

## EXPERIENCIA EN LA CREACIÓN DE UN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA DOCENCIA

M. Méndez Ontiveros<sup>1</sup>

J. E. González Muñoz<sup>2</sup>

V. Hernández García<sup>3</sup>

A.A. Pérez Villegas<sup>4</sup>

### RESUMEN

Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET) es un organismo acreditador de programas de ingeniería en Estados Unidos y en diferentes países. Como uno de los requisitos para la acreditación, los programas deben incluir en su plan de estudios una experiencia de diseño mayor, basada en conocimientos y habilidades desarrollados en cursos previos, con esta finalidad, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, creó la asignatura de Proyecto Integrador, en donde el alumno basado en la metodología POL (por sus siglas en inglés “Project Oriented Learning”) debe desarrollar un producto desde su concepción hasta su fabricación y puesta en operación, lo cual requiere de varios apoyos, no solamente en la orientación para el desarrollo, sino en el espacio de trabajo; herramienta y equipo para la fabricación, ensamble y realización de pruebas; materiales, tanto de consumo como partes importantes del producto y recursos económicos. Con el fin de apoyar en estas necesidades, se creó el Centro de Desarrollo Tecnológico.

### ANTECEDENTES

Los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí han sido constantemente catalogados como de los mejores del país; sin embargo, antes del 2013 se hacía hincapié en que carecían de experiencia laboral, lo que implicaba un tiempo razonable o brecha para que se integrara al ambiente laboral. En otras palabras, tenían un excelente nivel de conocimientos técnicos, pero carecían de la experiencia práctica.

Por otro lado, existía la intención de certificar los programas de las carreras del Área Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería, no solamente por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C. (CACEI), con quien se buscaban las acreditaciones a nivel nacional, sino también en instancias internacionales.

De esta manera, aparece en el panorama el organismo ABET, que después de revisar los programas del área Mecánica y Eléctrica insistió en que era relevante que existiera una asignatura capaz de demostrar que se integraban la mayor parte de los distintos conocimientos adquiridos por los alumnos a lo largo de la carrera, como requisito primordial para la acreditación.

El objetivo general de la asignatura de Proyecto Integrador es ayudar al alumno a adquirir la experiencia necesaria para integrar una buena parte de los conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera, en un único proyecto; aterrizando el aspecto teórico en un producto físico

---

<sup>1</sup> Profesor Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.  
monica.mendez@uaslp.mx

<sup>2</sup> Responsable del Centro de Desarrollo Tecnológico de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. jorge.gonzalez@uaslp.mx

<sup>3</sup> Coordinador de la maestría en Planeación Estratégica e Innovación de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. vicente.hernandez@uaslp.mx

<sup>4</sup> Jefe del Área de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.  
aaperez@uaslp.mx

y cien por ciento operacional; aprendiendo lo que es el trabajo en equipo y el liderazgo, el trabajo bajo presión y aprovechamiento de los recursos con los que se cuenta; limitándose a trabajar bajo un presupuesto y dentro de los límites establecidos previamente para el mismo; impulsando el estudio, la creatividad y la toma de decisiones para hacer mejoras y resolver problemas.

La asignatura de Proyecto Integrador es ambiciosa, porque no busca únicamente la integración de conocimientos tecnológicos sino el desarrollo habilidades o competencias conocidas como transversales o generales, o habilidades blandas, tales como: la comunicación, el trabajo en equipo, el asumir las responsabilidades y actitudes de liderazgo, etc. y ha tomado como modelo la metodología POL, haciendo caso a lo que estableció la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1998), donde declaraba la importancia de que el estudiante sea el actor principal del proceso de aprendizaje.

La asignatura de Proyecto Integrador ha considerado cuatro categorías de proyectos:

- a) Didácticos: aquellos que buscan apoyar a enseñanza.
- b) Comerciales: los que se consideran que su objetivo principal es participar en el mercado.
- c) Industriales: los que buscan resolver un problema que se presenta en la industria o en una empresa en específico.
- d) Investigación: aquellos que buscan generar conocimiento, muchos de ellos basados en trabajos de posgrado.

Y a estas cuatro se ha agregado una quinta categoría con fines de premiar a los mejores productos:

- e) Beneficio social: que buscan apoyar, sin fines de lucro, a resolver un problema social o individual a través de instituciones y/u organizaciones sociales.

Esta última categoría pretende fortalecer el aspecto de Responsabilidad Social Universitaria, que de acuerdo con Pérez, Sánchez y Álvarez (2019), debe orientar el compromiso de las universidades hacia una mayor pertinencia e integración de las funciones universitarias vinculadas al contexto social.

De acuerdo con el Programa Analítico de la asignatura y su naturaleza, se requería de un soporte tecnológico para que se alcanzara el objetivo de la asignatura. Ese soporte debía incluir: espacio de trabajo, herramienta y equipo para realizar procesos de fabricación y ensamble, equipo de seguridad, materiales de consumo y materiales para la fabricación de ensamble, apoyo económico y asesoramiento en el uso de los recursos, además de que como la asignatura de Proyecto Integrador era impartida en diferentes carreras se requería un punto central, en donde se planearan y coordinaran las actividades comunes a las distintas coordinaciones. Ese lugar fue creado y se le denominó Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT).

## **METODOLOGÍA**

El Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) fue creado en el 2013 con la misión de ofrecer a los alumnos de la Facultad de Ingeniería, del Área Mecánica y Eléctrica, espacio, herramienta, equipo y asesoría técnica, para el desarrollo de proyectos.

Cárdenas, González, J. y González, L. (2015) señalaron que,

La metodología POL se consideró como una buena opción para mejorar las competencias de los estudiantes, tendientes a alcanzar los resultados obtenidos por ABET y CACEI. La propuesta original de la metodología POL se modificó, adaptándola de acuerdo con las necesidades de los programas de la Facultad de Ingeniería y a la cultura local.

Esta metodología se aplicó al CDT, quedando dividida en 4 pasos o fases generales:

Fase 1: Introducción (Inducción) que se refiere a la Organización, Reglamento interno, Forma de trabajo y a los Recursos propios del CDT.

Fase 2. Definido como Anteproyecto, el cual comprende el nacimiento de la idea del prototipo, la cual puede ser una necesidad específica de alguna empresa, microempresa o sector social o bien puede ser una idea propuesta por algún equipo de alumnos o profesores. Posteriormente, se definen las restricciones y parámetros del prototipo, después los alumnos realizan un análisis de mercado, pasando a proponer posibles alternativas de solución y en este punto los alumnos deben analizar su viabilidad, para seleccionar la que consideren la mejor. Con base en esta última, los alumnos generan la ingeniería básica, estiman costos y tiempos de entrega y realizan una propuesta tecnológica y económica.

Fase 3. En esta fase, los alumnos realizan el proyecto (construcción del prototipo o banco de pruebas para los proyectos de investigación), algunas de las actividades que desarrollan son las siguientes:

- Elaboración del plan de trabajo
- Ingeniería de detalle
- Compra y fabricación de partes
- Ensamble del producto
- Pruebas

Fase 4. Se refiere a la validación. En esta fase, los alumnos realizan una presentación ante un panel evaluador y con base en una rúbrica se determina si el proyecto es aprobado o no lo es. Cuando el proyecto es aprobado, los alumnos aprueban la materia, en caso contrario deberán volver a cursarla.

Estas cuatro fases se pueden apreciar en la Figura No. 1.



Figura 1. Aprendizaje orientado a proyectos. Elaboración propia

También se formularon la Visión y los Valores del CDT como parte de la creación de este Centro, en donde se puede ver que adicionalmente a su aportación a la asignatura de Proyecto Integrador también se busca que se un apoyo a otras áreas.

Visión: Ser un Centro de Trabajo dinámico, flexible, actual y autosuficiente, que permita a los alumnos de la Facultad de Ingeniería, del Área Mecánica y Eléctrica, realizar todo tipo de proyectos a nivel licenciatura y posgrado, cubriendo las áreas de investigación y con la industria privada.

Valores: Somos personas honestas, con sentido de responsabilidad y organizadas, que tenemos como intención principal el servicio.

El Centro de Desarrollo Tecnológico, actualmente cuenta con 192 mts<sup>2</sup>, los cuales se distribuyen como lo muestra la Figura 2.



Figura 2. Lay out del Centro de Desarrollo tecnológico (CDT). Elaboración propia.

A continuación se describen los espacios con los que cuenta el CDT :

En el espacio número 1 de la Figura 2 designado como lobby, se han colocado mesas para el registro y vigilancia de las áreas de trabajo, se tienen en exposición algunos de los proyectos existentes y se cuenta con anaqueles con inventario de motores y algunos accesorios mecánicos. Ver Figura 3.



Figura 3. Lobby del CDT. Elaboración propia.

En los espacios correspondientes a los números 2, 3 y 4 de la Figura 2 se encuentran las áreas de oficina, estantería con material no inventariable, consumibles, material y herramienta inventariable, como se muestra en las Figuras 4, 5, 6 y 7. Estos materiales y herramientas son usados por los alumnos en la realización de sus proyectos, el material puede abandonar el laboratorio o puede ser trabajando dentro de él, previamente un registro para el control de los inventarios.



Figura 4. Oficinas.  
Elaboración propia



Figura 5. Material no inventariable.  
Elaboración propia



Figura 6. Material inventariable  
Elaboración propia



Figura 7. Herramienta y consumibles  
Elaboración propia

En la sección número 5 de la Figura 2, podemos encontrar las áreas de trabajo en donde los alumnos pueden realizar procesos de corte, perforado, punteado de soldadura, pulido y torneado de piezas pequeñas, además de ensamblar sus prototipos y realizar pruebas, ver Figuras 8 y 9. Es conveniente resaltar que el espacio cuenta con conexiones a 110 y 220 volts además de un compresor de aire.



*Figura 8 y 9. Área de fabricación y ensamble . Elaboración propia.*

El espacio número 6 de la Figura 2 cuenta con áreas de trabajo para que los alumnos puedan planear, elaborar sus reportes, ensayar sus presentaciones y documentar todo el proyecto, como se muestra en la Figura 10. Adicionalmente, se cuenta con literatura como folletería, catálogos, revistas y libros de consulta.



*Figura 10. Área de trabajo. Elaboración propia*

## **RESULTADOS**

Desde su inicio hasta la fecha, el Centro de Desarrollo Tecnológico ha apoyado la formación de 304 proyectos de las 5 carreras del área Mecánica-Eléctrica (IMA, IME, IMT, IEA, IM) y han participado un total de 1332 alumnos. En la Tabla 1 se puede observar el número de proyectos por semestre y por carrera. Cabe resaltar que, los semestres I son lo que representan la mayor cantidad de proyectos, ya que, corresponden al semestre IX del programa de cada carrera.

**Tabla 1. Proyectos por semestre**

Carrera	2013-2014/II	2014-2015/I	2014-2015/II	2015-2016/I	2015-2016/II	2016-2017/I	2016-2017/II	2017-2018/I	2017-2018/II	2018-2019/I	2018-2019/II	2019-2020/I	TOTAL	% Final
IM	4	3	2	2	3	3	3	4	3	4	2	2	35	11.51%
IMA	5	7	8	9	10	10	3	8	5	10	7	8	90	29.61%
IME	5	5	4	7	4	8	5	8	10	9	6	6	77	25.33%
IMT	7	10	3	7	5	7	5	5	2	5	3	9	68	22.37%
IEA	1	5	4	4	3	3	1	4	3	3	1	2	34	11.18%
TOTAL	22	30	21	29	25	31	17	29	23	31	19	27	304	100.00%

Nota Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2 se desglosa el número de alumnos por semestre y por carrera que han cursado la materia de Proyecto Integrador y que han recibido servicios del CDT.

**Tabla 2. Alumnos por semestre**

Carrera	2013-2014/II	2014-2015/I	2014-2015/II	2015-2016/I	2015-2016/II	2016-2017/I	2016-2017/II	2017-2018/I	2017-2018/II	2018-2019/I	2018-2019/II	2019-2020/I	TOTAL	% Final
IM	16	13	10	9	12	14	14	18	15	18	14	10	163	12.24%
IMA	17	31	33	39	38	47	13	39	23	46	27	38	391	29.35%
IME	22	22	15	23	17	32	23	34	46	42	27	27	330	24.77%
IMT	29	36	10	28	22	34	20	25	9	23	21	44	301	22.60%
IEA	4	20	17	15	13	12	5	20	13	13	5	10	147	11.04%
TOTAL	88	122	85	114	102	139	75	136	106	142	94	129	1332	100.00%

Nota Fuente: Elaboración propia

En el 2019, en semestre de agosto a diciembre, se monitoreó el servicio dado a otras disciplinas fuera de Proyecto Integrador. En la Tabla 3, se muestra esta relación.

**Tabla 3. Equipos de Proyecto Integrador y otras Asignaturas (2019-2020/I)**

PROYECTO INTEGRADOR	ASIGNATURAS
EQUIPOS	
ALUBRIK	
AMBRA	MÁQUINAS TÉRMICAS
PROHAGA	TERMODINÁMICA
CROSSA	ROBÓTICA
ADICM	DINÁMICA
DEIPSA	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO
MANMA	
KUKULGAS	
BIKE EMOTION	
CIEP	
PROSID	
B CYCLE WASH	
INMASSA	
TECHERO	
EVM2	
CIMEX FI	

Nota Fuente: Elaboración propia

Todos los proyectos se enfocan en resolver una problemática en particular a través de diseñar y fabricar un producto, por lo que, los estudiantes deben comprobar los conceptos y principios básicos de varias disciplinas, obteniendo con esto la reafirmación de sus conocimientos y las habilidades blandas como son : trabajar bajo presión, liderazgo, comunicación, habilidad para hablar frente a un público, entre otras.

A lo largo de cada semestre se realizan juntas internas del CDT así como, con los profesores de la asignatura y con el Jefe del Área, con la intención de buscar puntos de mejora para ayudar a los alumnos a realizar proyectos de mejor calidad y darles una mejor preparación para su vida laboral; en este sentido se planea usar el mismo CDT como un lugar de talleres, pláticas o cursos tales como: Trabajo en Equipo, Comunicación Oral, Seguridad en el Manejo

de Herramientas, Normas Mexicanas, y pláticas organizadas a través de los proveedores de materiales, entre otros. Adicionalmente, se han ido mejorando y tratando de simplificar los métodos de evaluación gracias al apoyo de los profesores, sinodales, retroalimentación de los alumnos y de agentes externos como proveedores, clientes y personas de la industria que se han ido involucrando.

Algunos ejemplos de los proyectos se muestran a continuación en la Figura 11.

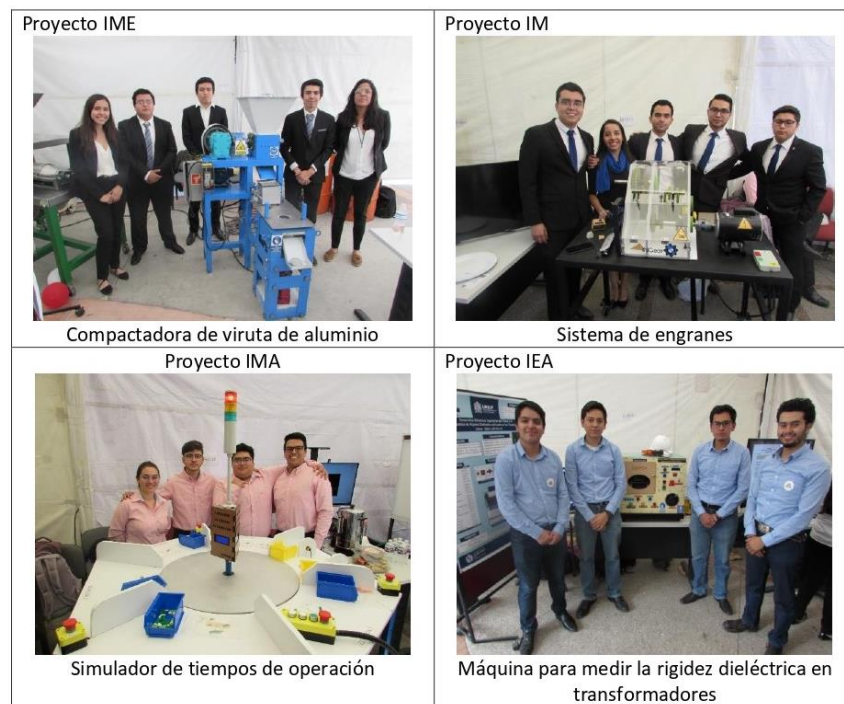


Figura 11. Ejemplos de proyectos. Elaboración propia.

Además, Hernández, Peña y Luna (2017) mencionan que, ABET establece lo siguiente:

Los estudiantes deben estar preparados para la práctica de la ingeniería a través de un Plan de Estudios que culmine en una experiencia de diseño mayor, basada en el conocimiento y las habilidades adquiridas en los cursos previos e incorporando estándares de ingeniería apropiados y múltiples restricciones realistas.

Con los resultados mostrados en esta sección se asegura cumplir con este requisito primordial de ABET.

## CONCLUSIONES

La constante planeación de todas las actividades que involucra la participación del CDT ha fortalecido el diseño, fabricación, ensamble y prueba de todos los proyectos elaborados por los alumnos.

Se ha observado que los alumnos empiezan a planear su proyecto con anticipación para cursar la materia y recurren al CDT tanto para informarse como para hacer uso de sus recursos; se



esfuerzan por llegar con ideas concretas para la propuesta de su proyecto y también buscan la manera de lograr recursos económicos propios, que sumados a la cantidad económica que les proporciona la Facultad, les ha beneficiado en los resultados a la hora de la entrega de sus proyectos.

En la Tabla 4 se puede observar la distribución de los proyectos por categoría, en donde cabe resaltar que, la mayor parte son de índole comercial. Los proyectos de beneficio social están incluidos dentro de la categoría de los comerciales y los didácticos, ya que, estos últimos han servido como equipamiento de laboratorios de la UASLP y de algunas instituciones externas, dando un beneficio a la sociedad. Finalmente, en esta misma tabla se puede ver la participación económica de la institución en los Proyectos sin tomar en cuanto la inversión al CDT.

**Tabla 4.** Total de Proyectos por Categoría e Inversión de la UASLP

Semestre	Equipos	Alumnos	Carrera	Claves Grupos	Monto Invertido	Tipo de Proyecto	Comercial
	35	159	IM	566901	\$ 63,191.10	Comercial	199
	89	394	IMA	566801 & 02	\$ 168,132.57	Didáctico	74
	78	337	IME	568301, 02 & 03	\$ 163,064.65	Industrial	30
	68	295	IMT	572001	\$ 202,322.98	Investigación	1
	34	147	IEA	567101	\$ 178,098.46	Total	304
TOTAL =	304	1332			\$ 774,809.76		

**Nota** Fuente: Elaboración propia

## BIBLIOGRAFÍA

- González, L., Cárdenas, J. y González, J. (2015). La experiencia de diseño requerida para una acreditación internacional en ingeniería. *Revista Electronica ANFEI Digital*, 2(3). Recuperado de: <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/261>
- Hernández, A., Luna, S. y Peña, R. (2017). La formación de líderes mediante el plan de estudio y el curso de proyecto integrador. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 4(7). Recuperado de: <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/403>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1998). *World Declaration on Higher Education for the twenty-first century: vision and action. Word Conference on Higher Education (1998)*. Recuperado de: [https://bice.org/app/uploads/2014/10/unesco\\_world\\_declaration\\_on\\_higher\\_education\\_for\\_the\\_twenty\\_first\\_century\\_vision\\_and\\_action.pdf](https://bice.org/app/uploads/2014/10/unesco_world_declaration_on_higher_education_for_the_twenty_first_century_vision_and_action.pdf)
- Pérez, A., Sánchez, A. y Álvarez, J. (2019). Responsabilidad social: Un reto de las universidades en la formación de ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 6(11). Recuperado de: <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/567/1207>