

## Diseño y construcción de un banco didáctico para prácticas de física

I.M. Darvi Echeverría Sosa M.I.M.<sup>1</sup>, I.I. Pedro Ezequiel May Hoil M. P. E. D.R.<sup>2</sup>

**Resumen:** Este trabajo desarrolla el diseño y la construcción de un banco didáctico que incluya los accesorios básicos requeridos para realizar las prácticas de laboratorio de la asignatura de estática de la carrera de Ingeniería Electromecánica, las prácticas de la asignatura de Física para la carrera de Ingeniería Industrial y adicionalmente que se podrá utilizar para cualquier curso de Física de otra carrera. En la actualidad se da prioridad al desarrollo de las competencias profesionales en todos los niveles educativos siendo un sello particular la realización de prácticas para que los estudiantes desarrollen el “saber hacer”; para cumplir con este activo proceso se propone la creación de un banco como apoyo didáctico para que el docente que imparte la asignatura cumpla en tiempo y en forma con todas las actividades que marcan los respectivos programas y el estudiante compruebe experimentalmente los conocimientos conceptuales “el saber” de las competencias profesionales. Falta una oración para describir los resultados y/o implicaciones debido a esta investigación

**Palabras clave:** Estática, física, prácticas, laboratorio, banco, didáctico, competencias.

### Introducción

En México, a partir del año 2010, los modelos de educación puestos en marcha por el Tecnológico Nacional de México han tenido como objetivo principal el desarrollo de capital humano de alto nivel capaz de resolver los problemas que existen en su entorno y que, de esta forma, contribuyan a mejorar la calidad de vida de sus comunidades. El modelo por competencias declara dentro de sus estrategias didácticas que con su aplicación se debe asegurar, de propiciar el uso de diversos métodos, técnicas, medios y materiales, preferentemente dirigidos a solucionar problemas y dilemas, simular procesos, desarrollar proyectos, prácticas y experimentos, así como realizar estudios de casos relativos al campo del conocimiento en que incursione el estudiante. Por otra parte, su modelo curricular enfatiza su revaloración en el saber hacer, pues su plan de estudios asigna una cantidad mayor de créditos a la realización de prácticas en aulas, talleres, laboratorios y en el entorno social y productivo, así como en el desarrollo de proyectos de investigación.

Al respecto, López y Tamayo (2012) afirman que las actividades de experimentación son un aspecto clave dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de habilidades y destrezas que necesita “saber hacer”, pues el trabajo en laboratorio favorece y promueve el aprendizaje de las ciencias a través del cuestionamiento de los estudiantes en sus saberes actuales y confrontándolos con la realidad.

Durango (2015) menciona que cuando el estudiante puede realizar actividades experimentales no solo corrobora conceptos, sino que también construye su propio conocimiento desde el hacer. A nivel licenciatura, el proceso de enseñanza-aprendizaje se torna un poco más complejo, puesto que las ciencias puras representan las bases de diversos programas de estudio de las ingenierías. Por ejemplo, no podemos imaginar a un ingeniero eléctrico sin conocimientos de las leyes de Ampere, de Ohm o Faraday; o a un ingeniero mecánico sin el conocimiento de las leyes de movimiento de Newton.

Durante años, la enseñanza de algunas ciencias puras como la física y la química se ha convertido en un reto para los docentes. La comprensión de estas ciencias se torna compleja, pues a los estudiantes les resulta difícil asimilar que a diario tiene contacto con hechos o fenómenos que se asocian directamente a estas ciencias. Garza (2001) se refería al respecto que mientras en educación media superior se enseña situaciones más simples y generales de física, en educación superior se deben enseñar situaciones que son objeto de acción de la profesión del egresado.

La física es una ciencia que exige que su enseñanza esté debidamente soportada en la modelización de sus teorías. Por esto es importante que la labor docente dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje sea efectiva en la motivación de los estudiantes para que estos se interesen por la ciencia. Una de las estrategias que pueden utilizar conlleva al uso de las actividades experimentales, cuya importancia radica en ofrecer la oportunidad al estudiante de confirmar sus conocimientos teóricos desde la perspectiva real.

Los equipos y prototipos didácticos son herramientas útiles para que los alumnos lleven a cabo sus actividades de experimentación en su proceso de autoaprendizaje. Ruiz-Velasco (2007) argumenta que las posibilidades de explotación de un proyecto de armado, diseño y construcción de prototipos didácticos son vastas. El menciona, por ejemplo, que se pueden abordar conceptos sobre principios de ingeniería mecánica tales como engranajes, poleas, mecanismos, entre otros; o de física como fuerzas, trabajo, leyes de movimiento, etc.

<sup>1</sup> El I.M. Darvi Echeverría Sosa es Profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico Superior de Motul, Yucatán, México. [darvi.echeverria@itsmotul.edu.mx](mailto:darvi.echeverria@itsmotul.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> I.I. Pedro Ezequiel May Hoil, MPEDR es Profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico Superior de Motul, Yucatán, México.

En el mercado de equipos para experimentación, existe una gran variedad de dispositivos; sin embargo, la mayoría de estos equipos no se adapta a las necesidades de las instituciones de educación, principalmente por tres puntos importantes:

1. En primer lugar, la mayoría de estos equipos se venden de manera individualizada, pieza por pieza, (un dinamómetro, una polea, un marco, un cable, etc.) como en Tecnoedu (2018), lo cual ocasiona que no siempre se encuentren todos los que se requieren para un programa específico o, por el contrario, los módulos de prácticas incluyen accesorios que no son necesarios o se adquirieron sin consultar los programas educativos, por lo que la mayoría de las veces estos equipos no son explotados.
2. El segundo punto es que la mayor parte de estos equipos son importados por lo que se cotizan en dólares o euros como se aprecia en G.U.N.T.(2018) generando en la mayoría de las ocasiones un costo considerable y difícil de alcanzar para las instituciones educativas.
3. Por último, se puede apreciar que para la experimentación de la física y la estática se emplean dispositivos básicos por lo que la tecnología con que se cuenta en los Institutos tecnológicos sería suficiente para desarrollar los aparatos de cada práctica de las asignaturas mencionadas.

Por tal razón, muchas instituciones requieren equipos de laboratorio para la experimentación en algunas asignaturas que son difíciles de adquirir. Al respecto, López y Tamayo (2012), Pérez y Falcón (2009) concuerdan en que la actividad experimental no tiene la debida utilidad y relevancia dentro del proceso de enseñanza aprendizaje, pues únicamente se atiende la parte teórica; de acuerdo con ellos, esto es originado por diversos factores como la disponibilidad de equipos adecuados para las prácticas de laboratorio.

En el Instituto Tecnológico Superior de Motul la enseñanza de la física presenta las mismas debilidades que en otras instituciones de nivel superior en todo el país. En las carreras de Ingeniería industrial e Ingeniería electromecánica se cursan asignaturas denominadas Física y Estática, respectivamente. Sus contenidos temáticos son similares abordando temas de fuerzas, equilibrio, armaduras, centros de gravedad y momentos de inercia. Sin embargo, los contenidos únicamente se abordan de manera teórica puesto que no se cuentan con los equipos necesarios para la experimentación de estos temas.

Por lo anterior, resulta imperativa la búsqueda de una alternativa que pueda ofrecer una solución a las instituciones referente a un equipo sencillo, el cual sea capaz de ofrecer una variedad de experimentos de laboratorio para el campo de la física con accesorios básicos y fáciles de conseguir, económico y eficaz en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El presente artículo presenta el diseño y construcción de un banco de bajo costo y con los accesorios básicos que permitan la realización del mayor número de prácticas posibles de las asignaturas de Física y Estática de las carreras de Ingeniería industrial e ingeniería electromecánica, utilizando los materiales y tecnologías disponibles dentro de la institución.

## **Desarrollo**

### *Método*

La presente investigación fue de tipo descriptivo, pues pretende describir el diseño y construcción de un banco didáctico para la ejecución de las prácticas de laboratorio para las asignaturas de Física y Estática de dos programas educativos en una escuela de nivel superior y el diseño fue de campo ya que se recabó la información directamente de los docentes que imparten estas asignaturas. La población la conforman dos docentes de la asignatura de Física y dos de la asignatura de Estática del Instituto Tecnológico Superior de Motul, en el municipio del mismo nombre en el estado de Yucatán. Debido a que se trataba de una población pequeña y de fácil acceso para los investigadores, no fue necesario efectuar algún tipo de muestreo.

Para la recolección de información se utilizó la técnica de entrevista, las cuales se llevaron a cabo en el periodo escolar 2018-2019.

Para el diseño y construcción del banco didáctico se empleó la metodología que se ilustra en la figura 1.



**Figura 1.** Metodología para el diseño del banco didáctico.

*Identificación de las necesidades*

Para que el banco didáctico de estática y física estuviera basado en las necesidades de enseñanza-aprendizaje de los docentes y alumnos, fue necesario realizar un estudio sobre las principales características que debería poseer; por tal motivo se entrevistó a los docentes que impartían las asignaturas de física y estática en ese momento. Por otra parte, se analizaron las características y especificaciones de los equipos didácticos disponibles en el mercado para la ejecución de prácticas de física.

A continuación, se enumeran tres características necesarias con las que deberá contar el diseño del banco didáctico de acuerdo a los requerimientos solicitados por los docentes que imparten las asignaturas de física y estática.

- El banco didáctico debe incluir los accesorios básicos y suficientes para las prácticas de ambas asignaturas.
- Debe estar diseñado y construido con los materiales y tecnología disponibles en el Instituto.
- Debe emplear la menor cantidad posible de recursos económicos.

Entre otros requerimientos adicionales se encuentra que sea un módulo práctico fácil de usar, fácil de transportar, seguro y durable.

*Delimitación del problema.*

En esta fase, fue necesario consultar los programas de las asignaturas de estática y física a fin de recabar todas las prácticas requeridas en cada curso (TecNM, 2018).

La tabla 1 muestra las prácticas recomendadas por cada unidad de estudio de la asignatura de Estática correspondiente a la carrera de ingeniería electromecánica.

**Tabla 1.** Prácticas del programa educativo de estática.

Unidad	Nombre	Práctica a realizar
1	Análisis de la partícula.	Mediante un experimento se describe las características de un sistema de fuerzas concurrentes.
2	Análisis de cuerpo rígido.	Realiza un experimento donde se calcule el momento de una fuerza utilizando un torquímetro para verificar los resultados.
3	Métodos de análisis de estructuras.	Calcular las fuerzas internas a que están sometidas las estructuras por el método de nodos y el método de secciones.
4	Centroides, centro de gravedad y momento de inercia.	Determina centroides, primeros momentos de área y segundos momentos de área mediante software.
5	Fricción	Mediante un experimento comprobar las leyes de fricción y establecer el coeficiente de fricción.

De igual manera, se construyó una segunda tabla (Tabla 2) para concentrar las prácticas recomendadas en el programa educativo correspondiente a la asignatura de Física del plan de estudios de la carrera de ingeniería industrial, además de las recomendaciones efectuadas por el personal docente que imparte la asignatura.

**Tabla 2.** Prácticas de la asignatura de Física.

Unidad	Nombre	Práctica a realizar
1	Antecedentes históricos.	Se recomienda una práctica de conversión entre los sistemas de unidades.
2	Estática de la partícula.	Investigar de manera documental, experimental y de campo acerca de temas que le permitan determinar la importancia de las fuerzas como la base fundamental del equilibrio (se recomienda experimento de fuerzas concurrentes).
3	Estática del cuerpo rígido.	Investigar de manera documental, experimental y de campo acerca de temas que lo permitan vincular el concepto de equilibrio (se recomienda experimento de fuerzas en equilibrio).
4	Resistencia de materiales.	Investigar de manera documental, experimental y de campo acerca de temas que lo permitan vincular el concepto de resistencia de materiales (se recomienda práctica con armaduras)
5	Cinemática.	Resolver problemas prácticos que ayuden a comprender y aprender los conceptos, fundamentos y leyes de la cinemática.

Con respecto a las cinco unidades temáticas de la asignatura de Estática del programa de Ingeniería Electromecánica, únicamente tres coinciden con las unidades temáticas de Física de la carrera de Ingeniería industrial, por lo que para ambos programas educativos existe una compatibilidad del 60 al 80% entre las prácticas que se podrán realizar en el banco didáctico, tal como se puede observar en las tablas 1 y 2.

Concluida la identificación de las necesidades y las prácticas que debe solventar el banco didáctico, fue necesario proponer alternativas que contribuyeran a un diseño capaz de cumplir con las expectativas planteadas con anterioridad.

#### *Propuestas para el diseño y construcción.*

Tomando en consideración los requerimientos presentados, se plantearon las siguientes propuestas para el diseño:

Para los experimentos de estática de la partícula es necesaria una mesa de fuerzas, la cual será sustituida por un panel vertical que simulará un plano XY. En los perímetros del panel vertical se podrán colocar sujetadores que soportarán diversos pesos de los sistemas de fuerzas que se pueden armar fácilmente a través de poleas, dinamómetros y cables. En caso de que se requiera realizar una práctica de otra unidad temática, los sujetadores podrán aflojarse fácilmente del marco que conforma el panel vertical y colocar en ellos el artefacto que se requiera para las otras prácticas, tales como un torquímetro o un aparato para demostración del centro de gravedad.

Este diseño permite una gran interacción entre el docente y los alumnos que pueden estar colocados frente al banco y ver directamente todo el experimento, incluso podrán reproducirlo de manera rápida y correcta con la supervisión del profesor, realizando los cambios y ajustes de acuerdo a sus necesidades.

El diseño para el banco didáctico se ilustra en la figura 2, el cual fue elaborado con un software de Diseño Asistido por Computadora (CAD) denominado Inventor (Autodesk M.R.).

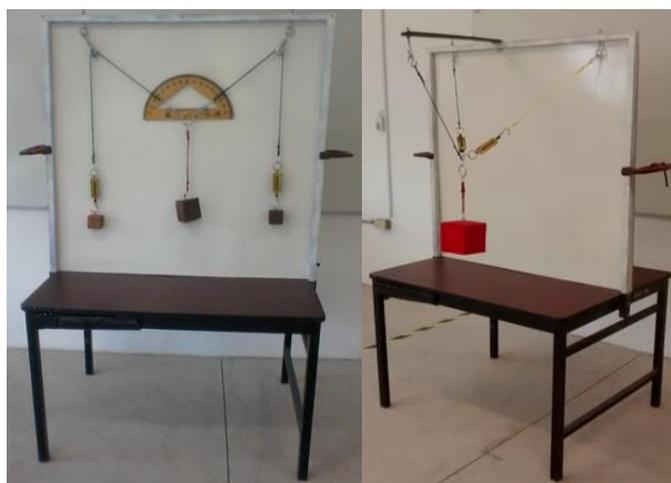


**Figura 2.** Diseño del banco didáctico en CAD.

Cuenta con un diseño ergonómico y ligero al ser de un tamaño mediano, lo que permite su fácil desplazamiento a cualquier lugar, incluso los accesorios podrán ser transportados en un maletín. Adicionalmente se plantearon colores de tonos claros en los materiales para su construcción para que los accesorios puedan ser observados de manera fácil y clara.

*Análisis y optimización del prototipo.*

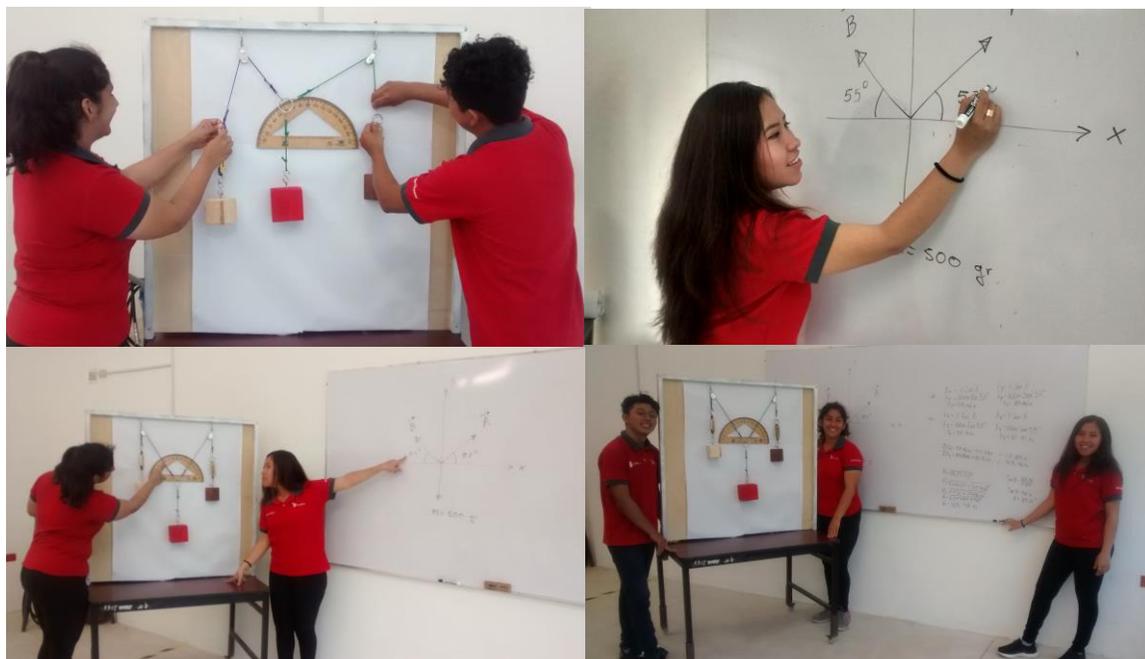
Al concluir la construcción del banco didáctico, se montaron y probaron los accesorios para cada práctica, en este punto se pudo observar la necesidad de considerar, de manera adicional, ajustar el marco vertical para realizar prácticas en dos dimensiones a poder realizar prácticas en tres dimensiones, tal como puede apreciarse en la figura 3.



**Figura 3.** Banco didáctico con la práctica de equilibrio en dos y tres dimensiones.

*Evaluación del diseño.*

Para la evaluación del prototipo del banco didáctico se realizaron algunas prácticas con los alumnos de ambas asignaturas en compañía de sus profesores. En esta etapa los alumnos resolvieron los ejercicios propuestos por su profesor de manera teórica y comprobaron los resultados con el apoyo del banco didáctico y los respectivos accesorios de cada práctica, tal como se ilustra en la figura 4.



**Figura 4.** Prácticas con el banco didáctico

Luego de las prácticas, se recogieron las opiniones de los alumnos y profesores con respecto a la utilidad del prototipo en su aprendizaje, además de sus observaciones en el diseño y sugerencias para mejorarlo.

### **Resultados**

Se construyó un banco didáctico con los materiales y tecnología disponible en el ITS Motul aprovechando los recursos económicos disponibles; con él se puede ejecutar las prácticas marcadas en los dos programas educativos seleccionados. De acuerdo con el diseño, es muy fácil de transportar, incluso se puede llevar al salón de clases y utilizarlo durante una sesión de clases, y también es posible intercambiar los marcos disponibles según se requiera.

### **Conclusiones**

Los equipos y prototipos didácticos representan herramientas útiles para que los alumnos lleven a cabo sus actividades de experimentación en su proceso de autoaprendizaje que permite no sólo abordar los contenidos teóricos, sino que también permiten corroborar sus conocimientos desde el saber hacer.

El banco didáctico construido logró desarrollar y fortalecer diversas competencias genéricas en los estudiantes tales como el trabajo en equipo, capacidad para formular modelos matemáticos, capacidad de aplicar sus conocimientos en la práctica y de autoaprendizaje.

Los resultados demuestran que se ha cumplido de manera satisfactoria con la mayoría de los requerimientos planteados por los docentes desde el principio, a través de la integración de prácticas similares en los dos programas educativos. Esto ha generado en los estudiantes una mayor comprensión de los conceptos de estática, al sentirse motivados y capaces de comprobar sus resultados al diseñar y construir sus propios experimentos.

### **Recomendaciones**

Se recomienda continuar con la fabricación de más marcos para otro tipo de experimentos o para otras asignaturas teniendo como base este banco que ha resultado de gran utilidad.

### **Referencias**

- DGEST. (2012). Modelo educativo para el siglo XXI Formación y desarrollo de competencias profesionales. México D.F.: DGEST.
- Durango, P. (2015). Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química: Colombia. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/49497/1/43905291.2015.pdf>
- Echeverría, D. (2017). Banco didáctico para control eléctrico. Compendio Investigativo Academia Journals Celaya 2017, Tomo 09, pág. 1763, recuperado el 1 de abril de 2019 de:

- <https://drive.google.com/drive/folders/1V9woYc19tmiAUU33vrbAC8TGpRLDJLak> .
- G.U.N.T. (2018). Gerätebau GmbH; G.U.N.T. Recuperado el 17 de septiembre de 2018, de <https://www.gunt.de/en/products/engineering-mechanics-and-engineering-design/statics/forces-and-moments/fundamentals-of-statics/040.11000/tm110/glct-1:pa-148:ca-4:pr-1352>
- Garza, R. (2001). El rol de la física en la formación del ingeniero. Ingenierías, Octubre-diciembre 2001, vol. IV, No. 13, pág. 48-54 disponible: [ingenierias.uanl.mx/13/pdf/13\\_rogelio\\_garza\\_el\\_rol\\_de\\_la\\_fisica.pdf](http://ingenierias.uanl.mx/13/pdf/13_rogelio_garza_el_rol_de_la_fisica.pdf).
- López, A. y Tamayo, O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), vol. 8, núm. 1, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129256008>, pp. 145-166.
- Pérez, E. y Falcón, N. Diseño de prototipos experimentales orientados al aprendizaje de la óptica Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 6, núm. 3, 2009, pp. 452-465 Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA Cádiz, España. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92013010010>
- Ruiz-Velasco, E. (2007). Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. UNAM: Editorial Díaz de Santos.
- Sutek (2015). Suministros tecnológicos para laboratorio. Recuperado el 18 de septiembre de 2018, de <http://discoverarmfield.com/es/products/view/sv/estatica-y-vibraciones>
- TECNM (2018). Tecnológico Nacional de México. Recuperado el 12 de septiembre de 2018, de Tecnológico Nacional de México: [http://www.tecnm.mx/licenciatura\\_2009\\_2010/ingenieria-electromecanica](http://www.tecnm.mx/licenciatura_2009_2010/ingenieria-electromecanica)
- Tecnoedu (2018). Tecnología educativa s.a. Recuperado el 19 de septiembre de 2018, de <https://tecnoedu.com/pasco/DinamometrosECYT.php>

### Notas biográficas

El M.M. Darvi Echeverría Sosa es profesor de tiempo completo con perfil deseable adscrito a la carrera de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Motul. Es ingeniero mecánico egresado del Instituto Tecnológico de Mérida con el grado de Maestría en Ingeniería Mecatrónica.

El Mtro. Pedro Ezequiel May Hoil es profesor de tiempo completo adscrito a la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Motul. Es ingeniero industrial egresado del Instituto Tecnológico Superior de Motul en 2006 y en 2013 obtuvo el grado de Maestría en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional en el Instituto Tecnológico de Mérida. Actualmente es miembro activo del Cuerpo Académico “Calidad y productividad”.