

28, 29 y 30 de Agosto de 2013

# **ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA UNA UNIDAD TEMÁTICA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE DE INGENIERÍA DE MATERIALES EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

Dimas, C.<sup>1</sup>, Martínez, G.<sup>2</sup>, Garza J.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>UANL, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

*cgdimas@gmail.com, Gabrilo2009@hotmail.com, jagarza48@gmail.com,*

Trabajo preparado para su presentación en Primer Congreso Internacional de Investigación Educativa RIE-UANL

Eje temático: Estrategias y Procesos Educativos

Sublínea de Investigación: Competencias en la Educación Superior

---

## **RESUMEN**

La Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) se encuentra en un proceso hacia la implementación de sus currículos en base a competencias para satisfacer las demandas de la sociedad moderna a los egresados de sus carreras de ingenierías. Este trabajo presenta un estudio exploratorio sobre el diseño y evaluación de la efectividad de una secuencia didáctica que se pretende implementar en las unidades de aprendizaje de Ingeniería de Materiales bajo el sistema por competencias en la FIME, UANL. El trabajo aquí presentado se efectuó en lo particular sobre la unidad temática *Deflexión en Vigas con Apoyos Simples y en Voladizo aplicando el Método de la Doble Integración*; se muestra el diseño de una secuencia didáctica a través del diseño de una serie de actividades orientadas a desarrollar las competencias particulares previstas para la unidad temática indicada. Se presentan diferentes resultados sobre su implementación, así como la opinión de los estudiantes acerca de la secuencia didáctica implementada.

Palabras clave: Competencias, aprendizaje activo, secuencia didáctica, elemento de competencia.

---

## INTRODUCCIÓN

Los cambios importantes en los logros tecnológicos, en la forma de vida y en los cambios demográficos ocurridos en las últimas décadas han producido una alteración radical en nuestra forma de comunicarnos, de actuar y de pensar; este nuevo entorno social demanda cambios también sustantivos en la formación de los futuros ciudadanos y por tanto plantea retos ineludibles a los sistemas educativos, a las escuelas, al currículo, a los procesos de enseñanza-aprendizaje y por supuesto a los docentes.

El modelo educativo de la Universidad Autónoma de Nuevo León, (UANL), considera que el perfil de egreso de los estudiantes debe estar sustentado en competencias generales y específicas; como características de este nuevo modelo educativo destacan las siguientes: (1) centrado en resultados de aprendizaje, (2) trabajo cooperativo entre alumnos y profesores, (3) exige nueva definición de las actividades de aprendizaje, (4) utiliza la evaluación de manera estratégica con el proceso enseñanza-aprendizaje, (5) adquieren gran importancia las TIC's (Fernández March, 2006):

La definición de *competencia profesional* en la FIME de la UANL (Martínez Alonso & Monsiváis Pérez, 2010) y en la cual se basa el presente estudio es “*competencia* es un conjunto interrelacionado de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que hace posible desempeños flexibles, creativos y competitivos en un campo profesional específico y en un contexto definido”.

Una vez elaborados los perfiles de egreso, se forma la malla curricular que está compuesta por las unidades de aprendizaje que el estudiante cursará y en las cuales se desarrollarán y evaluarán las competencias previstas en el perfil; las unidades de aprendizaje se distribuyen en las áreas de formación básica profesional, formación profesional, formación general y libre elección, cada una de las cuales tiene bien definidas las competencias a las que contribuye o tributa.

La FIME, en lo referente a los perfiles de egreso de las carreras de Ingeniero Mecánico Electricista e Ingeniero Mecánico Administrador, establece para el área mecánica lo siguiente: el egresado posee la competencia para resolver problemas de ingeniería que le permitan diseñar e integrar procesos, elementos, y sistemas mecánicos.

La unidad de aprendizaje de Ingeniería de Materiales, correspondiente al área mecánica, es la tercera unidad de aprendizaje que tributa hacia el perfil de egreso de las carreras antes mencionadas; se cursa durante el 6°. Semestre, habiendo aprobado previamente el alumno las unidades de Estática y Mecánica de Materiales en 4° y 5° semestres respectivamente.

La unidad de aprendizaje de Ingeniería de Materiales está en proceso de incorporarse al sistema por competencias; es una asignatura que tributa fuerte y directamente hacia el perfil de egreso y por esta razón es de suma importancia el buen desempeño de los estudiantes- de aquí surge la justificación de este trabajo. Desafortunadamente, experiencias obtenidas en semestres anteriores bajo el sistema de enseñanza tradicional, muestran un aprendizaje poco satisfactorio.

El presente estudio pretende dar respuesta a esta problemática, respondiendo a la pregunta de investigación: ¿Cómo se debe diseñar la secuencia didáctica para las unidades temáticas de la unidad de aprendizaje de Ingeniería de Materiales, de manera que el estudiante logre desarrollar la competencia específica formulada para dicha asignatura?

El estudio aquí propuesto es un trabajo exploratorio, dado que la unidad de aprendizaje no está aún bajo el sistema por competencias; por esta razón, este trabajo tiene por alcance un sólo grupo en el cual se evalúa el grado de desarrollo de competencias logrado por los estudiantes en la unidad temática de *Deflexión en Vigas Estáticamente Determinadas para Vigas con apoyos simples y en Voladizo aplicando el Método de Doble Integración*.

## MARCO TEÓRICO

El proceso enseñanza-aprendizaje centrado en el aprendizaje, es llamado instrucción “constructivista”, a diferencia del proceso centrado en la enseñanza que es llamado “objetivista”. En la teoría constructivista, el aprendizaje ocurre cuando los estudiantes se comprometen en una actividad que utiliza el contenido y las habilidades que desean aprender; el conocimiento nuevo se construye cuando los estudiantes combinan nueva información con conocimiento ya existente a través del proceso de “reflexión”.

Este cambio en el modelo educativo exige el cambio de rol de estudiantes y profesores; en el caso de los profesores, estos toman los roles de tutor, facilitador; los alumnos adquieren principalmente el rol de autogestor de su aprendizaje –participa en la construcción de su propio proyecto educativo. Por el lado del profesor, un requisito básico es su profesionalización, la cual se traduce en una formación pedagógica institucionalizada y sistemática cuya finalidad es el facilitarle el aprendizaje de sus nuevas competencias (Fernández March, Formación Pedagógica y desarrollo profesional de los profesores de universidad: análisis de las diferentes estrategias, 2003).

La formación de competencias requiere de una metodología que se define como el conjunto de oportunidades y condiciones que se ofrecen a los estudiantes y que se organizan de manera sistemática e intencional (de Miguel, 2005); el método es un plan de acción y debe considerar variables como número y características de los alumnos, materia, profesor, así como variables sociales y culturales; el uso exclusivo de un método es incompatible con el logro de la diversidad de metas y misión que profesores y alumnos persiguen (Fernández March, 2006). El profesor elegirá el método que juzgue más adecuado a la consecución de los logros que pretenda alcanzar con los alumnos; no obstante, la calidad y trabajo intelectual individual es más eficaz que el método de enseñanza en sí (Zabalza, 2003).

Los métodos de enseñanza con participación del alumno donde la responsabilidad del aprendizaje depende fuertemente de su actividad y compromiso, generan un aprendizaje más profundo y significativo; dentro de este marco se distinguen dos tareas que tienen los profesores en el campo metodológico (Fernández March, 2006), a saber, 1) planificar y diseñar experiencias y actividades de aprendizaje coherentes con los resultados esperados y 2) guiar y motivar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

Al dar respuesta a las siguientes dos interrogantes: ¿qué queremos que aprendan nuestros estudiantes? y cuáles son los procesos involucrados en el proceso de aprender?, se vislumbra la selección del método a utilizar; a continuación se presentan una serie de estos métodos: (1) aprendizaje cooperativo, (2) aprendizaje orientado a proyectos, (3) contrato de aprendizaje, (4) aprendizaje basado en problemas, (5) lección magistral, (6) estudio de casos, (7) simulación y juego (de Miguel, 2005) (Prégent, 1990) (Brown & Atkins, 1988).

No se puede hablar de “desarrollo de competencias” sin entender el concepto de “actividad de aprendizaje”.

Una actividad de aprendizaje es una tarea encomendada al estudiante con el propósito de que genere un producto concreto “llamado también *evidencia*” mediante el cual el alumno comprueba al profesor que adquirió la competencia prevista por éste cuando diseñó la actividad en cuestión.

Las actividades forman parte de la decisión metodológica, constituyen unidades de actuación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, son unidades integradas, es decir, están presentes los aspectos formativos tal como la actuación de los profesores, de aquí que es muy importante que se realice una planificación adecuada de las mismas como condición imprescindible para que se desarrolle adecuadamente el proceso de enseñanza-aprendizaje (Fernández March, 2006).

Las actividades de aprendizaje para el desarrollo de competencias tienen características que son imprescindibles para que realmente cumplan su propósito, entre ellas se tienen (Fernández March, 2006): (1) Debe ser válida, es decir, enfocada sobre el elemento de competencia a desarrollar, (2) confrontar al estudiante a una situación de partida compleja, (3) se deben indicar los criterios de evaluación para el producto, (4) el estudiante está activo y el profesor es sólo una guía, (5) debe existir un proceso de reflexión por el alumno para que su aprendizaje sea significativo.

Otros factores deben también tenerse en cuenta al diseñar una serie de actividades, por ejemplo, el número de estudiantes en el grupo, recursos disponibles, experiencia del profesor y los alumnos. No se planea igual una actividad para un grupo de 50 alumnos que para un grupo de 15; o bien, diferente debe ser una actividad que requiere de computadora y proyector a otra que solo requiere de un pizarrón común.

Este trabajo es de carácter exploratorio, preparando la unidad de aprendizaje de Ingeniería de Materiales bajo el sistema de enseñanza por competencias. Tiene como objetivo el diseño y evaluación de una secuencia didáctica, consistente en actividades de aprendizaje orientadas a lograr que los estudiantes desarrollen la competencia particular de la unidad temática de Deflexión en Vigas Estáticamente Determinadas con apoyos simples y en Voladizo aplicando el Método de la Doble Integración. Por otra parte, y como justificación del trabajo, se tiene que una vez estudiados los resultados, la secuencia didáctica, así como las actividades implementadas, se propondrá su aplicación a las unidades de aprendizaje impartidas por otros profesores, así como la incorporación de esta secuencia didáctica a unidades de aprendizaje similares.

## MÉTODO

### Definición y desglose de las competencias

La unidad de aprendizaje de Ingeniería de Materiales forma parte del área de formación profesional para los programas educativos de Ingeniero Mecánico Electricista e Ingeniero Mecánico Administrador impartidos en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). En este trabajo se muestra el desempeño de una secuencia didáctica para la unidad de aprendizaje descrita, en particular, referente a la unidad temática de *Deflexión en Vigas Estáticamente Determinadas* mediante el *Método de La Doble Integración*. Una secuencia didáctica es la manera en que se encadenan y articulan las diferentes actividades de aprendizaje tendientes a lograr que los estudiantes desarrollen las competencias establecidas para las diferentes unidades temáticas (Zabala & Arnau, 2010).

El propósito de este artículo es evaluar la eficacia de la secuencia didáctica propuesta, la cual está conformada de *actividades orientadoras*, *actividades guiadas* y *actividades autónomas*. A partir de la competencia específica de la unidad de aprendizaje de Ingeniería de Materiales, se realiza el desglose en competencias particulares las cuales definirán las unidades temáticas que presenta esta unidad de aprendizaje.

La unidad de Ingeniería de Materiales tiene como competencia específica: seleccionar y aplicar el método más adecuado para determinar deflexiones y esfuerzos en diferentes tipos de vigas y columnas, dependiendo del tipo de carga –estática, dinámica o fluctuante- mediante el uso de métodos analíticos o herramientas de manejo de datos y software de graficación. El proceso de desglose se puede facilitar si damos respuesta a la pregunta: ¿qué debe lograr hacer el estudiante para que pueda demostrar la competencia específica de la unidad?

La competencia particular para la unidad temática de *Deflexión en vigas estáticamente determinadas* se plantea como *Resolver problemas referentes a vigas estáticamente determinadas desde el punto de vista de su deflexión, usando el Método de la Doble Integración para los casos de las vigas con apoyos simples y en voladizo*.

Esta competencia deberá ser desarrollada a partir de una serie de actividades realizadas por el alumno, quien paulatinamente y con participación activa y exhaustiva, logre la adquisición de dicha competencia. Para planificar este proceso se utiliza el concepto de elemento de competencia que se define como aquellas actividades o tareas concretas mediante las cuales se lleva a cabo el desarrollo de la competencia particular (Martínez Alonso & Monsiváis Pérez, 2010). Para cada elemento de competencia se diseñan las actividades que posibiliten su desarrollo, quedando elaborada así la secuencia didáctica que permita desarrollar la competencia enunciada. Cabe señalar que el enfoque por competencias no tendrá éxito si no se establece el ambiente de trabajo y la orientación adecuada, pues es tanto en el aula como fuera de ella en donde el estudiante desarrolla las competencias.

Las actividades diseñadas deberán tener dos funciones, a saber, el desarrollo del elemento de competencia, que es lo fundamental, y la evaluación del desarrollo de dicho elemento, por tanto, se pone de manifiesto que el aprendizaje y la evaluación del mismo no son procesos que se realicen aislados, sino que la utilización de las actividades de aprendizaje como evidencia para la evaluación, promueve la integración y coherencia entre el aprendizaje y la evaluación, a la vez que facilita una valoración del proceso de aprendizaje y no solo de los resultados (Martínez Alonso & Monsiváis Pérez, 2010).

### **Diseño de actividades para la unidad temática *Deflexión en Vigas Estáticamente Determinadas* aplicando el Método de la Doble Integración**

Un factor importante para lograr el desarrollo de competencias por parte del estudiante es aplicar técnicas de aprendizaje activo, por lo que las actividades que se diseñen y apliquen deben ser una manifestación concreta de los aspectos generales de este tipo de aprendizaje.

En nuestro caso se presentan algunas actividades diseñadas y aplicadas en el curso de Ingeniería de Materiales para los programas educativos de Ingeniero Mecánico Electricista e Ingeniero Mecánico Administrador con el fin de posibilitar el desarrollo de la competencia específica y la particular previamente descrita. Es importante señalar que el trabajo aquí expuesto tiene un carácter exploratorio, pues en este momento la unidad de aprendizaje aún no está siendo impartida bajo el sistema por competencias; por otra parte, el estudio tiene como límite o alcance un grupo formado por 13 estudiantes cursando esta unidad de aprendizaje.

El curso en estudio es referente al campo de la mecánica de materiales; Al cursar esta asignatura, el estudiante cursó y aprobó dos unidades de aprendizaje previas, Estática y Mecánica de Materiales. La unidad de Estática es la asignatura que sienta los conceptos básicos tanto de la Mecánica de Materiales como de la Ingeniería de Materiales, por lo que es de esperarse que los alumnos ya tengan un nivel adecuado de las competencias elementales que son necesarias para cursar sin dificultad las asignaturas posteriores. Esto es importante destacarlo, ya que la evaluación de aspectos que se presenta más adelante discrimina entre competencias previas y conocimientos o competencias que están por ser desarrolladas y que por ende reciben más peso en el proceso de evaluación.

El trabajo se realizó en el semestre Enero-Junio del año 2013 para un grupo de 13 estudiantes; para facilitar el diseño de las actividades se elaboró un formato que incluye la descripción del problema, la actividad, la característica propia de la actividad y el elemento de competencia que se espera desarrolle el estudiante, ver Tabla I.

Con el objeto de presentar un resumen sobre la metodología seguida en este estudio, a continuación se señalan los pasos de que consta la investigación: (1) Se identifica la problemática –arriba señalada, (2) se planifica la secuencia didáctica y se diseñan las actividades, (3) se aplica la secuencia en el grupo, (4) se diseña su evaluación y se evalúan, (5) se mide el desarrollo logrado de las competencias, (6) se toma la opinión de los estudiantes, (7) se analizan los resultados y (8) se establecen las conclusiones. A manera de ahondar en el punto (4), es necesario señalar que los instrumentos que se toman para la evaluación son las evidencias presentadas por los estudiantes y que son producto de cada actividad de aprendizaje realizada.

La unidad temática de Deflexión en Vigas Estáticamente Determinadas aplicando el Método de la Doble Integración tiene la competencia particular de: *Resolver problemas referentes a vigas estáticamente determinadas desde el punto de vista de su deflexión usando el Método de la Doble Integración para los casos de las vigas con apoyos simples y en voladizo.*

La secuencia didáctica para lograr el adecuado desarrollo de esta competencia consta de cuatro etapas o actividades: dos actividades orientadoras, una actividad guiada y una actividad autónoma, se sugiere ver la Tabla I para una descripción en detalle de cada una de estas etapas.

La actividad orientadora es la actividad en la cual el profesor introduce la unidad temática. Una viga es un elemento mecánico o estructural relativamente largo y esbelto; en su forma más simple se coloca en posición horizontal y sirve para soportar cargas que pueden ser verticales o en dirección oblicua respecto a su eje longitudinal.

La Figura 1 muestra el diagrama esquemático de una viga estáticamente determinada con apoyos simples; por otra parte, la viga en voladizo es una viga que se sostiene únicamente en uno de sus extremos, por lo que también es llamada viga en voladizo. La Figura 2 muestra el diagrama esquemático de una viga en voladizo, así como su respectiva curva elástica.

Una vez presentadas las actividades orientadoras, se somete al estudiante a una actividad guiada extra-aula que consiste en resolver tres ejercicios sobre la unidad temática. Dado el carácter formativo de esta actividad, se desarrolló con un esquema de corrección (Martínez Alonso & Monsiváis Pérez, 2010); una vez revisadas, se regresan al alumno, pasando a recogerlas uno por uno. En este proceso, el profesor inquiere o cuestiona al alumno sobre los errores, guiándolo para que él mismo reconozca lo que hizo mal; esta actividad proporciona un proceso de reflexión para el alumno y para el profesor; es un proceso de ganar-ganar tanto para el alumno como para el profesor y cumple con el concepto de evaluación formativa.

La secuencia didáctica se cierra mediante una o varias actividades autónomas, ver Tabla I; la evaluación de cada aspecto o paso clave en la solución de estos ejercicios dan al profesor la evidencia mediante la cual evalúa el grado de desarrollo de competencias logrado por el alumno. La Tabla II muestra las evaluaciones de los cuatro aspectos claves que el alumno debe desarrollar para obtener una solución correcta del ejercicio.

Por último, a través de encuestas el alumno muestra su opinión respecto a las actividades realizadas, así como en lo referente a aspectos relacionados con el profesor y la manera en que presenta la unidad temática, las Figuras 5 y 6 muestran estos resultados cuyo instrumento de evaluación fueron las encuestas ya señaladas.

## RESULTADOS

Los instrumentos de evaluación del desarrollo de las competencias de los estudiantes corresponden a la calificación otorgada por el profesor durante las actividades. En el presente trabajo, el grado de desarrollo de los elementos de competencias se evaluó en base a la actividad de trabajo autónomo que se describió anteriormente; la Tabla II muestra los resultados y ponderaciones de estas evaluaciones para los cuatro principales elementos que son necesarios para el desarrollo de la competencia de la unidad temática bajo estudio. La Figura 3 ilustra en porcentaje el grado de desarrollo de las competencias obtenidas por los estudiantes para cada elemento evaluado.

Este porcentaje se obtuvo después de dividir el puntaje alcanzado por todo el grupo en determinado elemento de competencia entre el puntaje máximo posible que pudiera alcanzar también todo el grupo de 13 estudiantes, es decir, ponderación de cada elemento multiplicado por 13 estudiantes.

El gráfico indica: cálculo de reacciones 92.3% muy buen nivel de desarrollo; elaboración de curva elástica 61.5%, aunque se trató en cursos previos no alcanzó a desarrollar la competencia, por lo que es un área de oportunidad. Formulación de ecuación diferencial 60.8% y establecimiento de condiciones en los apoyos 69.2%; este último es un aspecto meramente gráfico por lo que hay que trabajar extensivamente sobre él.

A manera de contraste, la Figura 4 muestra un gráfico comparativo de esta misma unidad temática evaluada por dos sistemas de enseñanza, el aquí presentado a través de la secuencia didáctica descrita, y a través del método de enseñanza tradicional en el semestre Enero-Junio de 2012.

En cálculo de reacciones, la enseñanza tradicional muestra un nivel de aprendizaje del 60%, contra 92.3% del sistema por competencias; la elaboración de la curva elástica, por otra parte, muestra un nivel del 20%, contrastando ampliamente con un 61.5% en el sistema por competencias. De igual manera contrastan la formulación de la ecuación diferencial y el establecimiento de las condiciones en los apoyos con 35 y 44.6% respectivamente en el sistema tradicional, contra 60.8 y 69.2% respectivamente en el sistema por competencias. La Tabla III muestra la evaluación a través de la cual se obtuvieron los porcentajes anteriores.

Con la intención de conocer la opinión de los estudiantes sobre diferentes aspectos de la secuencia didáctica diseñada, se elaboró y aplicó una encuesta en la que se les pedía la evaluación de aspectos de la actividad, como motivación, aprendizaje logrado, planteamiento del problema, aplicación de ecuaciones y elaboración del reporte en general.

También dieron su opinión sobre aspectos relativos al profesor, como claridad en la exposición, material de clase, instrucciones, entre otras. Se utilizó una escala del 1 al 5, siendo 5- excelente, 4- muy bien, 3- bien, 2- regular y 1- mal. La Figura 5 muestra las opiniones sobre la actividad, mientras que la Figura 6 registra las evaluaciones de los aspectos referentes al profesor; los datos muestran: motivación 4.6, lo que indica que la actividad fue bien aceptada. Dos aspectos que sobresalen respecto al profesor, Figura 6, el concepto del tiempo fue evaluado con 3.2, lo cual indica que el profesor debe hacer una revisión en esto y la exposición de clase 4.8, lo cual es bastante aceptable. Respecto a la actividad en sí, el aspecto de aprendizaje logrado fue considerado por los estudiantes como muy bien –una ponderación de 4 en la Figura 5, los otros aspectos también referentes a la actividad resultaron evaluados con 4.2 entre muy bien y excelente.

## CONCLUSIONES

Como resultado de este trabajo se puede concluir que:

Es de carácter exploratorio, ilustró la secuencia didáctica orientada a propiciar el desarrollo de una competencia particular para la unidad de aprendizaje de Ingeniería de Materiales. Es de señalar que esta secuencia didáctica fue aplicada por el docente a un grupo consistente de trece alumnos que cursaron esta unidad de aprendizaje, con lo cual queda establecido el límite o alcance del presente estudio. La competencia particular con que se trabajó fue la de *Resolver problemas referentes a vigas estáticamente determinadas -desde el punto de vista de su deflexión- usando el Método de la Doble Integración para los casos de las vigas con apoyos simples y en voladizo.*

Los resultados indican: el elemento de competencia con mayor porcentaje de desarrollo es el de cálculo de reacciones, se debe a que este elemento lo han venido desarrollando los estudiantes durante dos cursos previos; como áreas de oportunidad se tienen los conceptos referentes a la ecuación diferencial de la curva elástica, a la construcción propiamente de la curva elástica, y al establecimiento de las condiciones en los apoyos. Estos dos últimos elementos de competencia tienen que ver meramente con la lectura de gráficos, queda de manifiesto que se requiere trabajar en actividades de este tipo. De igual manera se debe trabajar en el diseño de actividades sobre la formulación de la ecuación diferencial de la curva elástica, pues los alumnos muestran un 60.8% de desarrollo del aprendizaje.

La pregunta de investigación objeto de este estudio planteada en un principio se responde a través de los datos comparativos que se presentan a continuación: el grupo bajo estudio en el sistema por competencias demostró un promedio de desarrollo de competencias del 71%, mientras en un grupo del semestre Enero-Junio de 2012 en el sistema tradicional obtuvo un nivel muy inferior del 40%, ver Figura 4.

En síntesis, para trabajos futuros se propone: 1) es necesario rediseñar o crear nuevas actividades que incrementen el desarrollo de competencias, 2) diseñar actividades similares para el resto de las unidades temáticas de la unidad de aprendizaje, 3) probar esta secuencia didáctica en grupos más numerosos a fin de observar su validez.

Como contribución de este trabajo, se propone también, la aplicación de este estudio a otras unidades de aprendizaje similares del área de formación profesional impartidas por otros profesores, pues se considera la secuencia didáctica aquí presentada, una herramienta efectiva para evaluar el desempeño de las actividades de aprendizaje.



En general, del presente estudio se destacan principalmente las siguientes conclusiones:

- El aprendizaje logrado mediante la secuencia didáctica aquí propuesta es mayor que mediante el sistema tradicional, lo cual responde la pregunta de investigación.
- la secuencia didáctica presentada bajo el sistema por competencias proporciona mejor desempeño en el aprendizaje de los estudiantes.
- Los elementos de competencia referentes a la interpretación de gráficos no se desarrollaron de manera satisfactoria; siendo esto esencial en un ingeniero, se propone diseñar e implementar más actividades de aprendizaje.
- Dada la importancia de la competencia de interpretación de gráficos para la formación de ingenieros, este es un llamado de atención en general, a todos los involucrados en este proceso - tanto de esta universidad como de otras- a incluir en sus secuencias didácticas actividades que propicien el completo desarrollo de esta competencia; de igual manera, se hace el llamado a que durante el proceso, se dé seguimiento al grado de desarrollo de la competencia que el alumno va logrando.
- Como contribución de este trabajo, se espera que sea aplicado a otras unidades de aprendizaje en el área de formación profesional.
- El tiempo destinado para la realización de la actividad fue calificado de *bien*- 3.2 en la escala, lo cual se debe considerar como motivo de revisión por parte del profesor.
- Las encuestas aplicadas a los estudiantes son herramientas útiles que el profesor puede adoptar como medio de retroalimentación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

## REFERENCIAS

Brown, G., & Atkins, M. (1988). *Effective teaching in higher education*. Londres: Routledge.

de Miguel, M. (2005). Modalidades de Enseñanza centradas en el Desarrollo de Competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Proyecto E.A. 2005-0018*.

Fernández March, A. (2003). Formación Pedagógica y desarrollo profesional de los profesores de universidad: análisis de las diferentes estrategias. *Educación 331*.

Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 35-56.

Martínez Alonso, G., & Monsiváis Pérez, A. (2010). Desarrollo de competencias en un curso de Física para ingenieros. *Latinoamerican Journal of Physics Education*, 683-691.

Prégent, R. (1990). La preparation d' un cours. *Editions de l' École Polytechnique de Montréal*.

Zabala, A., & Arnau, L. (2010). *11 Ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias* (2a ed.). Barcelona, España: Graó.

Zabalza, M. (2003). Competencias docentes del profesorado universitario.

## VII. TABLAS

**Tabla I.** Descripción de Actividades y Elementos de Competencias a ser Desarrollados en la Unidad Temática *Deflexión en vigas estáticamente determinadas.*

Descripción del problema	Actividad	Característica	Elemento de competencia que desarrolla
Determinar la deflexión que sufre la viga mostrada en un punto ubicado en el centro del claro de la viga, si el módulo de elasticidad del material es 200 Gpa y el momento de inercia de la sección es $10 \times 10^6 \text{mm}^4$	1.) Ejercicio de una viga con apoyos simples; dadas las características del material y cargas aplicadas, se desea encontrar la deflexión en un punto específico de la viga.	<b>Actividad orientadora</b> Llevada a efecto por el profesor, aunque con extensiva participación de los alumnos al pedirles que infieran o debatan sobre ciertos pasos claves o procedimientos del problema; alumnos expresan dudas.	a) Cálculo de reacciones en los apoyos o soportes.  c) Planteamiento de la ecuación diferencial de momentos
Si la deflexión máxima en la viga está limitada a 10 mm, seleccione el perfil W más económico que pueda ser utilizado.	2.) Ejercicio de una viga en voladizo; dadas las características del material y cargas aplicadas, se desea encontrar la deflexión en un punto específico de la viga.	<b>Actividad orientadora</b> Consiste en un debate con el profesor como moderador sobre ciertos pasos o procedimientos del problema; Se enfatiza el contraste entre la viga con apoyos simples y la viga en voladizo, por lo que la participación de los alumnos se incrementa y además se aclaran dudas.	e) Elaboración del diagrama de la curva elástica de la viga  f) Obtención de las condiciones de frontera o de apoyo en base al diagrama de la curva elástica
Los ejercicios que se le entregan al alumno como actividad son semejantes a los arriba indicados.	3.) Resolver tres ejercicios extra-aula para entregar al tercer día; éstos les son revisados indicando sus errores y se pide entregarlos nuevamente ya corregidos.	<b>Actividad guiada;</b> uno a uno los alumnos pasan a recoger su tarea, de manera que el profesor cuestiona el método de solución. Este es un proceso de reflexión mediante el cual el alumno reconoce y aprende de sus errores. Por otra parte, también es proceso de reflexión para el profesor pues quizá él propicio el malentendido del alumno.	
Para la viga simplemente apoyada que se muestra, determine la deflexión que sufre la viga en un punto ubicado a 2m del extremo derecho.	4.) Actividad áulica. Se presenta al alumno un problema de una viga y se pide calcular la deflexión en una viga; se proporcionan datos del material y cargas aplicadas sobre la viga.	<b>Actividad autónoma;</b> el alumno utiliza sus propios medios con ayuda sólo de la calculadora.	

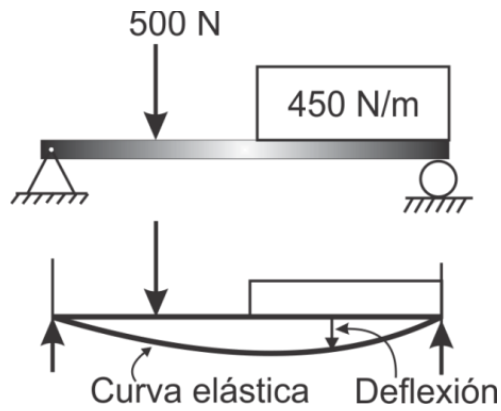
**Tabla II. Porcentaje de Desarrollo de Competencia para cada Elemento a evaluar en la unidad temática, Semestre Enero-Junio 2013**

	Cálculo de Reacciones (15 pts.)	Planteamiento de Ecuación diferencial (35 pts.)	Diagrama de la curva elástica (15 pts.)	Planteamiento de las condiciones en los apoyos (35 pts.)
Puntaje obtenido por todo el grupo	180	277	120	315
Puntaje máximo posible de todo el grupo	195	455	195	455
% Desarrollo de competencia	92.31	60.88	61.54	69.23
Promedio de desarrollo de competencia			71	
Desviación estándar			15	

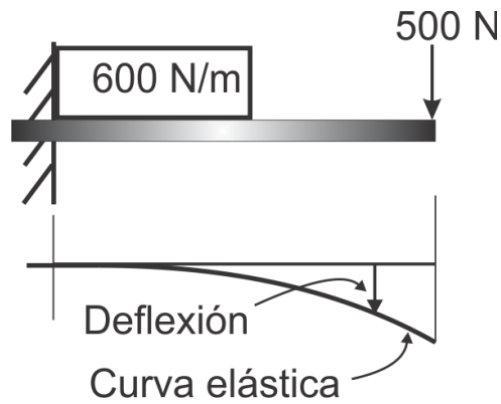
**Tabla III. Porcentaje de Desarrollo de Competencia para cada Elemento a Evaluar en la Unidad Temática, Semestre Enero-Junio 2012**

	Cálculo de Reacciones (15 pts.)	Planteamiento de Ecuación diferencial (35 pts.)	Diagrama de la curva elástica (15 pts.)	Planteamiento de las condiciones en los apoyos (35 pts.)
Puntaje obtenido por todo el grupo	90	122	30	156
Puntaje máximo posible de todo el grupo	150	350	150	350
% Desarrollo de competencia	60	35	20	44.6
Promedio de desarrollo de competencia			40	
Desviación estándar			17	

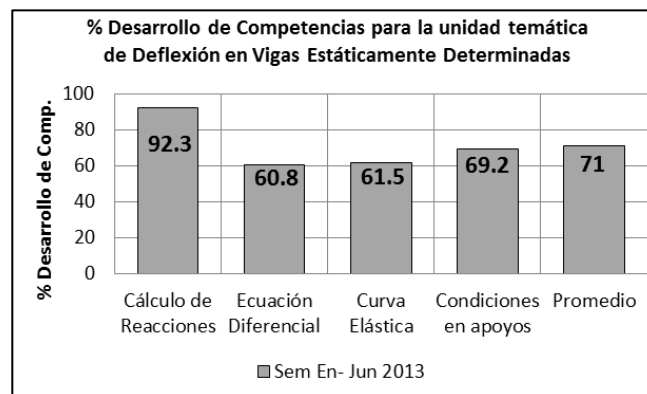
## VIII. Figuras



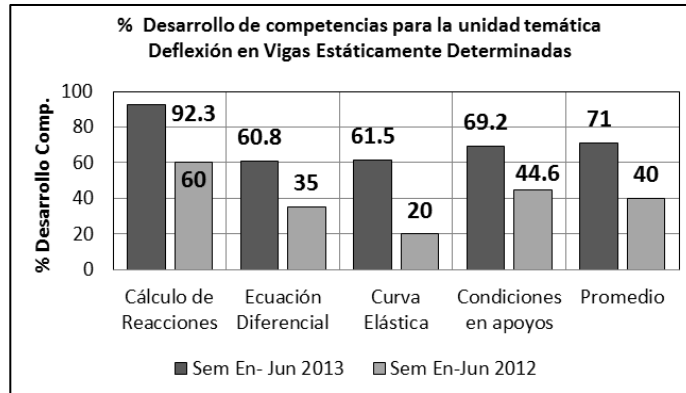
**Figura 1.** Diagrama esquemático de una viga con apoyos simples y su diagrama de curva elástica.



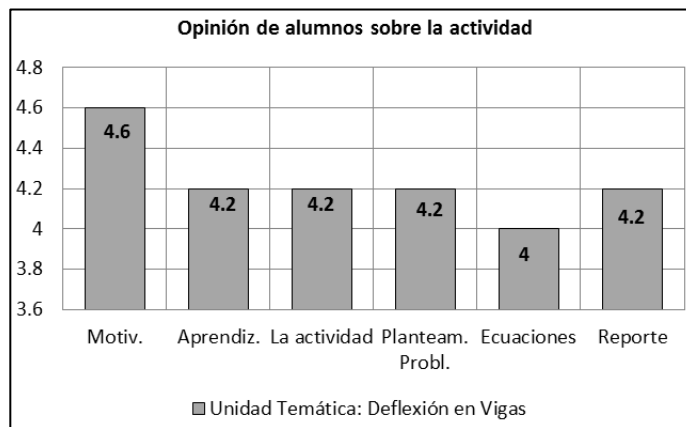
**Figura 2.** Diagrama esquemático de una viga en voladizo y su diagrama de curva elástica.



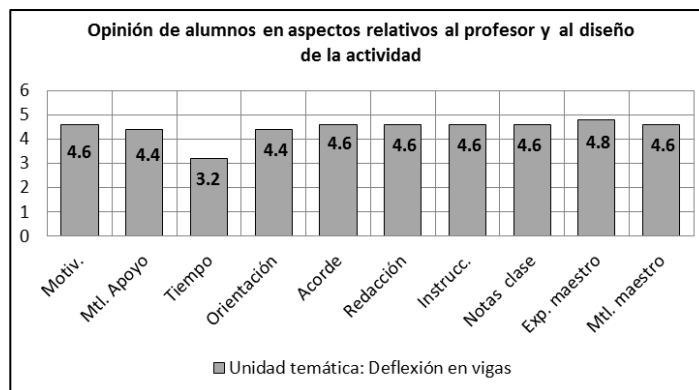
**Figura 3.** Porcentaje de Desarrollo de competencias, semestre Enero-Junio de 2013.



**Figura 4.** Gráfico comparativo de porcentaje de desarrollo de Competencias en los Semestres Enero-Junio 2012 y 2013.



**Figura 5.** Opinión de los alumnos respecto a las actividades realizadas, semestre Enero-Junio 2013.



**Figura 6.** Opinión de los alumnos concernientes al profesor en el semestre Enero-Junio 2013.