

EL PROYECTO COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA DESARROLLAR COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

THE PROJECT AS A DIDACTIC STRATEGY TO DEVELOP COMPETENCES IN ENGINEERING STUDENTS

Julio Acevedo Martínez

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
julius.itpa@gmail.com

Nivia Iracemi Escalante García

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
aivin1eg_2682@yahoo.com

Citlalin Aurelia Ortiz Hermosillo

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Matamoros
citlalin.ortiz@itmatamoros.edu.mx

Resumen

La competencia implacable en los mercados globales, la introducción de productos con ciclos de vida muy cortos y la exigente expectativa de los clientes, ha impulsado a las empresas industriales a invertir en el mejoramiento del sistema logístico, debido a esto; es de suma importancia. El envase es un elemento primordial de comercialización, puesto que se habla de ambiente, cultura, sociedad, innovación, política, cambios económicos. El embalaje para exportación es el medio que lleva a los países mercancías para ser consumidas en otras culturas. Un punto importante en este tema son los puertos, los cuales permiten la entrada y salida, almacenaje y manejabilidad de tales productos de manera global. Debido a la importancia de lo anterior, el presente trabajo resultado del análisis y conclusiones obtenidas con la implementación de proyectos de asignatura en la materia de Diseño de Embalaje aplicando la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos, dado que pueden construirse alrededor de unidades temáticas o la intersección de temas adquiridos en dos o más disciplinas. Además, de las preguntas que los estudiantes persiguen, así como las actividades, productos y

creaciones que ocupan su tiempo deben ser dirigidas al servicio abordando los resultados de la experiencia sobre la formación académica y profesional del futuro ingeniero en logística dentro del aula y en los laboratorios del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga; Con ello cimentar un cambio para que otros docentes continúen con el mismo criterio a través de la implementación y desarrollarlo de proyectos, generando como resultado la adquisición de un aprendizaje significativo y alcanzando las competencias necesarias ante las exigencias del mercado laboral. Mismas que se vieron reflejadas en los promedios generales obtenidos en dos ciclos diferentes contrastados con dos ciclos anteriores que no consideraban dicha metodología.

Palabra(s) Clave: Competencia, Estrategia didáctica, Proyecto.

Abstract

The relentless competition in global markets, the introduction of products with very short life cycles and the demanding expectation of customers, has driven industrial companies to invest in the improvement of the logistics system, due to this; It is of the utmost importance. The packaging is a fundamental element of commercialization, since it speaks of environment, culture, society, innovation, politics, economic changes. The packaging for export is the means that takes countries goods to be consumed in other cultures. An important point in this issue is the ports, which allow the entry and exit, storage and handling of such products in a global manner. Due to the importance of the above, the present work is the result of the analysis and conclusions obtained with the implementation of subject projects in the field of Packaging Design applying the methodology of Project-Based Learning, given that they can be built around thematic units or the intersection of topics acquired in two or more disciplines. In addition, the questions that the students pursue, as well as the activities, products and creations that occupy their time, should be directed to the service, addressing the results of the experience on the academic and professional training of the future logistics engineer in the classroom and in the laboratories of the Technological Institute of Pabellón de Arteaga; This will cement a change so that other teachers continue

with the same criteria through the implementation and development of projects, generating as a result the acquisition of meaningful learning and reaching the necessary competencies in response to the demands of the labor market. Same that were reflected in the general averages obtained in two different cycles contrasted with two previous cycles that did not consider this methodology.

Keywords: *Competence, didactic strategy, project.*

1. Introducción

El Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga imparte la totalidad de las asignaturas de los planes y programas de estudio bajo el modelo educativo para el siglo XXI, el cual busca la formación y desarrollo de competencias profesionales que opera el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT) (DGEST, 2012) hoy Tecnológico Nacional de México (TecNM) como una herramienta sistémica y multi-estratégica que permite afrontar los desafíos que plantea la transición demográfica, económica, política y social, es decir, bajo la premisa de que los estudiantes deben aprender a aprender, a ser, a hacer, y a trabajar de manera colaborativamente.

Los Currículos Basados en Competencias (CBC) son una tendencia de diseño curricular y actualmente son el modelo más recurrente para reformar los planes de estudio de las instituciones de educación superior en México.

Después de sus inicios, como idea central del Espacio Europeo de Educación Superior (European Higher Education Area, 2010), las competencias se han convertido en un indicador importante de los actuales diseños curriculares, ya que está presente en las políticas educativas de varias entidades internacionales, tales como la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), la OEI (Organización de Estados Iberoamericanos), la OIT (Organización de Telecomunicaciones de Iberoamérica), el CINTERFOR (Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional), (Tobón, 2007). Esta tendencia a reformar los currículos para transformarlos a competencias se debe fundamentalmente a que los CBC pudieran constituir una solución a problemas que presenta la educación superior y la necesidad de

responder a las nuevas exigencias, que la sociedad actual presenta a los egresados de todas las carreras.

Para que un modelo basado en competencias constituya una solución real a los problemas presentes en la educación superior son necesarias una serie de condiciones que van más allá del diseño curricular y una estrategia explorada para este trabajo es abordar la del Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL por sus siglas en inglés); el cual se ha ido gestando durante los últimos 30 años cuando durante los años 70 se fundaron distintas universidades que centraban su forma de enseñanza en el estudiante; por ejemplo, la Universidad de Maastricht (Holanda), la Universidad de Linköping (Suecia), el Centro Universitario de Roskilde (Dinamarca) y la Universidad de Aalborg (Dinamarca), con resultados importantes que van desde una más rápida apropiación del conocimiento hasta una reducción significativa de la tasa de deserción (A. Kolmos, 2004).

Los proyectos pueden construirse alrededor de unidades temáticas dentro de una disciplina llamados proyecto de asignatura. O mediante intersección de temas desde una, dos o más disciplinas, Las preguntas que los estudiantes persiguen, así como las actividades, productos y creaciones que ocupan su tiempo deben ser dirigidas al servicio de un importante propósito intelectual (P. Blumenfeld, 1991).

El proyecto asignado a los estudiantes de logística se consideró la inclusión de las diferentes competencias a lograr en base a su programa de estudios de la asignatura de Diseño de embalaje, así como las competencias estipuladas para un ingeniero según ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) mostradas en la tabla 1.

El objetivo general del presente trabajo es analizar y evaluar las ventajas obtenidas al implementar el proyecto de asignatura como una estrategia didáctica para generar competencias profesionales en estudiantes de educación superior del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga dentro del programa educativo de Ingeniería Logística en la asignatura de diseño de embalaje correspondiente al módulo de especialidad. Y como objetivo particular, establecer una metodología que pueda ser utilizada como marco de referencia para otros docentes del programa educativo abordando el aprendizaje basado en proyectos.

Tabla 1 Competencias del Ingeniero.

A1	Capacidad para aplicar los conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
A2	Capacidad para diseñar y dirigir experimentos, así como para analizar e interpretar datos.
A3	Capacidad para diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer las necesidades con enfoques reales: económicos, ambientales, sociales, políticos, éticos, saludables y seguros, manufacturables y sostenibles.
A4	Capacidad de participar en equipos multidisciplinarios.
A5	Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
A6	Entender la responsabilidad profesional y ética.
A7	Capacidad para comunicarse efectivamente.
A8	La amplia formación necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto global, económico, ambiental y social.
A9	Reconocimiento de la necesidad y la capacidad de participar en el aprendizaje permanente.
A10	Conocer los problemas contemporáneos.
A11	Capacidad de usar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de la ingeniería necesarias para la práctica ingenieril.

2. Método

Una de las etapas más delicadas en el proceso de exportación es el traslado de los productos al mercado externo. La actividad exportadora involucra una serie de requisitos de empaque y embalaje que garanticen que el producto llegue en buen estado a su destino final. El empaque apropiado es vital para guardar, proteger y servir de medio para manipular productos. Cada empaque se debe diseñar para proteger el producto en su trayecto desde la línea de ensamble hasta llegar al usuario final. El tipo de material que se utilice para el transporte depende del tipo de producto, además se debe considerar el tipo de transporte a utilizar (terrestre, aéreo o marítimo) y por último las características y condiciones del destino final. En cuanto al embalaje es la carga unitaria que se basa en la idea de que todos los transportistas deberían de empacar la carga de manera que pueda ser desplazada y manipulada durante toda la cadena de distribución con equipo mecánico (montacargas, grúas, por mencionar algunos). Para lograr que el estudiante visualice todas estas etapas que anteriormente se describen, se aplicó en la materia de Diseño de Embalaje, el desarrollo de un proyecto de asignatura, utilizando la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL), en la figura 1 se muestra los pasos para esta metodología.

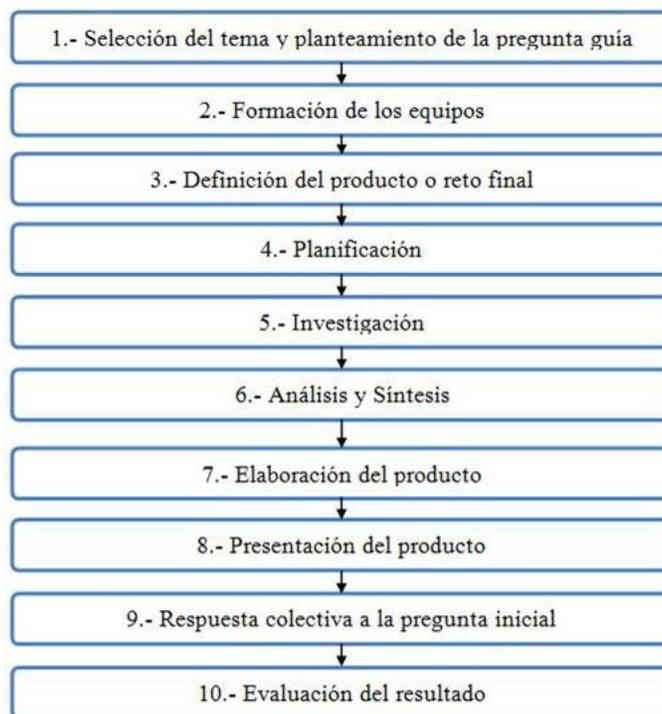


Figura 1 Pasos en la metodología de BPL.

La metodología PBL se aplicará con el desarrollo de un proyecto de asignatura en Ingeniería en Logística dentro de la asignatura de Diseño de embalaje dentro del módulo de especialidad del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga

La asignatura de Diseño de Embalaje es considerada como Ingeniería Aplicada dentro de la academia de Logística y es la materia culminante en su aprendizaje enfocada al ramo mecánico. Por esta razón, esta propuesta aborda la concretización de forma práctica de los conocimientos adquiridos en la asignatura. A continuación, se enlistan las cuatro competencias específicas por unidad de aprendizaje que se desarrollaron en el programa de Diseño de embalaje:

- Conocer las características que deben cumplir los materiales utilizados en el embalaje para proteger al producto.
- Analizar y comprender los diversos aspectos a considerarse en la realización de las pruebas ISTA (International Seed Testing Association).
- Analizar y comprender los diversos aspectos a considerarse en el diseño de simulaciones estáticas y/o dinámicas de sistemas de embalaje.
- Generar reporte técnico del sistema de embalaje propuesto.

El procedimiento que se establece es analizar 2 grupos de Ingeniería en Logística que cursaron la asignatura de Diseño de embalaje en dos periodos diferentes, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Procedimiento utilizado en la implementación del proyecto.

Periodo	Grupo	N° de estudiantes
Agosto- diciembre 2015	IL9-15	18
Agosto- diciembre 2015	IL9-16	16

Descripción del proyecto para el Grupo IL9-15

Para el Grupo IL9- 15 se decidió establecer equipos de tres integrantes, donde el proyecto consistió en el rediseño de una botella para 1 litro de suavizante de ropa.

Los entregables en dicho proyecto fueron:

- ✓ Memoria de cálculo conteniendo:
 - Especificaciones técnicas del producto a analizar (botella).
 - Establecer la serie ISTA (International Safe Transit Association) a utilizar como referencia para la simulación en software.
 - Realizar bosquejo de botella en 3D.
 - Realización de diseño 3D de la botella.
 - Realización de Simulación Estática en Software SolidWorks.
 - Impresión de prototipo a escala de botella (plástico ABS).
- ✓ Además, el equipo deberá realizar una presentación ejecutiva evaluada por al menos tres sinodales.

Descripción del proyecto para el Grupo IL9-16

Para el Grupo IL9- 16 se decidió establecer dos equipos de ocho integrantes debido a lo ambicioso del proyecto, el cual donde el proyecto consistió en el diseño y fabricación de una mesa de vibración horizontal para un equipo y una mesa de vibración vertical para el otro equipo; cada mesa debería de ser capaz de servir como soporte para la realización de pruebas a un asiento asignado y previamente embalado.

Los entregables en dicho proyecto fueron:

- ✓ Memoria de cálculo conteniendo:
 - Cronograma de actividades.
 - Especificaciones técnicas del producto a analizar (asiento).
 - Determinar el tipo de empaque a utilizar por medio de Herramientas como el QFD (Quality Function Deployment) u alguna otra.
 - Especificaciones del diseño de empaque; FEFCO (The European Federation of Corrugated Board Manufacturers) y amortiguadores de empaque.
 - Fabricación del empaque.
 - Establecer la serie ISTA a utilizar como referencia.
 - Definir las ASTM auxiliares para la prueba.
 - Minuta de asesoría para diseño de máquina de vibración.
 - Realizar bosquejo de máquina de vibración.
 - Construcción de la máquina.
 - Realización de pruebas de producto con maquina prototipo.
 - Información de PSD (Power Spectral Density) obtenida con la aplicación VibSensor.
 - Realización de Simulación Dinámica en Software SolidWorks.
- ✓ Además, el equipo debe realizar una presentación ejecutiva evaluada por al menos tres sinodales.

3. Resultados

Para el proyecto realizado en el periodo agosto-diciembre del 2015 se obtuvieron resultados satisfactorios como se puede observar en las imágenes de figura 2. La figura 2 muestra los modelos de la botella de suavizante en Software SolidWorks. Otro ejemplo desarrollado en el proyecto son las siguientes botellas, impresas a escala en plástico ABS, son las mostradas en la figura 3.

Para el proyecto realizado en el periodo agosto-diciembre del 2016 se obtuvieron resultados aún más satisfactorios debido a utilizar un desafío mayor, es decir,

implicar una mayor cantidad de competencias para poder realizar el proyecto propuesto, esto se puede observar en la máquina de vibración horizontal durante la prueba al asiento embalado, figura 4.

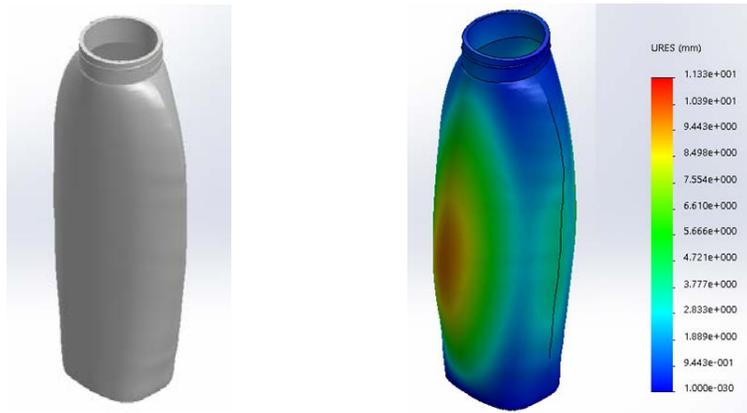


Figura 2 Diseño de envase en 3D y simulación Estática-deformación.



Figura 2 Impresión de algunos prototipos de botella a escala.



Figura 3 Máquina de vibración.

La información PSD obtenida con la aplicación VibSensor durante la prueba de vibración al asiento embaldado, es representada en la figura 5.

Los resultados obtenidos en la Simulación Dinámica de la silla en Software SolidWorks, indicando las variables a las que fue sometida, ver figura 6.

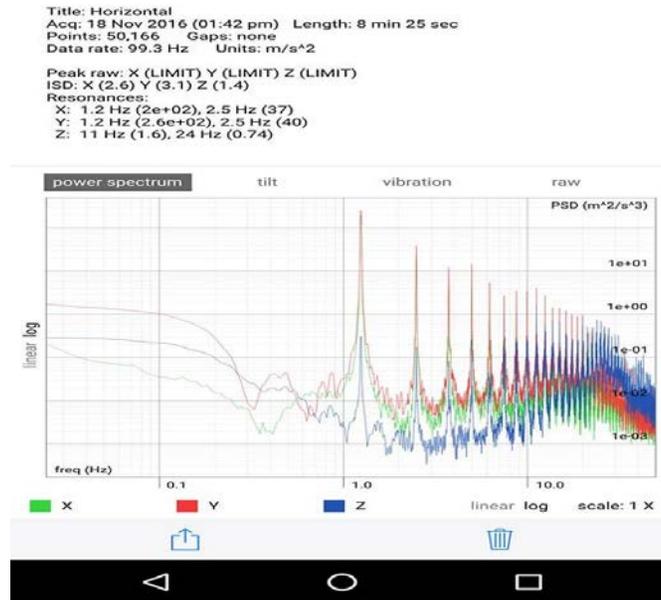


Figura 4 Imagen PSD aplicación VibSensor.

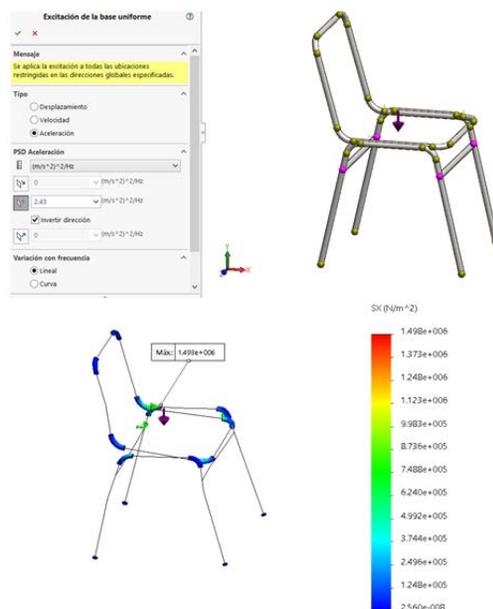


Figura 5 Simulación dinámica Software SW.

Los resultados alcanzados con la aplicación de la metodología establecida en el aprendizaje basado en proyectos se pueden observar diversas ventajas en los productos o entregables además que es un punto relevante en el promedio de calificación obtenido.

En la tabla 3, se indica una comparativa de acuerdo con los promedios de calificación para cada periodo analizado, los periodos del 2012 y 2013 con una secuencia didáctica sin considerar el Aprendizaje Basado en Proyectos.

Tabla 3 Promedios obtenidos por periodo (%).

Periodo	UNIDAD				Promedio Final	
	I	II	III	IV		
Ago-Dic 2012	62.29	82.94	47.61	54.41	61.81	No aplicando PBL ABP
Ago-Dic 2013	74.61	81.84	87.19	93.03	84.16	
Promedio	68.45	82.39	67.40	73.72	72.99	
Ago-Dic 2015	90.06	80.92	84.53	87.94	85.86	Aplicando el PBL
Ago-Dic 2016	76.00	93.13	95.00	78.56	85.67	
Promedio	83.03	87.03	89.77	83.25	85.77	

4. Discusión

Un producto no cubre el costo de su fabricación, ni genera un beneficio hasta que éste llega al cliente o consumidor final y debe hacerlo en buenas condiciones, es decir, ni estropeado, ni dañado y en un estado adecuado para cumplir el fin para el que ha sido creado y destinado. El envase y embalaje tiene como función primordial, la de garantizar una llegada segura del producto, a manos de su destinatario.

Al momento de la ejecución del proyecto de asignatura fue necesario que los estudiantes involucraran las diferentes competencias adquiridas a lo largo del programa educativo, se logró cumplir el objetivo general planteado que es analizar y evaluar las ventajas obtenidas al implementar proyectos como una estrategia didáctica para generar competencias profesionales en estudiantes de educación superior del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga para la carrera de Ingeniería en Logística. Además, los involucrados lograron en el caso de la materia de Diseño de Embalaje que se impartió durante dos periodos diferentes al

noveno semestre, la asociación y aplicación de conocimientos adquiridos en las asignaturas de:

- Fundamentos de administración
- Dibujo Asistido por computadora
- Mecánica Clásica
- Tópicos de Ingeniería Mecánica
- Tipología de producto
- Desarrollo Humano y organizacional
- Empaque, Envase y Embalaje
- Talleres de Investigación I y II
- Innovación
- Formulación y evaluación de proyectos
- Gestión de Proyectos
- Proceso de fabricación y manejo de materiales

Todas ellas, asignaturas previas al módulo de especialidad y del área de ingeniería.

Por otro lado, el objetivo particular que se planteó de establecer una metodología que pueda servir de referencia a otros docentes se cumple dado que al término de los proyectos elaborados por los estudiantes en estos dos periodos de análisis se aplicó una evaluación con presentación ejecutiva por parte de al menos tres sinodales de diferentes perfiles, alcanzando resultados favorables. Asimismo, se comprobó que los estudiantes que intervinieron en el proyecto de asignatura lograron desarrollar y adquirir las competencias que se señalan en la tabla 4.

Tabla 4 Competencias alcanzadas.

Competencias alcanzadas	
Competencias Instrumentales	Análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Habilidades de manejo de la computadora, Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas, Solución de problemas, Toma de decisiones.
Competencias Interpersonales	Capacidad crítica y autocrítica, Trabajo en equipo y habilidades interpersonales.
Competencias Sistémicas	Aplicar los conocimientos en la práctica, Habilidades de investigación, Capacidad de aprender, Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad), Habilidad para trabajar en forma autónoma y Alta resistencia al fracaso.

Al comparar antes y después de puesta en marcha los proyectos de asignatura, se encontró un aumento en los resultados obtenidos de las evaluaciones, figura 7.

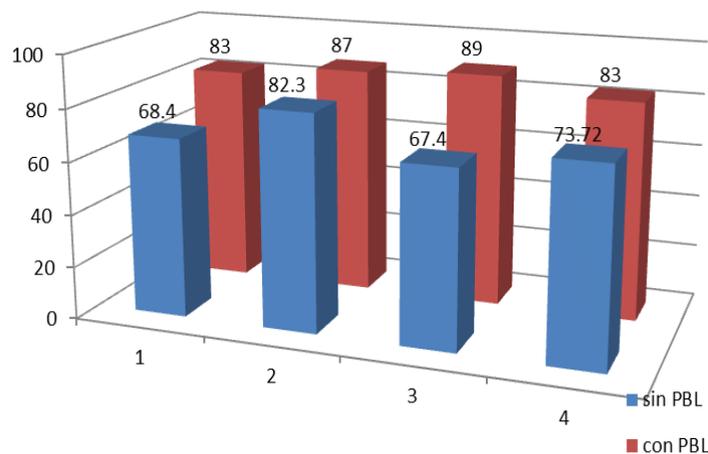


Figura 6 Evaluaciones obtenidas.

5. Pares Revisores

Revisor 1

Nombre: Dr. Reyes Hernández Díaz
Institución: Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Cédula Profesional: 8299405
Área de conocimiento: Ingeniería Industrial
Correo electrónico: rhernandez@mail.ita.mx
Teléfono: 4499105002 ext 102

Revisor 2

Nombre: Juan José Martínez Nolasco
Institución: Tecnológico Nacional de México en Celaya
Cédula Profesional: 6331554
Área de conocimiento: Electrónica
Correo electrónico: juan.martínez@itcelaya.edu.mx
Teléfono: 4616091637

6. Bibliografía y Referencias

- [1] A. Kolmos, Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos Aalborg University, Educar 33, 2004.
- [2] Tobón, S., 2016, El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. Acción Pedagógica (16), 14-28.

- [3] Dirección General de Educación Superior Tecnológica (2012b). Modelo Educativo para el Siglo XXI: Formación y desarrollo de competencias profesionales. México, D.F.: Sfera Creativa, SA de CV.
- [4] P. Blumenfeld, E. Soloway, R. Marx, J. Krajcik, M. Guzdial and A. Palincsar, Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26 (3&4), 369-398, 1991.
- [5] Hermosillo CAO., 2016, proyectos, un aprendizaje para generar competencias, ANFEI Digital- [anfei.org.mx](http://www.anfei.org.mx). <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/158>.
- [6] P. Navarro, Guía práctica de diseño de envases, embalajes para la distribución de productos. ITENE, 2007.
- [7] J. Vázquez, Metodología de Aprendizaje basado en solución de problemas-PBLM, Perú. 2000