mejora en su organización, contenido académico y alcances se aplicó un instrumento de tipo encuesta tanto a alumnos, como a la planta docente. Para los alumnos participantes se definieron las categorías: 1) presentación del proyecto multidisciplinario; 2) creación de los equipos de trabajo; 3) alcances del proyecto; 4) productos finales de evaluación; 5) la continuidad del proyecto en las cuatro Unidades de Aprendizaje y 6) tiempos y costos para desarrollarlo y autoevaluación. La encuesta para docentes incorporó las categorías: 1) organización y continuidad o seguimiento del proyecto; y 2) análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) para orientar y potenciar el proyecto y neutralizar los aspectos adversos. De la población total de 197 alumnos, 135 contestaron la encuesta, muestra calculada para un margen de error del 5% y 95% nivel de confianza. Las encuestas se desarrollaron a través de *google forms* y se contestaron en línea. Ambos instrumentos contaron con preguntas diseñadas en escala Likert para medir actitudes y grado de conformidad, complementadas con preguntas abiertas.



## Análisis de datos

Una de las finalidades del PIIA, entre otras, es lograr que todos los alumnos participantes lleguen a un nivel estandarizado de diseño, sin importar las facilidades o adversidades con las que cada uno pueda toparse, ya sea de forma individual o en equipo. Sin embargo, no todos los participantes alcanzan el nivel sugerido con la misma facilidad, en el camino van experimentando situaciones, ya sea con los usuarios, con los sus compañeros de equipo, de tipo económica o propias de su nivel de rendimiento académico en ciertas asignaturas. Estas realidades ponen en situación de desventaja la participación de algunos alumnos y pueden mermar su desempeño para la entrega del producto final. De hecho, saber superado esas adversidades es parte de los alcances del proyecto y forma parte del conocimiento aprender a sobrellevarlas.

La formación de los profesores participantes del proyecto es un factor que aporta a la multidisciplinariedad del PIIA. En este proyecto están involucrados arquitectos, diseñadores industriales, diseñadores gráficos, comunicólogos y artistas plásticos, esta diversidad en el perfil de los profesores permite que los alumnos tengan una asesoría integral y puedan servirse de esos diversos conocimientos para alimentar el proyecto. De tal manera que cada fase es liderada por un profesor diferente, que apoya a los alumnos en el desarrollo de técnicas específicas para la obtención de datos cualitativos y cuantitativos y a sumarlos al proceso creativo.

Finalmente, este proyecto es una oportunidad para que los alumnos tomen una decisión mejor fundamentada, a juzgar por el proyecto, de cuál será su selección definitiva de carrera a la que ingresarán en el semestre siguiente, considerando que el tronco común les ofrece la posibilidad de visualizar las tres carreras, además de brindarles una formación básica interdisciplinaria.

## Resultados

### Evaluación del proyecto según opinión docente

Los resultados del ejercicio de encuesta a docentes ponen en evidencia la forma en la que perciben el proyecto, cómo consideran la organización, el seguimiento y sus opiniones en el contexto de análisis FODA. Estos resultados se presentan en función de las categorías indicadas según el apartado metodológico.

La tabla 2 expresa la opinión de los profesores hacia la organización del proyecto, respondiendo a dos preguntas, la primera, ¿Cómo considera la aportación de la asignatura que imparte en el PIIA?, el 62% (8 profesores) expresaron que fue *completamente adecuada*, el 31% (4 profesores) respondió que fue *muy adecuada* y finalmente, el 8% (1 docente) dijo que fue *medianamente adecuado*. Para la segunda pregunta ¿Conoce cuáles son los entregables programados para el PIIA en cada una de las asignaturas?, el 54% (7 profesores) respondieron *sí, conozco todos*, el 38% (5 profesores) respondieron *sí, conozco algunos*, mientras que el 8% (1 docente) contestó que *solo los de su UA*.

La tabla 3 resume la autoevaluación de los profesores hacia el seguimiento del proyecto y los problemas que surgieron durante su desarrollo, además de valorar el seguimiento dado por sus pares académicos. En la valoración del seguimiento personal, el 54% (7 docentes) lo consideró *completamente adecuado*, el 31% (4 docentes) respondió que fue *muy adecuado*, mientras que el 15% (2 docentes) evaluó su seguimiento como *medianamente adecuado*. Respecto a la opinión hacia el trabajo que hicieron sus pares en el seguimiento a los problemas que surgieron, el 8% (1 docente) respondió que fue *completamente*



*adecuado*, el 77% (10 docentes) expresó que fue *muy adecuado* y finalmente, el 15% (2 docentes) expresó que fue *medianamente adecuado*.

**Tabla 3.** Opinión de los profesores hacia la organización del proyecto.

¿Cómo considera la aportación de la UA que imparte en el PIIA?			¿Conoce cuáles son los entregables programados para el PIIA en cada una de las UAs?		
Respuestas	Frecuencia	Porcentaje	Respuestas	Frecuencia	Porcentaje
Completamente adecuada	8	62%	Sí, conozco todos	7	54%
Muy adecuada	4	31%	Sí, conozco algunos	5	38%
Medianamente adecuada	1	8%	Sólo los de mi asignatura	1	8%
Inadecuada	0	0%	Total	13	100%
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Con relación al análisis FODA, la figura 1 presenta el análisis de fortalezas consideradas por los docentes, identificándose el trabajo interdisciplinario como la fortaleza más relevante, seguido del estímulo a la creatividad, la responsabilidad social, el trabajo colaborativo y multidisciplinario, respectivamente, y el acercamiento de los alumnos a un caso real. La figura 2 expone las debilidades del proyecto, sobresalen los resultados distintos en los productos finales, el mejorar la comunicación, los costos altos del proyecto y la falta de organización.

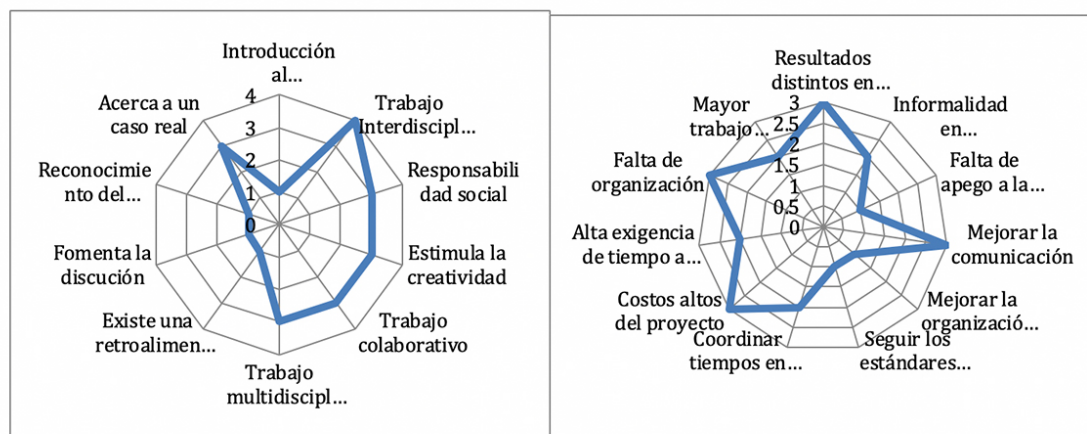


Figura 1 y 2. Análisis de fortalezas (izquierda) y debilidades (derecha), frecuencias.  
Fuente: Elaboración propia, 2017.

La figura 3 muestra las oportunidades identificadas por parte de los docentes, las opiniones hablan de hacer conciencia de la problemática que se está resolviendo, bajar costos, trabajar sobre proyectos reales, principalmente. En la figura 4 se muestran a criterio de los docentes las amenazas a las que se enfrenta el

proyecto, sobresaliendo los altos costos económicos para solventar el desarrollo de los productos entregables y, por otra parte, la comunicación fallida que se propicia en el intercambio de comunicación de los que participan.

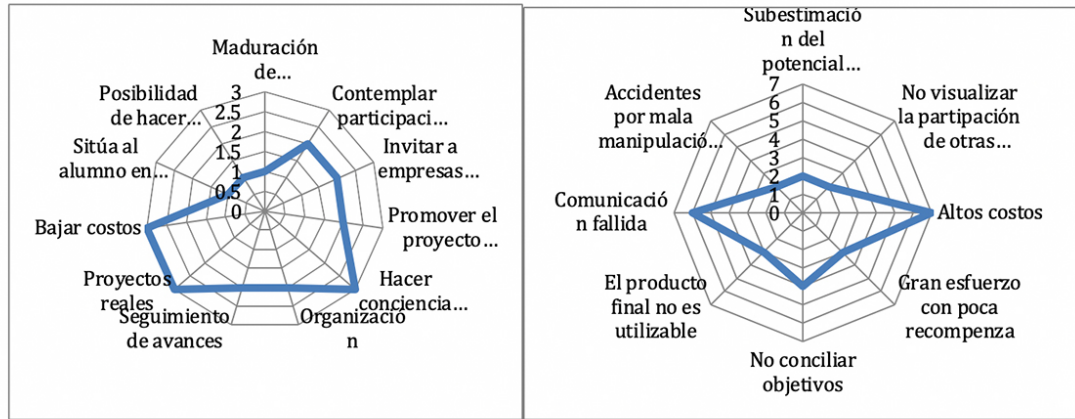


Figura 3 y 4. Análisis de áreas de oportunidades (izquierda) y amenazas (derecha), frecuencia.  
Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Evaluación del proyecto según opinión alumnos

Los resultados del ejercicio de encuesta a alumnos ponen de manifiesto la comprensión del proyecto por parte de los alumnos, la obtención de información y el aprendizaje y aplicación de conceptos, así como el desenvolvimiento de la planta académica. Los resultados se presentan en función de las categorías indicadas en apartado metodológico.

En lo relacionado a la presentación del proyecto multidisciplinario en forma clara y concisa, de acuerdo con la tabla 4, la Unidad de Aprendizaje (UA) Info II tiene un 57% en la respuesta *muy bien*, AHR presenta un 49% en ese mismo rubro. Se estima que la baja en la valoración de AHR obedece a que es el primer espacio donde se expone el proyecto, esto es un reto a resolver ya que corresponde a esta UA indicar cómo se ejecutará el diseño, las fases que lo componen y en cuál UA se resolverá cada una de éstas; la hipótesis sobre la valoración de Info II se relaciona a que la UA se convierte en una fase de integración, reúne la información producida en otras UA y su resultado es el material gráfico de presentación del proyecto mismo, desarrollado a partir de un software y criterios específicos; mientras que en otras UA las técnicas son variadas y el ejercicio creativo es aún más divergente. El resto de las UA en la respuesta *muy bien*, AyE y D II presentan un 50% y 51% respectivamente. Para la respuesta *mal*, AHR sumó un 10% en las opiniones, el porcentaje menor lo obtuvo D II con un 2%, la valoración a ésta última se puede explicar porque se encuentra al final del proceso y tiene como competencia del curso la fabricación del modelo a escala natural, de acuerdo con las respuestas abiertas otorgadas, la conformidad de la técnica de construcción del proyecto estará influyendo en este rubro.

**Tabla 4.** Opinión de los profesores hacia el seguimiento del proyecto.

Respuestas	El seguimiento que usted dio a los problemas que surgieron en el proyecto fue:		El seguimiento que sus pares dieron a los problemas que surgieron en el proyecto fue:	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Completamente adecuado	7	54%	1	8%
Muy adecuado	4	31%	10	77%
Medianamente adecuado	2	15%	2	15%
Inadecuado	0	0%	0	0%
<b>Total</b>	13	100%	13	100%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En cuanto los alcances del proyecto se cuestionó la sencillez y facilidad de aplicación de los conceptos aprendidos para aplicar en alguna fase del proyecto. Cabe mencionar que las UA logran ligar algunos de los temas al proyecto multidisciplinario y que algunos temas no corresponderán en lo absoluto, ya que abonan a otras áreas de la formación del alumno. En la tabla 5, se aprecia que AHR presenta en la respuesta *siempre*, el puntaje más bajo, 49%; el puntaje más alto, fue de Info II, 60%; la respuesta *casi nunca* y *nunca* fue más alta en AHR con 13% y 5% respectivamente, la respuesta *nunca* del resto de las Unidades de Aprendizajes AyE, Info II y D II fue del 1%, 2% y 1% respectivamente, poniendo en evidencia la dificultad del alumno para aplicar técnicas de recolección de información etnográficas, siendo la principal aportación de esta UA al proyecto y resolver situaciones donde no es tan evidente el trabajo de diseño y representación gráfica.

**Tabla 5.** Opinión de los alumnos de cómo fue transmitido el proyecto.

Respuestas	Presentación							
	El proyecto PIIA fue transmitido de forma clara y concisa por el profesor(a) de la clase							
	AHR		AyE		Info II		D II	
F	%	F	%	F	%	F	%	
Muy bien	66	49%	67	50%	77	57%	69	51%
Bien	37	27%	39	29%	35	26%	37	27%
Medianamente	11	8%	19	14%	4	3%	14	10%
Mal	13	10%	8	6%	5	4%	3	2%
No aplica	8	6%	2	1%	14	10%	12	9%
<b>Total</b>	135	100%	135	100%	135	100%	135	100%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Tabla 6.** Opinión de los alumnos sobre la sencillez para relacionar temas y conceptos.

Alcance								
Sencillez para relacionar los temas y conceptos dados en clase con lo que se pedía aplicar para el proyecto PIIA								
Respuestas	AHR		AyE		Info II		D II	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Siempre	66	49%	78	58%	81	60%	76	56%
Casi siempre	38	28%	41	30%	31	23%	36	27%
Casi nunca	18	13%	11	8%	8	6%	9	7%
Nunca	7	5%	2	1%	3	2%	1	1%
No aplica	6	4%	3	2%	12	9%	13	10%
<b>Total</b>	135	100%	135	100%	135	100%	135	100%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la tabla 6 se resumen tres aspectos que pueden potenciar el término del proyecto en los tiempos académicos, aquí la buena disposición de la planta docente es fundamental; se preguntó sobre el seguimiento de los profesores a los problemas manifestados por los alumnos. Todas las UAs presentan respuestas de *siempre* variando entre el 63% y 69%, correspondiente a AHR y AyE, respectivamente, el siguiente nivel de respuesta casi *siempre*, promedia un 19%, lo cual se considera aceptable en función de la cantidad de alumnos participantes y la diversidad de los problemas que pueden surgir, de la esfera personal, familiar, académica, económica, etc. Por otro lado, la UA AHR resultó con un 10% en la respuesta *nunca* en el seguimiento de los profesores, situación que pone de manifiesto una percepción donde se debe alentar a los profesores a mantener el interés por el proyecto aun cuando la fase de búsqueda de información esté concluida.

En cuanto a la accesibilidad y la oferta de alternativas para finalizar el proyecto otorgadas por la planta docente, sobresalen las UA Info II y D II con el 72% respectivamente en la afirmación *siempre*, las dos UA están al final del proceso y sus evaluaciones se realizan en la exposición final del ejercicio. Las situaciones a superar por los alumnos fueron problemas para financiar la compra de material, por lo que solicitaron otras opciones para sustituirlo; la revisión de los formatos de impresión y la posibilidad de modificar los contenidos del cartel en función de la información obtenida en las dos UA previas AHR y AyE; fue también constante la solicitud de espacio para almacenar materiales y la maqueta en proceso de elaboración, así como informar sobre la poca o nula participación de alguno de los alumnos integrante del equipo.

El interés de la planta académica por conocer de los avances del proyecto fuera de la UA que se imparte es un indicador que poner en perspectiva el entendimiento de los docentes de su participación en un proceso de diseño y en como el avance o retroceso en otras UA puede impactar el resultado final. De acuerdo con los resultados, el promedio de la respuesta *siempre* fue 61%, y *casi siempre*, 20%, la valoración del interés de los profesores en el avance es muy positiva.

Se cuestionó también al alumnado sobre los tiempos y costos del desarrollo del proyecto. En cuanto a la evaluación del tiempo destinado a cada fase, la respuesta *completamente adecuado* fue del 62%, 56%, 61% y 54%, en las UA AHR, AyE, Info II y D II respectivamente, la respuesta *inadecuado* fue del 10%, 7%, 5% y 5%, en el mismo orden de las UA, lo cual se considera muy aceptable, dadas las 15 semanas de actividad calendarizadas para resolver el estudio de caso. Respecto al costo, se les solicitó a los alumnos hacer una sumatoria de los gastos de la investigación de campo, traslados, compra de material y herramientas e impresiones en diferentes formatos, resultando que el 15% gastó hasta 500 pesos, el 13% de 501 a 750 pesos, el 30% de 751 a 1000 pesos y el 42% 1000 pesos o más. La información generada se valora con reserva, pues se percibe como subestimada, por la experiencia en proyectos pasados y porque los gastos son compartidos por los integrantes del equipo y en esa dinámica se diluye el conocimiento del gasto real.

Finalmente, se cerró el ejercicio con una autoevaluación, en la que se solicitó al alumno valorar las cosas que más lo alientan y lo que más lo desalientan (figura 5 y 6) durante todo el desarrollo del proyecto multidisciplinario. Las respuestas fueron variadas y posibilita la implementación de mejoras sustanciales; sobresale como aspectos alentadores 1) el desarrollar un proyecto de un caso real, 2) construir una maqueta modelo y, como aspectos desalentadores lo relativo 1) al tiempo disponible, 2) la actitud de los profesores y 3) los gastos generados.

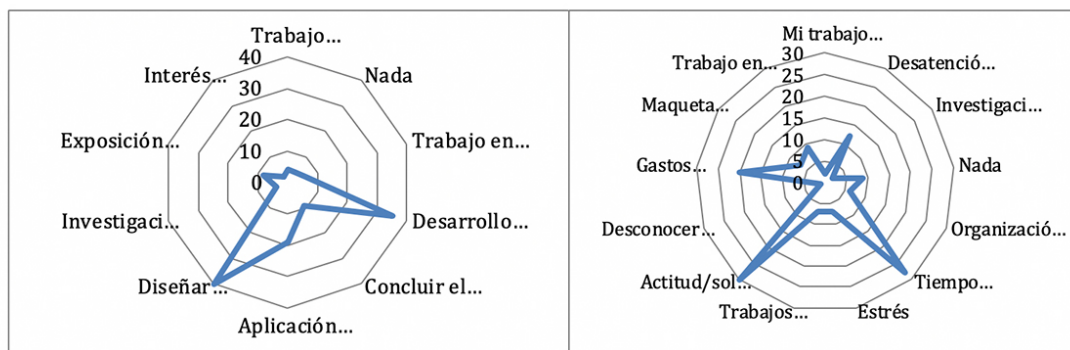


Figura 5 y 6. Aspectos que alientan (izquierda) o desalientan (derecha), frecuencias.  
Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Discusión

Los alumnos valoran la participación en un proyecto escolar de un caso de estudio de diseño con usuarios reales y tener la posibilidad de desarrollar el mueble diseñado a escala natural utilizando la técnica de planos seriados, con los que pueden diferenciar las tareas que competen al Diseño Gráfico, Diseño Industrial y Arquitectura, la fortaleza para el alumno, es que apoya la selección de carrera en el tercer semestre. Aspectos para revisar con el profesorado son las actitudes y solicitudes de los docentes vistas como disuasivas por parte de los alumnos; los gastos generados desaniman de igual manera, a pesar de ser construido con cartón, que puede ser obtenido de reciclaje. En menor medida, situaciones relativas al proyecto fueron comentadas por alumnos: 1) el proceso es sinónimo de estrés, 2) el trabajo en equipo no siempre es armónico y equitativo, 3) los trabajos escritos no tienen una valoración positiva, 4) existe una desatención hacia otras UA por participar en el proyecto multidisciplinario y, finalmente, 5) los alumnos consideran que la maqueta no debería hacerse con material temporal, como el cartón, desearían un material más definitivo, aunque sería complejo correlacionar esto con una reducción de gastos en la ejecución del proyecto.

Si bien con este proyecto el alumno puede sentirse inmerso en un hecho real que lo ayude a visualizar un acontecimiento cotidiano en el cual está en contacto con un usuario específico y resuelve una situación real, la implementación del proyecto durante tres semestres continuos muestra un proceso de aceptación, adaptación y mejora continua, tanto en alumnos como en docentes involucrados. A partir de los resultados se determina la existencia de un cambio favorable en la opinión de alumnos y docentes respecto a la aplicación de una metodología con un perfil de investigación. Asimismo, se valora positivamente que la aproximación de las disciplinas participantes es similar a la práctica profesional en una fase temprana de la formación del alumno. Finalmente, en la experiencia de los semestres anteriores se han encontrado inconsistencias con desfases de tiempos de elaboración del proyecto y falta de continuidad al pasar de una fase a otra entre los docentes participantes.

## Conclusiones

Uno de los aspectos que causaron diferencias en el planteamiento del proyecto fue la tarea de cómo categorizarlo: interdisciplinario o multidisciplinario. A partir de los resultados y la revisión teórica se ha determinado denominarlo más bien como un estudio transversal por la inclusión de métodos de diferentes disciplinas, que permiten la comprensión del fenómeno en sus partes, a partir de la valiosa serie de iteraciones que el proceso de Milton & Rodgers determina. Es de resaltar que un proceso de diseño muy enfocado en la investigación no desalienta el principio creativo de los alumnos.

La aplicación del PIIA relaciona el ejercicio proyectual de un ambiente laboral real, donde diversos especialistas, en este caso académicos con perfil de diseño y ciencias afines, evalúan los resultados dentro de su competencia. Asimismo, es un ensayo por sumar a la enseñanza tradicional la variable del diseño colaborativo, aunque se presenta la disyuntiva de la falta de flexibilidad de estructura de la enseñanza del diseño en la lectura de las necesidades de un cliente real al tenerse que cumplir con un contenido específico del Programa Educativo y la limitante al abordar un nivel muy complejo, por ser alumnos de la etapa básica.

Por otro lado, existen espacios de trabajo y recursos limitados para diseñar y fabricar el prototipo de mueble, aunque los alumnos integrados en equipos de trabajo pueden hacer mejor frente a este contexto; en la autoevaluación esta es una preocupación latente; así como el tiempo disponible y la actitud de la planta docente, que requiere sensibilizarse y saber delimitar los aspectos que competen a cada disciplina sin desvincularse del resto; en compensación la experiencia les es enriquecedora y muestra una versión muy cercana al proceso de diseño de los profesionales.

Para los profesores este proyecto es favorable para la enseñanza aprendizaje en una fase tan temprana de la formación universitaria, pero los momentos de comunicación y la organización entre los participantes es débil, por lo que en esta instancia habría que cuestionar ¿qué estrategia de comunicación puede plantearse afín a los diferentes perfiles? En contraparte, la responsabilidad social, la creatividad, el trabajo colaborativo y el enfoque transversal (multidisciplina-interdisciplina) están muy bien cimentados; cabe decir que está ausente la referencia por parte de todos los participantes respecto al uso de un método proyectual como proceso de investigación, lo que parece se atribuye a la experiencia de diseñar para un usuario real, porque es persistente la crítica a las universidades por su desapego a la realidad profesional.

## Agradecimientos

Los autores del artículo agradecen a las autoridades de la Escuela Ciencias de la Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Baja California por las facilidades brindadas para el desarrollo del proyecto,

así como a los profesores y alumnos involucrados, con los que sin su colaboración no habría sido posible lleválo a cabo.

## Referencias

- Avila-Chaurand, R., Prado-León, L. R., & González-Muñoz, E. L. (2007). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile*. Guadalajara, México: Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD) -Universidad de Guadalajara.
- Churba, C. A., & Molieri, C. S. (2010). La Creatividad como Transdisciplina. *Recreate (IACAT)*, 12, 2-11.
- Crist, C. A., Duncan, S. E., & Bianchi, L. M. (2017). Incorporation of cross-disciplinary teaching and a wiki research project to engage undergraduate students' to develop information literacy, critical thinking, and communication skills. *Journal of food science education*, 16(3), 81-91. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4329.12111>
- Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Baja California. (2017) Oferta educativa. Tronco Común de Arquitectura y Diseño. Recuperado el 4 de enero de 2018 de sitio web de la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología: [citecuvp.tij.uabc.mx](http://citecuvp.tij.uabc.mx)
- Escribano, G. A., & Del Valle, L. A. (2015). *El aprendizaje basado en problemas (ABP)*. Madrid: Narcea.
- González, C. D. (2014). Innovación y diversidad: Retos y oportunidades en Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Reseña de la Segunda Conferencia ALFA ADU\_2020. *Arquitectura y Urbanismo*, 35(1),104-110.
- Gosselin, D., Burian, S., Lutz, T., & Maxson, J. (2015). Integrating geoscience into undergraduate education about environment, society, and sustainability using place-based learning: three examples. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 6(3), 531-540. doi: <https://doi.org/10.1007/s13412-015-0238-8>
- Hernández, T. A., & Lacuesta, G. R. (2007) Aplicación del aprendizaje basado en problemas (PBL) bajo un enfoque multidisciplinar: Una experiencia práctica. En J. Ayala (Ed.). *Conocimiento, innovación y emprendedores: camino al futuro*. (pp.30-43). España: Universidad de la Rioja.
- Juani, G., Bergero, D., & Gorodischer, H. (2016). Reflexiones sobre las Estrategias de Enseñanza Utilizadas en el Taller de Diseño III. *Actas de Diseño*, 21(11), 247-250.
- Luengo, G. E. (2012). *Interdisciplina y transdisciplina: aportes desde la investigación y la intervención social universitaria*. Guadalajara, Jalisco, México: Universidad Jesuita de Guadalajara-Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO).
- Milton, A., & Rodgers, P. (2013). *Métodos de Investigación para el Desarrollo de Productos*. China: Blume.
- Peñuela, V. L. A. (2005). La transdisciplinariedad más allá de los conceptos, la dialéctica. *Andamios*, 2(1), 43-77.
- Sánchez, A. (2013). Diseño colaborativo: abriendo el proceso de diseño. *Revista +D: Revista Digital de Diseño*, 7(12).