

# Evaluación de competencias mediante prácticas de laboratorio que impacten en el perfil de egreso de estudiantes de Ingeniería



**Irma Georgina Gómez Vega<sup>1,2</sup>, Mario Humberto Ramírez Díaz<sup>1</sup>,  
Francisco Antonio Horta Rangel<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de San Luis Potosí.

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria.

<sup>3</sup>División de Ingenierías del Campus Guanajuato Universidad de Guanajuato.

**E-mail:** irgeog@gmail.com

(Recibido el 25 mayo de mayo de 2022, aceptado el 3 de agosto de 2022)

## Resumen

En este trabajo de investigación se diseñaron instrumentos de evaluación que permiten medir el impacto en el desarrollo de competencias específicas y el perfil de egreso que se tiene al introducir prácticas de laboratorio de física en estudiantes de ingeniería de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP) y de la Universidad de Guanajuato (UG). Estas prácticas de laboratorio de física tienen un diseño didáctico que abordan los procesos de enseñanza-aprendizaje, desarrollando habilidades en el estudiante ya que presenta características diferentes a la formación tradicional, tales como el uso de vídeos, materiales e instrumentos diseñados e impresos en 3D. La evaluación no va orientada solamente a conocimientos de física disciplinar, sino, además de cómo impactan las habilidades desarrolladas en el perfil de egreso del estudiante, tomando en cuenta el programa de ingeniería específico. Para este trabajo se presentan para 4 casos de programas de ingeniería: Industrial, Tecnologías de la Información, Ambiental y Civil.

**Palabras clave:** Prácticas de laboratorio, aprendizaje de la ingeniería, instrumentos de evaluación.

## Abstract

In this research, evaluation instruments were designed that allow measuring the impact on the development of specific competences and the graduation profile that is had when introducing physics laboratory practices in engineering students at the Polytechnic University of San Luis Potosí (UPSLP) and the University of Guanajuato (UG). These physics laboratory practices have a didactic design that addresses the teaching-learning processes, developing skills in the student that already presents different characteristics from traditional training, such as the use of videos, materials and instruments designed and printed in 3D. The evaluation is not oriented only to knowledge of disciplinary physics, but also to how the skills developed impact the student's graduation profile, considering the specific engineering program. For this work, 4 cases of engineering programs are presented: Industrial, Information Technology, Environmental and Civil.

**Keywords:** Laboratory practices, engineering learning, assessment instruments.

## I. INTRODUCCIÓN

El trabajo en laboratorio es de gran importancia para la educación de las ciencias. Gunstone y Champagne [1] argumentaron que el trabajo de laboratorio podía utilizarse con éxito para promover el cambio conceptual si se utilizan pequeñas tareas cualitativas de laboratorio.

Estas tareas en los estudiantes ayudan a reconstruir su pensamiento, como se dedica menos tiempo a interactuar con aparatos, instrucciones y recetas, y más tiempo dedicado a la discusión y reflexión. Hodson [2] describió el trabajo de laboratorio con la frecuencia de ser aburrido y dirigida por el maestro, y destacó el hecho de que los estudiantes fallaron a menudo para relacionar el trabajo de laboratorio a otros aspectos de su aprendizaje.

Renner, Abraham, y Birnie [3] examinan maneras de hacer del laboratorio un espacio de aprendizaje activo para los estudiantes y se encontró que la discusión fue fundamental. Watts y Ebutt [4] encontraron que muchos estudiantes prefieren el trabajo de laboratorio el cual les ofrece oportunidades para mejorar directamente sus consultas; claramente, la discusión es importante en ayudar a los estudiantes a aclarar su pensamiento y esto es ciertamente una investigación autodirigida.

La mayoría del trabajo de laboratorio en ciencias de la escuela sigue una rúbrica familiar. Se presentan estudiantes con un objetivo, una hipótesis sugerida, pasos para llevar a cabo un experimento dirigido (método o procedimiento), observaciones, mediciones que deben ser registradas, y las

preguntas que conducen a la conclusión de donde es que puede obtenerse de la experiencia.

Los laboratorios de la comunidad científica se han diseñado para fomentar el sentido común, los estudiantes tienen que estar haciendo otras actividades como lectura, escritura, toma de datos, recolección, realización de cálculos, informar al asistente de enseñanza de laboratorio. Tales actividades se codifican como logística. En los laboratorios donde se les muestra paso a paso lo que deben hacer; los estudiantes pasan poco tiempo en sentido de tomar decisiones y mucho en la logística. Mientras que en los laboratorios donde se agrega explicación, activan una cantidad tan grande en la toma de decisiones. Se les permite a los estudiantes estar en completo control de lo que ellos hagan durante la primera hora de la actividad. Es necesario que los estudiantes planeen su método, tomen datos, y formulen sus conclusiones y entonces preparen su presentación durante la discusión de la clase. La metacognición que ocurre mientras se utiliza la toma de decisiones es frecuentemente productiva, se trata de crear una comunidad científica en la cual los estudiantes diseñen sus propios métodos para responder sus preguntas y defender su método y resultados a otro estudiante.

La literatura también plantea muchas preguntas acerca de la posibilidad de que el tipo de trabajos realizados de ciencia en la escuela puede proporcionar a los estudiantes una imagen válida de cómo se produce el conocimiento. La mayoría del trabajo práctico se basa en el supuesto de que la observación es recepción de información a través de los sentidos, y no implica ningún cognitivo o de otro procesamiento por parte del observador.

Consecuentemente todos los observadores pueden hacer lo mismo, totalmente objetivo, observaciones durante el experimento. Muchos estudiantes no conocen los propósitos de sus investigaciones de laboratorio, mientras que los maestros enfatizan los objetivos científicos del trabajo de laboratorio; es igual de importante que los estudiantes se concienticen de estos propósitos si valen la pena para su aprendizaje para que se puedan alcanzar. Mientras que gran parte del trabajo en laboratorio tiene propósitos en común de buscar para desarrollar estudiantes que entiendan el contenido del conocimiento de la ciencia, se encontró que los estudiantes necesitan tener conocimiento previo pertinente a la actividad si ellos han de participar de manera significativa con esto. La investigación generalmente ha mostrado que el trabajo en el laboratorio no siempre es una herramienta útil para la enseñanza del conocimiento de la ciencia, esta investigación muestra que es posible utilizar el trabajo de laboratorio para otros propósitos como son ayudar a los estudiantes a pensar en algún aspecto de ciencia (desarrollar, comunicar, y verificar procedimientos y resultados del trabajo de laboratorio).

## **II. COMPETENCIAS PARA LA VIDA, RASGOS DEL PERFIL DE EGRESO Y COMPETENCIAS DISCIPLINARES**

El perfil de egreso es la finalidad más elevada de todo proceso educativo, sin embargo, es alarmante el bajo nivel de atención que se le da desde el trabajo diario en el aula y desde los procesos de gestión en las instituciones educativas.

Podemos percatarnos de la falta generalizada de dominio que hay acerca de estos rubros y cuando nos preguntamos ¿tiene razón de ser una planeación de clase si no toma en cuenta los rasgos del perfil de egreso y las competencias para la vida? La respuesta contundente es NO, pero lo cierto es que sucede y es necesario hacer algo al respecto.

Por otro lado, el modelo educativo de muchas universidades plantea la formación profesional basada en competencias, la cual presenta características diferentes a la formación tradicional, que se manifiestan en el diseño curricular, en la forma de conducir el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de estrategias y técnicas didácticas diversas, y en la evaluación de los aprendizajes. La educación basada en competencia (EBC) tiene como finalidad que el alumno desarrolle capacidades de acuerdo con el programa de estudios.

Un aspecto relevante para fortalecer el proceso de formación y verificar el nivel de aprendizaje alcanzado será la evaluación, la cual debe entenderse como el proceso mediante el cual el profesor y el alumno reúnen evidencias de las competencias desarrolladas a lo largo de las unidades de aprendizaje, para sustentar un juicio sobre cómo y qué tanto se han cumplido los propósitos del aprendizaje establecidos en cada programa de estudio. Al realizar una evaluación de competencias deberán considerarse todos los dominios del aprendizaje; es decir, conocimientos, habilidades, destrezas, y actitudes del alumno.

Gómez en su trabajo “Aprendizaje colaborativo como estrategia para el desarrollo de competencias a partir de conceptos de calor y trabajo” [5], mostró que el aprendizaje colaborativo es eficaz al momento de realizar la práctica de laboratorio en equipo y entender mejor los conceptos. En el reporte de práctica de laboratorio mostró que aprobaron todos los estudiantes, algunos con deficiencias, obteniendo el nivel de desempeño mínimo para aprobar. Por lo que se puede implementar esta estrategia en otros temas de un curso de Física con prácticas diseñadas en específico para el desarrollo de determinadas competencias en apoyo al perfil de su profesión universitaria.

El desarrollo de las competencias para la vida y el logro de los rasgos del perfil de egreso es la finalidad más elevada de todo proceso educativo, sin embargo, es alarmante el bajo nivel de atención que se le da desde el trabajo diario en el aula y desde los procesos de gestión en las instituciones educativas. La Educación Superior ha tratado de unificar ciertos criterios, pero se ha enfrentado a múltiples dificultades por la gran diversidad de carreras y modalidades de estudio y de organización de las universidades, sin embargo, a partir del proyecto Tuning que inicia Europa y tiene implicaciones en América se han tratado de establecer acuerdos que permitan unificar algunos criterios [6].

Los perfiles de los profesionales universitarios no solo deben satisfacer los requerimientos de la sociedad, sino proyectarlos, de acuerdo a las necesidades de las regiones y del país. En este sentido, lo recomendable es que su definición se realice a través de competencias. Se puede decir que las competencias genéricas identifican elementos compartidos, comunes a cualquier titulación, tales como la capacidad de aprender, de tomar decisiones, de diseñar proyectos, las habilidades interpersonales.

Con estas bases, en este trabajo se presenta el resultado de diseñar instrumentos de evaluación para prácticas de laboratorio de física orientados hacia las competencias y el perfil de egreso en 4 programas de ingeniería.

### III. METODOLOGÍA

Este trabajo se llevó a cabo en dos universidades, la Universidad Politécnica de San Luis Potosí y la Universidad de Guanajuato, considerando programas de ingeniería y el curso de Física I, el cual contempla temas de mecánica clásica, particularmente, Caída Libre, Leyes de Newton y Péndulo Simple.

Los programas de ingeniería seleccionados y sus perfiles de egreso se muestran en la tabla 1.

**TABLA 1.** Perfiles de egreso de los programas de ingreso seleccionados en este estudio (Fuente de elaboración propia).

<p><b>ITMA</b> El Ingeniero en Tecnologías de Manufactura será capaz de atender las necesidades emanadas de los procesos de transformación de productos manufacturados, contribuyendo al desarrollo local, regional y/o nacional, a través de las siguientes funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar procesos de manufactura para incrementar la competitividad de la empresa mediante tecnologías adecuadas.</li> <li>• Desarrollar manipuladores de producción para mejorar la productividad y calidad de la producción.</li> <li>• Desarrollar programas de manipulación de los equipos de Control, CNC, PLC y sensores y Robots para cumplir los programas de la planta y satisfacer al cliente.</li> <li>• Programar, PLC, Robots, CNC</li> <li>• Desarrollar programas de mantenimiento para cumplir los programas de la planta y satisfacer al cliente.</li> <li>• Gestionar sistemas de calidad acordes a los estándares internacionales</li> <li>• Gestionar sistemas de producción y calidad acordes a los sistemas de empresas de clase mundial.</li> <li>• Formular proyectos de manufactura desde el punto de vista económico y tecnológico</li> </ul> <p><b>ITI</b> El Ingeniero en Tecnologías de la Información tiene los conocimientos necesarios de software y hardware en interacción con el factor humano, para ofrecer una solución integral a los problemas asociados con el área computacional.</p> <p><b>ITEM</b> El Ingeniero en Telemática combina los conocimientos y habilidades adquiridos en los campos de las telecomunicaciones</p>
---

y la informática, para analizar, diseñar, desarrollar e implantar soluciones que permitan la transmisión, procesamiento, almacenamiento y utilización de la información que se maneja en la operación y administración económica y eficiente de redes telemáticas, así como en su mantenimiento y en actualización de la tecnología existente.

**ISTI**  
El egresado de la carrera de ISTI diseña, implanta, administra y mejora, tanto los procesos y sistemas de producción de una industria, como las funciones de apoyo tales como Planeación, Logística, Compras, Calidad, Mantenimiento, entre otras.

Con base en estos programas, se hace una selección de las competencias del curso de Física I a las cuales contribuye para cada programa, esta selección se muestra en la tabla 2.

**TABLA 2.** Competencias a las que contribuye el curso de Física I (Fuente de la elaboración propia).

CARRERA	COMPETENCIAS A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA DE FÍSICA I
<b>ITMA</b>	<p>Manejo de equipo de metrología dimensional y manejo de software de dibujo SolidWorks. Llevar a cabo o ejecutar todas las actividades para el mantenimiento de acuerdo a programas de mantenimiento previamente elaborados. Elaborar estudio técnico mediante herramientas de ingeniería para ver la viabilidad del proyecto. Diseñar un proceso de Manufactura para nuevos productos de una familia de productos con criterios de calidad, productividad a fin de estandarizar la tecnología con la que se cuenta en la empresa. Acomodar o instalar maquinaria y equipo para el Proceso de Manufactura seleccionado, tomado en cuenta los criterios señalados de calidad, productividad y costos de fabricación y de la ingeniería de planta.</p>
<b>ITEM</b>	<p>Analizar diferentes procesos informáticos para su optimización, mediante la validación de los datos de entrada y salida. Verificar sistemas informáticos para su adecuado funcionamiento y mantenimiento, mediante la aplicación de bitácoras de análisis de resultados. Evaluar los procesos y elementos de comunicaciones para garantizar su adecuado funcionamiento, mediante pruebas de integridad de datos. Proponer equipos y medios de comunicaciones para ofrecer soluciones factibles mediante la evaluación tecnologías existentes. Analizar las variables de operación de los sistemas de comunicación para asegurar su adecuado funcionamiento, mediante la regulación de las métricas de operación. Proponer nuevos proyectos de sistemas de comunicaciones e información para cubrir las necesidades del cliente por medio de innovaciones tecnológicas. Evaluar la situación actual de una empresa para mejorar su funcionamiento mediante la detección de necesidades. Desarrollar cursos de capacitación para actualizar</p>

	al usuario en tecnologías de información a través del conocimiento-teórico práctico.
<b>ITI</b>	<p>Determinar requerimientos de comunicación de la organización mediante instrumentos o técnicas de recopilación de información para obtener especificaciones técnicas de la red de datos a diseñar.</p> <p>Determinar requerimientos de información de la organización mediante instrumentos o técnicas de recopilación de información para obtener especificaciones técnicas de la base de datos a diseñar.</p> <p>Modelar el sistema de información con base en la documentación de requerimientos para evaluar y mejorar el desempeño de los procesos actuales.</p> <p>Proponer el sistema de información de acuerdo a la evaluación del modelo y a la disponibilidad de recursos para satisfacer las necesidades de la organización.</p> <p>Seleccionar las métricas de desempeño de acuerdo a los estándares reconocidos que aseguren la correcta operación del sistema de información</p> <p>Evaluar el desempeño del sistema de información de acuerdo con las métricas establecidas para verificar su correcta operación.</p> <p>Elaborar modelo de los procesos de negocio apegándose a los objetivos, estrategias y políticas de la organización para representar conceptualmente su operación.</p> <p>Determinar oportunidades del modelo de negocios con base en la revisión de los modelos para plantear soluciones de negocio que favorezcan el desarrollo de la organización utilizando las TIC's.</p> <p>Evaluar los resultados del proyecto de TI aplicando las metodologías de evaluación de proyectos para verificar el desempeño de acuerdo a los parámetros establecidos.</p>
<b>ISTI</b>	<p>Determinar condiciones operativas de los instrumentos de medición mediante los procedimientos establecidos en el manual del laboratorio para identificar aquellos que requieren calibración.</p> <p>Calibrar los instrumentos de medición siguiendo los procedimientos establecidos para mantener la confiabilidad del sistema de evaluación.</p> <p>Gestionar las acciones operativas y tácticas, para incrementar la productividad y rentabilidad del proceso productivo de manera segura y sustentable.</p> <p>Modelar el sistema vigente mediante técnicas matemáticas, estadísticas y de sistemas para identificar áreas de mejora.</p> <p>Elaborar documentación del sistema de gestión de la calidad, a partir de modelos de referencia para cumplir los requerimientos de los clientes</p> <p>Simular el modelo de la situación a mejorar aplicando los principios de simulación y programas de cómputo para identificar áreas de mejora.</p>

Con base en esta información se diseñaron las prácticas con los estándares que marca el procedimiento para la realización de prácticas de la UPSLP y la UG. Una vez que se tienen las prácticas, se procede a diseñar los instrumentos de evaluación como es:

Matriz para hacer comparativos de cómo una misma práctica apoya al desarrollo de una competencia, el nivel al que se considera que apoya y el perfil. Rúbrica para cada una de las prácticas y competencias correspondientes.

Ambos instrumentos son de tipo cualitativo, por lo que la validación de estos se hizo por medio de expertos de la UPSLP, UG y el Instituto Politécnico Nacional.

#### IV. RESULTADOS

Para la matriz comparativa se tomaron en cuenta la práctica, el objetivo de esta, la actividad a desarrollar, las competencias a desarrollar y finalmente la incidencia en el perfil de egreso de los diferentes programas, esta matriz se muestra en la tabla 3.

**TABLA 3.** Matriz comparativa sobre el desarrollo de competencias y perfil de egreso en prácticas de física (Fuente de elaboración propia).

Práctica	Objetivo	Actividad	Competencia	Perfil (Industrial, Tecnologías de la Información, Ambiental y Civil)
Caída libre	Analizar el cambio de velocidad de un cuerpo y encontrar la ley de movimiento para cada objeto que se le proporcione .	Experimento de movimiento en caída libre.	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	En las cuatro incide.
			Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación .	En las cuatro incide.
			Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.	En las cuatro incide.
			Capacidad de trabajo en equipo.	En las cuatro incide.
			Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y	En las cuatro incide.

			ciencias de la ingeniería				herramientas para la ingeniería			
			Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería	ISTI, Ambiental y Civil.		El Péndulo simple	Analizar el movimiento de un péndulo.	Obtener el valor del periodo.	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	En las cuatro incide.
			Utilizar tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería	En las cuatro incide.					Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación .	En las cuatro incide.
Una aplicación de las leyes de Newton	Aplicar la segunda ley de Newton así como el análisis dinámico o diagrama de cuerpo libre a un sistema de dos cuerpos.	Obtener el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas.	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	En las cuatro incide.					Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.	En las cuatro incide.
			Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación .	En las cuatro incide.					Capacidad de trabajo en equipo.	En las cuatro incide.
			Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.	En las cuatro incide.					Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería	En las cuatro incide.
			Capacidad de trabajo en equipo.	En las cuatro incide.					Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería	ISTI, Ambiental y Civil.
			Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería	En las cuatro incide.						
			Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería	ISTI, Ambiental y Civil.						
			Utilizar tecnologías de la información, software y	En las cuatro incide.						

			Utilizar tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería	En las cuatro incide.
--	--	--	--	-----------------------

Para cada práctica se diseñó una rúbrica por competencia a evaluar, en donde se tiene un espacio para marcar si el estudiante cumple o no con cada descriptor y de acuerdo a esto se realiza un análisis en el cual se obtenga el nivel en el que se encuentra en cada una de las competencias. el diseño de cada rúbrica se tomó como referencia el artículo: Desarrollo de competencias profesionales a través de prácticas en empresa en la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Como ejemplo en la tabla 4 se muestra la rúbrica diseñada y validada para la práctica de Caída Libre.

**TABLA 4.** Rúbrica para la Práctica de Caída Libre (Fuente de elaboración propia).

**PRÁCTICA:** Caída libre

**COMPETENCIA:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZADO	Establece objetivos concretos para obtener la ley de movimiento en caída libre; identifica y valora la información necesaria para aplicar las leyes de movimiento.	
	Procesa adecuadamente la información y elabora un plan coherente para obtener la ley de movimiento en caída libre.	
	Establece los pasos necesarios para aplicar la ley de movimiento en caída libre	
	Identifica las lagunas de información y las cubre con supuestos razonados.	
	Hace una interpretación adecuada de los resultados obtenidos.	

	Elabora un plan que incluye análisis de riesgo y un plan de contingencia.	
NIVEL 2 MEDIO	Plantea objetivos concretos y adecuados para obtener la ley de movimiento en caída libre.	
	Identifica toda la información necesaria respecto a la ley de movimiento en caída libre y usa criterios adecuados para valorarla.	
	Procesa correctamente la información disponible.	
	Propone un plan coherente para alcanzar los objetivos planteados.	
NIVEL 1 BÁSICO	Plantea objetivos no adecuados para obtener la ley de movimiento en caída libre.	
	No es capaz de identificar toda la información necesaria o no utiliza criterios adecuados para valorarla.	
	Comete errores al procesar la información.	
	Propone un plan no adecuado para obtener la ley de movimiento en caída libre.	

**COMPETENCIA:** Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZADO	Entiende, selecciona y usa TICs efectiva y productivamente.	
	Utiliza los recursos digitales disponibles.	
	Conoce los conceptos básicos de los sistemas informativos y sus funciones.	
NIVEL 2 MEDIO	Utiliza los recursos digitales disponibles.	
	Conoce los conceptos básicos de los sistemas informativos y sus funciones.	
NIVEL 1 BÁSICO	Utiliza los recursos digitales disponibles.	

**COMPETENCIA:** Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZADO	Identifica y formaliza el problema	
	Identifica y explica las causas del problema.	
	Busca posibles soluciones para encontrar la ley de movimiento en caída libre.	
	Analiza y valora las soluciones teniendo en cuenta los objetivos y alcance, recursos disponibles (humanos y materiales) y tiempo.	
	Elige y aplica la solución más conveniente.	

NIVEL 2 MEDIO	Identifica el problema y algunas de sus causas, pero no es capaz de organizar la información necesaria para resolverlo.	
	Propone soluciones pero carece de criterio para valorarlas, elegir la más conveniente y aplicarla	
NIVEL 1 BÁSICO	No analiza el problema y sus causas o llega a conclusiones erróneas en su análisis.	
	No es capaz de proponer soluciones al problema, y menos aún de seleccionar la más efectiva.	

**COMPETENCIA: Capacidad de trabajo en equipo.**

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZA DO	Compensa por las faltas de los demás miembros del equipo.	
	Demuestra la disposición de pasar un número de horas significativo afuera de lo establecido para finalizar el proyecto.	
	Siempre trabaja para lograr las metas, cumple con las normas y se adapta a los cambios del equipo.	
	Siempre demuestra habilidad para manejar las relaciones entre los miembros del equipo y trata a sus compañeros con respeto.	
NIVEL 2 MEDIO	Llega preparado para trabajar cada día, entrega las asignaciones a tiempo, y, por lo general, se empeña en el proyecto.	
	Informa al equipo en la mayoría de los días en los que se ausenta para no impedir el progreso del proyecto.	
	Casi siempre trabaja para lograr las metas, cumplir con las normas y adaptarse a los cambios.	
	Casi siempre demuestra habilidad para manejar las relaciones en el equipo y casi siempre trata con respeto a sus compañeros.	
NIVEL 1 BÁSICO	Se distrae con frecuencia, no termina asignaciones y deberes, o impide el progreso del proyecto por su falta de asistencia. Cuando se esfuerza es en elementos de importancia menor del proyecto.	
	Pocas veces trabaja para lograr las metas, cumplir las normas y adaptarse a los cambios y necesita ser alentado.	
	Pocas veces demuestra habilidad para manejar las relaciones en el equipo y pocas veces trató con respeto a los miembros del equipo.	

**COMPETENCIA: Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería**

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZA DO	Correlaciona conocimientos, de ciencias básicas o de ingeniería, para formular y resolver problemas.	
NIVEL 2 MEDIO	Identifica conocimientos, de ciencias básicas o de ingeniería, logra formular, y resolver los problemas.	

NIVEL 1 BÁSICO	Identifica conocimientos, de ciencias básicas o de ingeniería, pero no logra formular, ni resolver problemas.	
-------------------	---	--

**COMPETENCIA: Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería.**

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZA DO	Utiliza datos experimentales, aplica herramientas matemáticas y de cómputo para modelar y simular procesos de ingeniería.	
NIVEL 2 MEDIO	Clasifica datos experimentales e identifica herramientas matemáticas y de cómputo para modelar y simular procesos de ingeniería.	
NIVEL 1 BÁSICO	Ignora los datos experimentales o no identifica herramientas matemáticas y de cómputo en el modelo y simulación de procesos de ingeniería.	

**COMPETENCIA: Utilizar tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería.**

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZA DO	Utiliza las Tecnologías de la Información para procesar e interpretar información.	
NIVEL 2 MEDIO	Utiliza las Tecnologías de la información pero no procesa e interpreta información.	
NIVEL 1 BÁSICO	No utiliza adecuadamente las Tecnologías de la Información y por lo tanto no procesa y no interpreta información.	

## V. CONCLUSIONES

En general, en el modelo educativo de las universidades mexicanas se plantea la formación profesional basada en competencias, la cual presenta características diferentes a la formación tradicional, que se manifiestan en el diseño curricular, en la forma de conducir el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de estrategias y técnicas didácticas diversas, y en la evaluación de los aprendizajes. La educación basada en competencia tiene como finalidad que el alumno desarrolle capacidades de acuerdo con el programa de estudios.

Un aspecto relevante para fortalecer el proceso de formación y verificar el nivel de aprendizaje alcanzado será la evaluación, la cual debe entenderse como el proceso mediante el cual el profesor y el alumno reúnen evidencias de las competencias desarrolladas a lo largo de las unidades de aprendizaje, para sustentar un juicio sobre cómo y qué tanto se han cumplido los propósitos del aprendizaje establecidos en cada programa de estudio. Al realizar una evaluación de competencias deberán considerarse todos los dominios del aprendizaje, conocimientos, habilidades, destrezas, y actitudes del alumno.

En el caso de la Física, esta suele considerarse por parte de los profesores “ajena” al modelo por competencias, sin embargo, han tenido que adaptarse a este modelo dadas las normativas de las universidades. Además, en pocas ocasiones se lleva a la reflexión ¿cómo los cursos de física, particularmente en programas de ingeniería, inciden en el perfil de egreso de los estudiantes, y en no pocas ocasiones cuando los estudiantes hacen este tipo de preguntas los profesores suelen contestar “en cursos posteriores lo verás”.

Estas dos circunstancias -modelo por competencias y perfil de egreso- son abordadas en este trabajo, desde el punto de vista de la contribución de los cursos de física en ingeniería. Particularmente, muchos profesores están en la mejor disposición de atender competencias y perfil de egreso, pero carecen de herramientas de evaluación para “medir” el nivel de logro de estos, en este trabajo se muestra una metodología que permite, a partir del análisis de las competencias, construir estas herramientas.

Un problema que existe en el modelo por competencias es que a pesar de que en efecto existen herramientas de evaluación de competencias, generalmente rúbricas, estas no tienen una “liga” clara con los temas impartidos por el profesor. En el caso de la física, una estrategia didáctica por excelencia es el trabajo de laboratorio, el cual tradicionalmente se ve reflejado en las prácticas y reportes correspondientes. En la metodología propuesta en este trabajo, se hace una unión entre la evaluación de competencias, el impacto en el perfil de egreso y el trabajo de laboratorio de física, y no se deja como una propuesta abstracta, sino se “ateriza” en prácticas específicas como la caída libre y las leyes de Newton.

Los ejemplos mostrados, a pesar de que están orientados a cuatro programas de ingeniería específicos, son generalizables a cualquier programa en el que se trabaje bajo el modelo por competencias, incluyendo el perfil de egreso para poder construir las herramientas de evaluación. La propuesta hecha sobre las prácticas de física es de utilidad sobre una estrategia fundamental en cualquier curso de física y sería de utilidad a los profesores de estos cursos.

## AGRADECIMIENTOS

El Dr. Antonio Horta agradece el apoyo académico y logístico al CICATA Legaría del IPN y en particular a los Doctores Ricardo García Salcedo y Mario Humberto Ramírez Díaz por las facilidades otorgadas para la realización del año sabático en esta institución cuyo uno de los productos obtenidos es este artículo.

La Dra. Irma Georgina Gómez Vega agradece el apoyo del Dr. Carlos Adrián Arriaga Santos por el apoyo brindado para realizar esta investigación en la Universidad Politécnica de San Luís Potosí.

## REFERENCIAS

- [1] Gunstone, R. F., & Champagne A .B., *Promoting conceptual change in the laboratory. In The Student Laboratory and the Science Curriculum*. London: Routledge, (1990).
- [2] Hodson, D., *A critical look at practical work in school science*. *School Science Review* **71**, 33-40. (1990).
- [3] Renner, J., Abraham, M, y Birnie, H., *The necessity of each phase of the learning cycle in teaching high school physics*. *Journal of Research in Science Teaching* **25**, 39-58, (1988).
- [4] Watts, M. y Ebutt, D., *More than the sum of the parts: research methods in-group interviewing*. *British Educational Research Journal* **13**, 25-34 (1987).
- [5] Gómez, I., *Aprendizaje colaborativo como estrategia para el desarrollo de competencias a partir de conceptos de calor y trabajo*, Tesis de Grado de Maestría en Física Educativa. IPN, (2017).
- [6] Beneitone, P., *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. Informe final. Proyecto Tuning para América Latina 2004-2007*. Publicaciones de la Universidad de Deusto, Bilbao (2007).