

8

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

Irma Georgina Gómez Vega

Resumen:

En este capítulo 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, y tecnologías de la información. La evaluación no va orientada solamente a conocimientos de física disciplinar, sino, 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 basado en competencias, instrumentos de evaluación.

Gómez Vega, I. G. (2024). Evaluación de competencias mediante prácticas de laboratorio que impacten en el perfil de egreso de estudiantes de Ingeniería. En Simbaña Q., R. (Ed). *Investigación en educación. Posibilidades, tensiones y desafíos. Volumen I.* (pp. 136-154). Religación Press. <http://doi.org/10.46652/religacionpress.175.c174>



Introducción

En el presente capítulo se investiga sobre el desarrollo de determinadas competencias en apoyo al perfil de egreso de estudiantes de Ingeniería en un primer curso de Física mediante prácticas de laboratorio.

Lo que se quiere es lograr que el laboratorio sea otro espacio donde puedan adquirir competencias con la realización de prácticas de laboratorio.

Es de gran importancia abordar este tema planteado, ya que se pretende que los estudiantes tengan los conocimientos y habilidades apropiadas para que puedan llegar a desarrollar las competencias al estar en un nivel universitario y que tengan impacto en el perfil de egreso del estudiante.

Planeación pedagógica y estrategias de enseñanza – aprendizaje

El enfoque por competencias desde la propuesta de las Universidades Politécnicas, nos obliga a reflexionar en nuestras prácticas de enseñanza con la concepción que tenemos de aprendizaje, ya que se requiere de un proceso de formación basado en prácticas educativas significativas y propositivas, las cuales deberán permitir la reproducción en el contexto educativo las prácticas ordinarias de la cultura, es decir, que desde el modelo educativo de las Universidades Politécnicas, el proceso enseñanza – aprendizaje deberá soportarse en prácticas con un alto nivel de actividad social y relevancia cultural.

Cabe destacar, que es igualmente importante, el dominio de ciertas prácticas en áreas específicas las cuales se adquieren a partir de actividades rutinarias y ejercicios y experiencias en situaciones variadas de aprendizaje, por lo que las situaciones de aprendizaje a implementarse en las Universidades Politécnicas deben contener oportunidades para el ejercicio y la aplicación. Desde este enfoque, las competencias no se adquieren sólo con la rutina y el ejercicio, por lo que es necesario que los estudiantes conozcan el saber que, el cómo y el porqué de las habilidades, además de tener la capacidad de juzgar en situaciones concretas, las propiedades y los déficit o limitaciones de los principios y estrategias que determinan las habilidades.

Relación contenidos-diseño-competencias

Tomando en consideración que la finalidad más alta de la educación actual es el desarrollo de competencias en los alumnos, el diseño debe ir y venir en un ejercicio de revisión constante sobre el grado de avance que hay en cada competencia y tratar de

implementar estrategias diversificadas que favorezcan cada una de ellas en distintos momentos, o bien, varias en un mismo proceso. Algo que debe quedar muy claro es que los contenidos se están renovando constantemente a causa de la dinámica que sigue un mundo cambiante, y es precisamente el desarrollo de las competencias lo que va a permitir que los individuos tengan los elementos para adaptarse a los nuevos tiempos. Si formamos personas que aprendan permanentemente, que sepan trabajar en equipo, que aprecien el arte, que cuiden el medio ambiente, que se cuiden a sí mismos, que respeten a los demás, etc. estamos sentando las bases de un futuro mejor para todos.

Aprendizaje mediante experimentos en el laboratorio

En general, los docentes entienden las actividades experimentales como fundamentales para la enseñanza de las ciencias y justifican esto como: los experimentos atraen la atención de los estudiantes y son motivadores del aprendizaje; ayudan a mostrar en la práctica lo estudiado en teoría; facilitan la comprensión del contenido (Silva et al., 2010). Tales justificaciones sugieren una falta de comprensión de la idea de que los experimentos pueden ayudar a estudiantes a elaborar y probar hipótesis, construyendo así significados sobre el fenómeno en estudio. Las actividades experimentales son parte del proceso de construcción del conocimiento científico, por lo que debe haber un vínculo entre teoría y práctica.

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” (2017), 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. 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.

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.

Diseño de los instrumentos de evaluación

Los instrumentos de evaluación se diseñaron en base a las prácticas seleccionadas de los temas de objeto de estudio.

A continuación, se muestra la relación que se llevó a cabo para empatar los temas de las prácticas:

Tabla 1. Secuencia de experimentos UPSLP

Objetivo	Actividad	Práctica
1.- Objetivo. Mediante la medición de variables de longitud y periodo de un péndulo simple.	Determinar la relación matemática entre ambas variables.	Práctica 8. El péndulo
2.- Objetivo. Mediante la medición de variables de longitud y tiempo.	Determinar la aceleración de la gravedad mediante el uso un péndulo simple.	Práctica 8. El péndulo simple.
3.- Objetivo. Mediante la medición de variables de longitud y tiempo.	Determinar la velocidad de un objeto moviéndose como péndulo cónico.	
4.- Objetivo. Mediante la medición de variables de longitudes y tiempo.	Determinar la trayectoria de un objeto lanzado horizontalmente en caída libre.	Práctica 2. Caída libre
5.- Objetivo. Mediante la medición de masas y tiempo.	Determinar la aceleración de un sistema tipo Máquina de Atwood.	Práctica 3. Máquina de Atwood.
6.- Objetivo. Mediante la medición de alturas y tiempo de contacto.	Determinar la Fuerza promedio de impacto del rebote de una pelota.	
7- Objetivo. Mediante la medición de variables de masa, longitud y tiempo.	Determinar la velocidad de impacto de un objeto sobre un péndulo balístico.	
8.- Objetivo. Mediante la medición de velocidades angulares, longitud y masa	Determinar el momento de inercia de un aro utilizado como giroscopio	
9.- Objetivo. Mediante la medición de fuerza, longitud y tiempo.	Determinar la masa colgante en un sistema masa resorte en oscilación	Práctica 7. Oscilador
10.- Objetivo. Mediante la medición de frecuencia, longitudes y masa	Determinar por vibración (sonido), la Tensión de una cuerda.	Práctica 10. Movimiento ondulatorio

Fuente: elaborado por los autores

De acuerdo con los temas se diseñó una rúbrica para evaluar el desarrollo de cada una de las competencias.

Para seleccionar las competencias se estudiaron los perfiles de egreso de los estudiantes de ingeniería de la UPSLP, en seguida se compararon las competencias que se desarrollan en la UG en un programa de ingeniería de tercer semestre. Por lo que las competencias que se eligieron de acuerdo con el perfil de egreso del Ingeniero en la UPSLP y en la UG son:

Competencias genéricas	
2	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
8	Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
15	Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
17	Capacidad de trabajo en equipo.
Competencias específicas del egresado de ingeniería	
1	Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería civil
9	Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería civil
17	Utilizar tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería civil

Para 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).

Para cada práctica se cuenta con 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 con esto se realiza un análisis en el cual se obtenga el nivel en el que se encuentra en cada una de las competencias.

Tabla 2. Práctica: Caída libre. Competencia: Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVAN- ZADO	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.

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 3. 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.	

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 4. 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.
Fuente: elaborado por los autores	

Tabla 4. Competencia: Capacidad de trabajo en equipo.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZADO	Compensa por las faltas de los demás miembros del equipo.	
	Demuestra la disposición de pasar un número de horas significativa 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.	
Fuente: elaborado por los autores		

Tabla 6. Competencia: aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZADO	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.	
Fuente: elaborado por los autores		

Tabla 7. Competencia: Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVAN- ZADO	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.	

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 8. Competencia: Utilizar tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVAN- ZADO	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.	

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 9. Práctica: Una aplicación de las leyes de Newton, Competencia: Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZADO	Establece objetivos concretos para obtener el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas; identifica y valora la información necesaria para aplicar la segunda ley de Newton.	
	Procesa adecuadamente la información y elabora un plan coherente para obtener el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas.	
	Establece los pasos necesarios para aplicar la segunda ley de Newton, así como el análisis dinámico de un sistema de dos cuerpos	
	Identifica las lagunas de información y las cubre con supuestos razonados.	
	Hace una interpretación adecuada de los resultados obtenidos.	
NIVEL 2 MEDIO	Elabora un plan que incluye análisis de riesgo y un plan de contingencia.	
	Plantea objetivos concretos y adecuados para obtener el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas	
	Identifica toda la información necesaria respecto a la segunda ley de Newton y usa criterios adecuados para valorarla.	
	Procesa correctamente la información disponible.	
NIVEL 1 BÁSICO	Propone un plan coherente para alcanzar los objetivos planteados.	
	Plantea objetivos no adecuados para obtener el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas.	
	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 el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas	
Fuente: elaborado por los autores		

Tabla 10. 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.	
Fuente: elaborado por los autores		

Tabla 11. 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 el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas.	
	Analiza y valora las soluciones teniendo en cuenta los objetivos y alcance, recursos disponibles (humanos y materiales) y tiempo.	
NIVEL 2 MEDIO	Elige y aplica la solución más conveniente.	
	Identifica el problema y algunas de sus causas, pero no es capaz de organizar la información necesaria para resolverlo.	
NIVEL 1 BÁSICO	Propone soluciones, pero carece de criterio para valorarlas, elegir la más conveniente y aplicarla	
	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.	

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 12: Competencia: Capacidad de trabajo en equipo.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZADO	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.	
NIVEL 1 BÁSICO	Casi siempre demuestra habilidad para manejar las relaciones en el equipo y casi siempre trata con respeto a sus compañeros.	
	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.	

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 13. Competencia: Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZADO	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.	

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 14. Competencia: Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZADO	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.	

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 15. Competencia: Utilizar tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería.

NIVEL	DESCRIPTOR	CUMPLE O NO CUMPLE
NIVEL 3 AVANZADO	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.	

Fuente: elaborado por los autores

Ya que se evalúa a cada estudiante de la UPSLP y de la UG en cada una de las prácticas se hace un análisis por carrera para ver el logro de competencia alcanzado.

Tabla 16. Práctica: Una aplicación de las leyes de Newton, Competencia: Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

NIVEL	DESCRIPTOR	ISTI	ITI	ING. CIVIL	ING. AMBIENTAL
NIVEL 3 AVANZADO	Establece objetivos concretos para obtener el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas; identifica y valora la información necesaria para aplicar la segunda ley de Newton.				
	Procesa adecuadamente la información y elabora un plan coherente para obtener el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas.				
	Establece los pasos necesarios para aplicar la segunda ley de Newton así como el análisis dinámico de un sistema de dos cuerpos				
	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 el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas				
	Identifica toda la información necesaria respecto a la segunda ley de Newton y usa criterios adecuados para valorarla.				
	Procesa correctamente la información disponible.				
NIVEL 1 BÁSICO	Propone un plan coherente para alcanzar los objetivos planteados.				
	Plantea objetivos no adecuados para obtener el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas.				
	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 el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas				

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 17. Competencia: Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.

NIVEL	DESCRIPTOR	CARRERA			
		ISTI	ITI	ING. CIVIL	ING. AMBIENTAL
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.				

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 18. Competencia: Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.

NIVEL	DESCRIPTOR	CARRERA			
		ISTI	ITI	ING. CIVIL	ING. AMBIENTAL
NIVEL 3 AVANZADO	Identifica y formaliza el problema				
	Identifica y explica las causas del problema.				
	Busca posibles soluciones para encontrar el valor de la aceleración de un sistema a partir del análisis de fuerzas.				
	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.				

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 19. Competencia: Capacidad de trabajo en equipo.

NIVEL	DESCRIPTOR	CARRERA			
		ISTI	ITI	ING. CIVIL	ING. AMBIENTAL
NIVEL 3 AVANZADO	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.				
	Llega preparado para trabajar cada día, entrega las asignaciones a tiempo, y, por lo general, se empeña en el proyecto.				
NIVEL 2 MEDIO	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.				

	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.
NIVEL 1 BÁSICO	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.

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 20. Competencia: Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería

NIVEL	DESCRIPTOR	CARRERA			
		ISTI	ITI	ING. CIVIL	ING. AMBIENTAL
NIVEL 3 AVANZADO	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.				

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 21. Competencia: Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería.

NIVEL	DESCRIPTOR	CARRERA			
		ISTI	ITI	ING. CIVIL	ING. AMBIENTAL
NIVEL 3 AVANZADO	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.				

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 22. Competencia: Utilizar tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería.

NIVEL	DESCRIPTOR	CARRERA			
		ISTI	ITI	ING. CIVIL	ING. AMBIENTAL
NIVEL 3 AVANZADO	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.				

Fuente: elaborado por los autores

Una vez que se tienen las prácticas y las rúbricas para evaluar cada competencia, se procede a realizar una 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; dicha matriz se muestra a continuación:

Tabla 23.

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 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 herramientas para la ingeniería	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.
			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 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 herramientas para la ingeniería	En las cuatro incide.
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.
			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 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 herramientas para la ingeniería	En las cuatro incide.

Fuente: elaborado por los autores

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 competencias tiene como finalidad que el alumno desarrolle capacidades de acuerdo con el programa de estudios.

Para fortalecer el proceso de formación y verificar el nivel de aprendizaje alcanzado se requiere de 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 objetivos 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.

Tanto el -modelo por competencias como 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 “idea” 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 “aterriza” 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.

Referencias

- Beneitone, P. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina: informe final Proyecto Tuning América Latina: 2004-2007*. Universidad de Deusto.
- Gómez, I. (2017). *Aprendizaje colaborativo como estrategia para el desarrollo de competencias a partir de conceptos de calor y trabajo* [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional].
- Gunstone, R. F., & Champagne A. B. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. En E. Hegarty-Hazel (Ed.). *In The Student Laboratory and the Science Curriculum*. London: Routledge (pp. 159–180). Routledge.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 71, 33-40.
- Renner, J. W., Abraham, M. R., & Birnie, H. H. (1988). The necessity of each phase of the learning cycle in teaching high school physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(1), 39–58. <https://doi.org/10.1002/tea.3660250105>
- Watts, M., & Ebbutt, D. (1987). More than the Sum of the Parts: research methods in group interviewing. *British Educational Research Journal*, 13(1), 25–34. <https://doi.org/10.1080/0141192870130103>

§

Evaluation of competencies through laboratory practices that have an impact on the graduation profile of engineering students.

Avaliação de competências por meio de práticas laboratoriais que impactam no perfil de graduação dos alunos de engenharia.

Irma Georgina Gómez Vega

Universidad Politécnica de San Luis Potosí | San Luis Potosí | México

<https://doi.org/0009-0008-5261-9098>

irgeog@gmail.com

irma.gomez@upslp.edu.mx

Profesora desde 2009 en laboratorios de Ciencias en Universidad Politécnica de San Luis Potosí, responsable de laboratorios de Ciencias en junio de 2016.

Abstract

In this chapter, 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 of 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, and information technology. 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, competency-based learning, assessment instruments

Resumo:

Neste capítulo da pesquisa, foram elaborados instrumentos de avaliação para medir o impacto no desenvolvimento de competências específicas e no perfil do graduado da introdução de práticas de laboratório de física em estudantes de engenharia da Universidade Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP) e da Universidade de Guanajuato (UG). Essas práticas de laboratório de física têm um design didático que aborda os processos de ensino-aprendizagem, desenvolvendo habilidades no aluno, pois apresenta características diferentes do treinamento tradicional, como o uso de vídeos e tecnologias da informação. A avaliação não está voltada apenas para o conhecimento disciplinar de física, mas também para a forma como as habilidades desenvolvidas impactam no perfil de graduação do aluno, levando em conta o programa específico de engenharia. Para este trabalho, apresentamos quatro casos de programas de engenharia: Industrial, Tecnologia da Informação, Ambiental e Civil.

Palavras-chave: Práticas de laboratório, aprendizagem baseada em competências, ferramentas de avaliação.