



1er. Congreso Internacional de Investigación Educativa



28, 29 y 30 de Agosto de 2013

EXPERIENCIAS EN EL DISEÑO Y APLICACIÓN DE SECUENCIAS DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE, PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS, EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS.

Martínez G. ¹, Monsiváis A. ², Garza J. ³

^{1,2,3} FIME UANL, "Monterey", México
gabrilo2009@hotmail.com, fisica700@yahoo.com, jagarza48@gmail.com

Trabajo preparado para su presentación en el
Primer Congreso Internacional de Investigación Educativa RIE-UANL
Eje Temático: Estrategias y Procesos Educativos.
b) Competencias en la Educación Superior.

RESUMEN / ABSTRACT

Autores sobre el tema de educación superior, opinan que existe un área de oportunidad en el desarrollo de nuevas propuestas para el diseño de cursos en base al modelo de competencias para estudiantes de ingeniería.

En esta investigación, se proponen las etapas para el desarrollo y evaluación de competencias basándose en el análisis de ese concepto y se aplican en el diseño de una secuencia didáctica de la unidad de aprendizaje Física I, para la formación de ingenieros.

La aplicación se evalúa por medio de los resultados obtenidos en las encuestas a los estudiantes de dos grupos pilotos. El desarrollo de la competencia se mide el desarrollo de la competencia por medio de las calificaciones obtenidas en las actividades de aprendizaje del curso y de dos actividades integradoras.

Se concluye que la secuencia diseñada permite el desarrollo de la competencia prevista en los estudiantes.

Se recomienda ampliar este estudio a la totalidad de los grupos así como otras asignaturas con características diferentes, para obtener resultados más generalizados y comprobar la efectividad de los criterios de diseño de la secuencia didáctica.

Palabras clave: Competencias, Actividades de aprendizaje, Secuencias didácticas.

INTRODUCCION

Los currículos basados en competencias (CBC) son una tendencia de diseño curricular y actualmente son el modelo más recurrente para reformar los planes de estudio de las instituciones de educación superior.

Después de su introducción como idea central del Espacio Europeo de Educación Superior (European Higher Education Area, 2010), las competencias se han convertido en un indicador importante de la modernidad de un diseño curricular, lo cual puede ser comprobado por el hecho de que el concepto está presente en las políticas educativas de varias entidades internacionales, tales como la UNESCO, la OEI, la OIT y la OCDE (Tobón, 2007).

Esta tendencia a reformar los currículos, para transformarlos a competencias, se debe fundamentalmente a que los CBC pudieran constituir una solución a problemas que presenta la educación superior y a la necesidad de responder a las nuevas exigencias, que la sociedad actual presenta a los egresados de todas las carreras. Para que un modelo basado en competencias constituya una solución real a los problemas presentes en la educación superior, son necesarias una serie de condiciones que van más allá del diseño curricular. Autores como Díaz Barriga (2006), Gimeno Sacristán (2009) plantean dudas acerca de si realmente este enfoque constituye una salida aplicable a los problemas que presenta la educación superior, partiendo de su debilidad conceptual. Como señala Díaz Barriga (2006) “En otros casos, como probablemente en la aplicación del enfoque por competencias, tal vez esta ausencia de una dimensión conceptual sea la causante de la generación errática de procedimientos técnicos” (p.17). Otros autores como Coll (2007), Moya (2010) o Zabala (2007) plantean la necesidad de realizar una fundamentación conceptual profunda de esta nueva tendencia, partiendo de que el concepto de competencia enfrenta limitaciones teóricas y prácticas de difícil solución.

Para que este diseño curricular tenga éxito, es imprescindible que las reformas planteadas lleguen a constituir un verdadero cambio en los cursos impartidos a los estudiantes, en los métodos de impartición de las asignaturas y en las formas de evaluación de los aprendizajes.

La problemática es, como señala Zabala (2007), “no existe una metodología propia para su enseñanza, pero sí condiciones metodológicas generales como que su enseñanza ha de tener un enfoque globalizador” (p.163), lo que plantea ante los profesores la tarea de diseñar sus cursos, bajo este nuevo enfoque, sin tener la fundamentación teórica necesaria.

Por ello el objetivo del presente trabajo es realizar un estudio exploratorio empírico de una secuencia didáctica, diseñada con actividades de aprendizaje ordenadas, en base a ciertas etapas, para lograr el desarrollo de las competencias en estudiantes de ingeniería, correspondientes a una unidad de aprendizaje del ciclo básico profesional. Las etapas se proponen en base al análisis sistémico de la definición de

competencia como un desempeño a lograr y los elementos que incluye dicha definición.

La pregunta de investigación del proyecto que se lleva a cabo es: ¿cómo deben organizarse las secuencias de actividades de aprendizaje, para posibilitar el desarrollo de las competencias, previstas en un curso?. En el caso de este estudio la pregunta se concreta en: ¿contribuye la secuencia didáctica, con actividades ordenadas según las etapas propuestas, al desarrollo de la competencia prevista en estudiantes de ingeniería?.

La importancia de esta investigación radica en que si se logran determinar los criterios para la organización de las actividades de aprendizaje en secuencias, se contribuirá a fundamentar teóricamente el diseño de cursos basados en competencias, lo cual podrá ser utilizado como herramienta importante para la planeación e impartición de los cursos, bajo este enfoque, por parte de los profesores.

El trabajo presentado forma parte de la primera fase de una investigación que actualmente es realizada en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) en la Red de Investigadores educativos de esta Universidad. Esta fase se realizó en una asignatura o Unidad de Aprendizaje (UA) de Física 1, con estudiantes de ingeniería de primer semestre.

MARCO TEÓRICO

Como se ha mencionado las competencias se han constituido como elemento esencial de los desarrollos curriculares, en los últimos tiempos. Es un concepto complejo, que tiene múltiples significados, de acuerdo al enfoque que se pretenda dar al proceso de formación de los estudiantes (Tobón S., Rial A., García J.A., Carretero M.A., 2006).

En el caso de la FIME, UANL, se elaboró un modelo de diseño curricular y se adoptó una definición de competencias, para que sirviera de guía al proceso, que plantea (Martínez Alonso, Garza Garza, Treviño Cubero, & Báez Villarreal, 2012): Se entiende por competencia al 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.

La palabra clave en esta definición es la de desempeño, que son las acciones que realiza una persona para resolver una situación o problema que tiene ante sí. Las competencias son desempeños porque implican siempre una actuación en actividades y/o problemas plenamente establecidos, con base a la movilización de los recursos de que la persona dispone (conocimientos, habilidades, actitudes y valores). Si en las competencias no hay aplicación, no se puede hablar de una verdadera formación de competencias, lo cual es particularmente importante en la formación de ingenieros que es una profesión eminentemente práctica y aplicada.

En toda competencia hay información de entrada (conceptos, leyes, regularidades, información del contexto, conocimiento de métodos de solución, disposición a la actuación), procesamiento (aplicación de métodos, análisis, comprensión, argumentación, proposición y actuación en el contexto) y determinados resultados (un diseño ingenieril, los resultados de un cálculo, elaboración de un producto, resolución de un problema, un prototipo o un informe técnico). Estos elementos de la competencia deben integrarse para posibilitar el desempeño asociado a ella.

En el caso de la FIME se adopta un enfoque constructivista, para el modelo por competencias, ya que se enfatiza en asumir las competencias como: habilidades, conocimientos y destrezas para resolver dificultades en los procesos profesionales. Se parte del criterio que el aprendiz construye sus conocimientos y debe estar activo durante ese proceso de construcción. Independientemente de este enfoque se utilizan elementos de otros enfoques, como el complejo, en determinados aspectos de la implementación del diseño curricular, por ello se adopta un enfoque holístico. El plantear el plan de formación en base a competencias implica realizar una serie de transformaciones en el proceso de enseñanza – aprendizaje, como son: centrarlo en el aprendizaje, desarrollarlo en base a actividades de aprendizaje, coherentes con las competencias a formar y con la inclusión de evaluación formativa y sumativa.

La dificultad fundamental es que no existen referentes teóricos, en el caso de estudiantes de ingeniería, en los que se puedan basar los profesores a la hora de diseñar sus actividades de aprendizaje, para desarrollar competencias, pues la mayoría de los estudios realizados corresponden a otras áreas de la educación. Como ya se ha mencionado varios autores señalan que los actuales enfoques, de la educación basada en competencias, generalmente adolecen de metodologías (del cómo hacer) para su desarrollo (Carrera Hernández & Marín Uribe , 2011), por lo que el enfoque por competencias es una oportunidad para desarrollar experiencias pedagógicas que desborden los esquemas académicos más usuales (Gimeno Sacristán, 2009), lo cual sirve de impulso al desarrollo de investigaciones educativas en esta área.

Autores como Biggs (2001) describen la tarea de un buen diseño didáctico, como el asegurar que no hay inconsistencias entre lo que se pretende enseñar (competencias), los métodos de que se usan, el contexto de aprendizaje seleccionado y los procedimientos de evaluación que se utilizan. Aquí es donde se detectan áreas de oportunidad en los cursos diseñados por competencias, pues en ocasiones se siguen utilizando métodos tradicionales de enseñanza o de evaluación, que han probado no ser efectivos para desarrollar competencias.

En la enseñanza a distancia ha existido más desarrollo en cuanto al diseño de actividades para el aprendizaje, por medio del llamado “diseño instruccional”, por lo cual en el presente trabajo se aplicaron algunas recomendaciones de esa área para el diseño de las actividades de aprendizaje. Últimamente se han referido a este aspecto como el “diseño para el aprendizaje”, o sea el proceso de diseñar, planificar e implementar actividades de aprendizaje (Britain, 2004).

Una actividad de aprendizaje, (Beetham, 2008) es una interacción del estudiante con otros participantes, utilizando herramientas y recursos específicos, orientada al logro de objetivos determinados. Estas actividades de aprendizaje se organizan en secuencias de actividades de aprendizaje o secuencias didácticas (Zabala, 2007).

Las secuencias de actividades de aprendizaje son la manera de encadenar y articular las diferentes actividades, a lo largo de un curso o unidad de aprendizaje, con el fin de lograr el desarrollo adecuado de la competencia prevista.

Diferentes autores (Penzo, y otros, 2010) han propuesto diversas formas de organizar las secuencias para el desarrollo de competencias. Sin embargo la mayoría de estas propuestas tiene su origen en programas de estudio sociales o de la salud y pueden no adaptarse a la formación de ingenieros.

Por ello en este trabajo se propone basarse en una serie de etapas para el logro del desarrollo de las competencias en el estudiante, que servirán como guía para el diseño de la secuencia didáctica y de las actividades de aprendizaje.

Mediante un análisis podemos identificar entonces que en toda competencia hay información de entrada, un procesamiento (desempeño) y un resultado esperado, por lo que se propone un proceso, para la formación de competencias, de tres etapas:

1ª Etapa de familiarización. En esta etapa el estudiante se familiariza con los conceptos, leyes o modelos que posteriormente serán necesarios para poder llegar a una aplicación práctica. Es importante señalar que no se pretende una simple memorización, sino que el aprendiz construya sus conocimientos y llegue a una comprensión profunda de los mismos, para que logre manejar el lenguaje científico - técnico adecuadamente. Está claro que si el estudiante no llega a comprender el lenguaje, que posteriormente tendrá que aplicar, no podrá desarrollar la competencia prevista, entendiéndose como comprensión la definición de Perkins (1999) que es actuar con flexibilidad en base a lo que uno sabe. Si la competencia presupone desempeños flexibles y creativos, éstos no pueden lograrse sin la comprensión del material.

2ª Etapa de aprendizaje guiado del método. Después de comprender los conceptos, leyes y/o modelos es necesario que el estudiante llegue a dominar el método o procedimiento de aplicación, que es el fin de esta etapa, para lo cual el profesor debe primero mostrar el método y su aplicación en situaciones típicas, para después plantear situaciones que el estudiante intente resolver, aplicando el método propuesto, bajo la guía del profesor. Esta guía debe ser realizada según las necesidades del estudiante (ni mucha que no le permita actuar independientemente; ni poca que no le facilite la tarea cuando se detiene) y debe ir disminuyendo a medida que se avanza en la etapa.

Lo importante es que las actividades planteadas pongan al estudiante ante una situación (aunque sea simple) para resolver la cual debe obligatoriamente aplicar el desempeño, previsto en la competencia. Puede ser útil en esta etapa el uso de las tecnologías de la información, para que el estudiante tenga la posibilidad de

observar, cuantas veces le sea necesario (videos, presentaciones), la aplicación del método o su uso en diferentes situaciones, asimismo comunicarse (correo electrónico, foros de discusión) con su profesor o sus compañeros, para solucionar dudas que le aparezcan durante esta etapa.

3ª Etapa de aplicación autónoma del método. Dado que en el modelo de competencias debe incluirse siempre la aplicación, esta etapa está orientada a que el estudiante, en forma autónoma e independiente, aplique el método propuesto, en la etapa anterior, a situaciones nuevas, aplicando y mostrando el desempeño en toda su extensión.

El profesor debe estar guiando el aprendizaje, pero ya en esta etapa se aspira a que el estudiante trabaje solo e independiente, y solo acuda al profesor o a otros compañeros, cuando no pueda resolver la situación que se le presente.

Es importante notar que en las tres etapas planteadas, la evaluación formativa juega un papel esencial, para dar al estudiante la retroalimentación que necesite, con el fin de continuar su aprendizaje. Por ello las actividades de aprendizaje realizadas en cada etapa tiene un doble papel: promover el desarrollo de la competencia, a partir del desempeño, y posibilitar la evaluación de este desarrollo. Al final del proceso se realiza una evaluación, de tipo sumativo, para constatar el desarrollo alcanzado de la competencia, que puede ser una actividad de tipo integradora.

En el proceso propuesto se está aplicando la característica esencial de una competencia (sus componentes: información, procedimientos y resultados) para diseñar la secuencia didáctica de desarrollo, pero de tal forma que el desempeño de la competencia esté presente en todo momento. Esta es una diferencia esencial entre el proceso aquí propuesto y el de otros autores, como Carrera Hernández (Carrera Hernández & Marín Uribe , 2011) ya que en la mayoría de los casos se descompone la competencia en elementos y se desarrolla cada uno por separado, como se hacía anteriormente en el desglose de objetivos y habilidades, con lo cual desaparece el carácter integrador de las competencias.

Las etapas propuestas se concretizan en una secuencia didáctica de actividades de aprendizaje, orientada al desarrollo de cierta competencia. En cada etapa puede haber una o más actividades de aprendizaje, en dependencia de la complejidad del desempeño a lograr, pero siempre debe cuidarse que el estudiante transite por las tres etapas y que las actividades cumplan con la función de cada una.

El hecho de orientar el diseño de secuencias según las etapas propuestas ofrece ciertas ventajas al implementar cursos, bajo el enfoque de competencias. Primeramente permite organizar las actividades de aprendizaje en un orden secuencial lógico, que se basa en los elementos presentes en la competencia a desarrollar y por tanto en el desempeño a lograr. Por ejemplo no es lógico que una actividad de familiarización esté situada al final del proceso. Por otra parte posibilita que cada actividad incluida en la secuencia, juegue su papel dentro de la misma: haga llegar información al estudiante, proponga un método de solución o

aplique este método. En la tabla 1 se muestran las características fundamentales de cada etapa.

En el marco de este estudio se han detectado secuencias que enfatizan en actividades de la 1ª etapa (familiarización con el lenguaje) pero carecen de actividades orientadas a la 2ª y 3ª etapas (aplicación práctica). Esta situación, según Zabala (2007) es un falso activismo que defiende que los alumnos deben estar permanentemente realizando actividades, aunque no sean efectivas.

Las actividades, a incluir en una determinada secuencia, deben cumplir con los criterios que hacen los especialistas en esta temática como son: que el estudiante esté activo durante la actividad, que sea pertinente para formar la competencia (a partir de la similitud del desempeño), que incluya un proceso de reflexión del estudiante (no sea una repetición mecánica de algo), que tenga un producto concreto (observable y posible a evaluar). (Fernández March, 2006).

Sin embargo a juicio de los autores de este trabajo el criterio más importante debe ser que el desempeño previsto, en la competencia a formar, esté presente en las actividades propuestas.

METODO

La presente investigación se realiza mediante los siguientes pasos:

1. Se detecta dificultad en el logro de la competencia en estudiantes de la UA de Física 1.
2. Se planifica la secuencia didáctica y se diseñan las actividades de aprendizaje, a partir de los criterios ya mencionados.
3. Se aplica la secuencia en 2 grupos pilotos.
4. Se evalúan los resultados obtenidos, utilizando el método cuantitativo con datos de:
 - a. Las opiniones de los estudiantes con encuestas de preguntas cerradas sobre las actividades.
 - b. El desarrollo de la competencia prevista, a partir de las calificaciones obtenidas por los dos grupos de estudio, en las actividades y demás evaluaciones del curso.
5. Se analizan los resultados y se obtienen las conclusiones, para obtener criterios sobre la efectividad de la secuencia desarrollada, que permitan introducir variantes en el diseño realizado.

Se mostrará la aplicación de los diseños de actividades y una secuencia didáctica para el caso de la unidad de aprendizaje (UA) de Física 1, del área básico profesional, impartida en la FIME de la UANL a todos los Programas de Estudio allí impartidos.

Esta asignatura, dedicada al estudio del movimiento mecánico, tiene como competencia específica:

“Resolver problemas de mecánica clásica, relacionados con la ingeniería, para describir y explicar el movimiento mecánico, a partir de la selección del método de solución (dinámico o energético), aplicando lenguajes gráficos y analíticos, utilizando las herramientas adecuadas de software de graficación y manejo de datos”.

Con ésto se contribuye a la formación de la competencia específica de los ingenieros de la FIME, que plantea: Resuelve problemas de ingeniería seleccionando la metodología apropiada, aplicando modelos establecidos, basados en las ciencias básicas, verificando los resultados obtenidos con un método analítico o con el apoyo de una herramienta tecnológica, de forma que la solución sea pertinente y viable, cumpliendo con estándares de calidad y políticas de seguridad.

La UA se divide en tres unidades temáticas: Cinemática del movimiento, Dinámica del movimiento y Principios de conservación, pero para el presente estudio se utilizó la segunda, en la cual normalmente los estudiantes obtienen bajos resultados en su evaluación.

La competencia particular para la Unidad Temática de Dinámica es la siguiente:

Resolver problemas de mecánica, relacionados con la ingeniería, en una y dos dimensiones utilizando el método dinámico, para explicar el movimiento, aplicando conceptos y las leyes de la dinámica, empleando modelos vectoriales y herramientas gráficas.

El método dinámico es uno de los métodos fundamentales de la Física y en su aplicación es importante la correcta conceptualización de la fuerza y las leyes de Newton. Los estudiantes frecuentemente tienen dificultades en:

- Identificar todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.
- Representar correctamente un diagrama de cuerpo libre.
- Aplicar las leyes correspondientes a la situación presentada.

Para apoyar al estudiante en el desarrollo de la competencia descrita, es fundamental que éste logre la comprensión de los conceptos y leyes de la dinámica, resuelva junto con sus compañeros, guiados por el docente, una serie de ejemplos y problemas con la finalidad de mostrar el método a utilizar y, para finalizar deberá enfrentarse de manera individual y autónoma a la solución de un problema dinámico. Para ello se realizó una secuencia didáctica con una serie de actividades de aprendizaje, divididas según las etapas ya mencionadas:

- Familiarización: Video de fuerzas.
- Aprendizaje guiado del método: Diagrama de cuerpo libre.
- Aplicación autónoma del método: Fuerzas en un plano.
- Evaluación sumativa: Examen de Medio curso y ordinario.

Para abordar la primera etapa, se realiza un debate con los estudiantes con respecto al concepto de fuerza y las leyes de Newton, con la finalidad de detectar las ideas previas y confrontarlas con lo que se discutirá posteriormente en base a un video.

La actividad “Video de fuerzas” consiste en visitar la página del video didáctico sobre el concepto de fuerza y las leyes de Newton de la dinámica y obtener la información sobre estos aspectos. En la siguiente sesión de clase, se les proporciona una hoja con preguntas donde se les pide a los estudiantes, den la definición de fuerza y que enuncien las leyes de Newton, además de responder a situaciones donde deben aplicar el concepto partiendo de la comprensión del mismo. Posteriormente se intercambian entre los estudiantes las hojas con las respuestas, con la finalidad de efectuar una coevaluación, apoyándose en una lista de cotejo, que se les proporciona. Mediante esta actividad se logra que se comprenda el concepto de fuerza, que se va a aplicar posteriormente, y se discuta el contenido de las leyes de Newton de la dinámica.

Para la correcta aplicación del método dinámico, en la solución de problemas, se considera imprescindible la realización del diagrama de cuerpo libre (o diagrama de fuerzas). Algunos estudios concluyen que los estudiantes con mejores resultados utilizan el diagrama de cuerpo libre como herramienta para solucionar el problema y como medio de evaluación de su propio trabajo (Rosengrant, Van Heuvelen, & Etkina, 2009). Por la misma causa en algunos libros de texto se dan orientaciones detalladas, de la forma más adecuada para realizar los diagramas de cuerpo libre (Moore, 2006).

Dado que esta herramienta es importante para la correcta aplicación del método dinámico en la segunda etapa, en la cual se pretende al aprendizaje guiado del método. Se les presenta a los estudiantes diversas situaciones de dinámica, del tal forma que el estudiante tenga la tarea de representar correctamente el diagrama de cuerpo libre, utilizando magnitudes vectoriales (fuerzas) en dos dimensiones, utilizando herramientas gráficas. La evidencia consiste en el diagrama de cuerpo libre, que represente correctamente la situación que se le da al estudiante.

Inicialmente a los estudiantes se les orienta, a partir de ejemplos, los pasos a seguir para la elaboración del diagrama de fuerzas como: la localización del cuerpo de estudio, los cuerpos que interaccionan con dicho cuerpo y darle nombre de cada interacción. Luego se identifican con símbolos cada una de las fuerzas involucradas en la interacción, para posteriormente representarlas mediante flechas, en el esquema de la situación descrita. Se les pide que realice un diagrama de cuerpo libre y posteriormente obtenga la ecuación para cada uno de los ejes. De esta manera se realiza el aprendizaje guiado del método para la realización del diagrama de cuerpo libre, permitiendo errores que se discuten para su análisis y eliminación, con una evaluación totalmente formativa.

Los estudiantes muestran la aplicación del concepto de fuerza como “la medida de interacción entre dos o más cuerpos”, identifican los cuerpos que interactúan con el cuerpo de estudio, permitiéndoles identificar las fuerzas que actúan sobre el cuerpo,

representarlas en el esquema y construir de manera más eficiente el diagrama de cuerpo libre, para el análisis a la solución del problema.

Primeramente se trabaja con esquemas y posteriormente con la redacción de una situación de dinámica, para lograr el desarrollo por pasos del procedimiento. En esta parte de la secuencia no se resuelve el problema completo, solamente se obtienen el diagrama de cuerpo libre y las ecuaciones características de la situación descrita.

Esta etapa finaliza con la actividad “Diagrama de cuerpo libre”, cuya evidencia consiste en el diagrama de cuerpo libre, correctamente representado, a partir de una situación que se le da al estudiante. En todas las situaciones se planteaba una tarea de un cuerpo deslizando sobre una superficie horizontal, sobre el cual ejercen fuerzas dos hombres, uno empujándolo y el otro halando por medio de una cuerda, que estaba atada al cuerpo con diferentes ángulos y con fricción entre la superficie y el cuerpo. La tarea era representar con flechas todas las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo, indicando la dirección y sentido mediante flechas. A cada estudiante se le daba una situación un poco diferente, cambiando el ángulo de la cuerda.

A fin de que los estudiantes desarrollen criterios para evaluar el trabajo de otros y además, buscando el desarrollo de otros elementos presentes en las competencias (actitudes y valores) como son la responsabilidad y la honestidad, al terminar la actividad, se intercambiaban las hojas de la evidencia, y se procedía a un ejercicio de coevaluación. Cada estudiante calificaba el diagrama de otro, utilizando una rúbrica de evaluación, otorgando dos puntos por cada fuerza correctamente representada.

Para la tercera etapa se diseñó la actividad extra-clase de “Fuerzas en un Plano”, en la cual el estudiante deberá resolver un problema de dinámica, utilizando un simulador (University of Colorado at Boulder, 2011) con el cual, deberá determinar la fuerza mínima necesaria que se debe aplicar a un cuerpo, seleccionado en el simulador, para que comience a moverse hacia arriba sobre una rampa con fricción. Después de determinar el valor de esta fuerza y utilizando los datos obtenidos en el simulador, deberá justificar su resultado realizando un diagrama de fuerzas, del cuerpo seleccionado. Aquí se produce la aplicación autónoma del método dinámico, completando así las etapas de la secuencia.

Como evaluación sumativa del desarrollo de la competencia se tiene el examen de medio semestre, que está establecido, por acuerdo de la academia de Física 1. Éste incluye cinco problemas, incluyendo uno de dinámica, con la finalidad de evaluar si el estudiante logra la competencia prevista, ya que en ese momento deberá resolver, de manera autónoma e independiente, el problema descrito. La última evaluación sumativa de la competencia se realiza en el examen ordinario, donde ya se incluyen problemas más complejos, incluso de selección del método a aplicar (competencia de la unidad de aprendizaje), pero presenta un problema exclusivo de dinámica para evaluar el desarrollo final de esta competencia.

Para el presente estudio se realizó una evaluación de la secuencia descrita mediante su aplicación en dos grupos pilotos del semestre agosto - diciembre de 2011, con una matrícula total de 97 estudiantes. Se tomaron en consideración dos indicadores para la evaluación: el resultado de encuestas aplicadas a los estudiantes de estos grupos, para recabar su opinión sobre las actividades desarrolladas y las calificaciones obtenidas por ellos, incluyendo los problemas de dinámica del examen de medio semestre y del ordinario, que se toman como indicador del desarrollo de la competencia prevista en la unidad temática de dinámica.

La encuesta fue aplicada por el profesor del grupo, a los estudiantes presentes en la última semana de clases, pidiendo la evaluación de cada una de las actividades realizadas en el curso (14 en total), tomando como criterio el aprendizaje que logró en ellas, o sea el desarrollo de las competencias declaradas en el curso y que los estudiantes conocen. La escala de evaluación que se les ofreció fue de: 5, Excelente aprendizaje, 4, Bueno, 3, Regular, 2, Malo y 1, Muy Malo. Se permitía además la respuesta de “no hice la actividad” para que en el caso de que algún estudiante no hubiera realizado la actividad en concreto, no opinara sobre ella y fuera excluido del estudio. La muestra fue de 70 estudiantes efectivos (que realizaron las actividades) de los dos grupos de estudio, para un 72 % de todos los matriculados.

Para la evaluación del desarrollo de la competencia en este estudio se tomaron como indicadores el por ciento de respuestas correctas, en los problemas de aplicación del método dinámico en los exámenes de medio semestre y ordinario. La idea fue comparar los resultados de los problemas directos del método dinámico (con la secuencia aplicada), con los resultados de otros problemas, de temas donde no se aplicaron secuencias diseñadas bajo los criterios planteados, de ambos exámenes.

RESULTADOS

Encuesta

Los resultados obtenidos en la encuesta aplicada se muestran en la figura # 1, donde se reflejan las evaluaciones de las 3 actividades de esta secuencia didáctica, de acuerdo al aprendizaje que lograron en ellas, y el promedio de las actividades del curso (13 en total). Se observa que el promedio de todas las actividades del curso fue de 3.60 con una desviación estándar de 0.25 lo que nos da un intervalo de variación de 3.35 a 3.85. En el caso de las actividades de la secuencia de dinámica se obtienen valores de 4.02, 3.50 y 3.88, todos dentro del intervalo de posible variación, menos la primera que obtiene un resultado superior al mayor de la variación, lo cual es muy positivo. La actividad de diagrama de fuerzas aun cuando

tiene valor por debajo del promedio (3.50 y promedio 3.60) está dentro del posible intervalo de variación de esta variable.

Como se observa de la figura el grupo piloto # 2 (GR 2) casi siempre evalúa las actividades por encima del # 1 (GR 1), sin embargo en la de diagrama de fuerzas no fue así, lo que influyó notablemente en el bajo valor obtenido. De todas formas puede considerarse que los estudiantes valoran positivamente el aprendizaje logrado en las actividades 1 y 3, (por encima del promedio) y debe ser motivo de revisión la actividad 2 de diagrama de fuerzas.

Calificaciones de actividades

En la figura # 2 se pueden observar las calificaciones obtenidas por estos dos grupos en las tres actividades y el promedio de todas las calificaciones de las 13 actividades del curso, utilizando una escala de 1 a 10 (excelente; todo correcto). El promedio de calificaciones de todas las actividades es de 6.07 con una desviación estándar de 1.25. Los valores van desde una actividad con un valor mínimo de 3.58 hasta una con un máximo de 7.60. Se observa que las calificaciones obtenidas por los estudiantes van aumentando desde la inicial (promedio de 5.50, con los dos grupos casi iguales) hasta 7.30 en la última actividad, con los dos grupos bastante diferentes, ya que el grupo 2 obtiene un alto promedio de 8.10. Este aumento en las calificaciones da una idea de que los estudiantes, al ir transitando por la secuencia, van logrando un desarrollo de la competencia prevista y en general las dos últimas actividades tienen promedios de calificaciones por encima del valor promedio del curso, destacando la de fuerza en un plano con 7.30, que es un valor alto teniendo en cuenta que significa la aplicación autónoma del método.

Calificaciones de exámenes

En la figura # 3 se muestran los datos del por ciento de respuestas correctas en el examen de medio semestre, ordenadas de mayor a menor. Se observa que la media de respuestas correctas es de 39 %, con dos problemas por encima de este promedio (la 2 con 62 % y la 1 con 49 %). El problema dirigido a evaluar la competencia de la unidad de dinámica tiene un por ciento de 41, ligeramente superior al promedio general y superior a los problemas 3 y 4. Este resultado puede considerarse bueno, teniendo en cuenta que es un problema con alto grado de dificultad y que generalmente obtiene resultados inferiores, por lo que puede considerarse que el desarrollo de la competencia del método dinámico es aceptable.

En la Figura # 4 se muestran los resultados del examen ordinario (actividad # 14 del curso) de nuevo con los por cientos de respuestas correctas en cada problema, ordenados de mayor a menor. Se observa que el promedio es de 47 %, mientras que el problema de dinámica tiene el por ciento mayor de todas los problemas, con un 60 %, con poca diferencia del problema 5, que también contemplaba la aplicación de un aspecto del método dinámico. Este resultado puede considerarse un muy buen resultado de la aplicación de la secuencia, en el método dinámico, pues alcanzar un 60 % de respuestas correctas, en un examen ordinario demuestra que el

desarrollo de la competencia de aplicación del método dinámico es bueno, no muy típico de exámenes de Física, que generalmente obtiene resultados más bajos.

Como comparación en el semestre enero - junio 2011, donde no se aplicó la secuencia mostrada en este estudio, el por ciento de respuestas correctas, en el problema de dinámica del examen ordinario, para dos grupos con matrículas similares fue de 35 %, o sea muy inferior al logrado con la aplicación de la secuencia diseñada, lo cual puede ser un criterio a favor de la efectividad de la misma, para el desarrollo de la competencia objeto de estudio.

Se ha mostrado, con estos datos, que los estudiantes de los grupos de estudio tienen una aceptable opinión sobre el aprendizaje que logran con las actividades aplicadas y además logran un buen desarrollo de la competencia planteada, a partir de los resultados de las calificaciones en las actividades integradoras.

CONCLUSIONES

Se ha hecho una propuesta de etapas para diseñar secuencias didácticas para lograr el desarrollo de competencias profesionales, basándose en un enfoque constructivista. La propuesta de etapas se aplicó en la unidad de aprendizaje de Física 1, para estudiantes de ingenierías y específicamente en la unidad temática de dinámica del movimiento.

Para evaluar la efectividad de la secuencia aplicada se tuvieron en cuenta indicadores de la opinión de los estudiantes y las calificaciones obtenidas en varios ejercicios de evaluación, incluyendo las propias actividades de la secuencia y dos tipos de exámenes.

De los resultados mostrados puede considerarse que la secuencia didáctica diseñada y aplicada, para el desarrollo de la competencia de resolver problemas por el método dinámico, obtiene buenos resultados, tanto en la evaluación que los estudiantes hacen de las actividades utilizadas, comparada con las de otras actividades del curso, como por el resultado que se logra en el desarrollo de la competencia prevista, medido en base a los resultados de las problemas correspondientes en los exámenes. Por tanto la respuesta obtenida, a la pregunta formulada en el marco de este estudio, es que la secuencia didáctica, con actividades ordenadas según las etapas propuestas, contribuye positivamente al desarrollo de la competencia prevista en estudiantes de ingeniería.

Se considera por tanto que las etapas planteadas para el diseño de secuencias didácticas, para el desarrollo y evaluación de competencias, son adecuadas y permiten tener una herramienta preliminar para aplicar en el diseño de cursos, basados en competencias.

Debe tenerse en cuenta que los resultados mostrados fueron obtenidos en una UA del área básico profesional de ingenierías, de primer semestre, por lo cual es necesario realizar estudios posteriores en asignaturas del área profesional y de otros semestres, donde el contexto de aplicación es diferente.

En el estudio realizado se detecta que la actividad de diagrama de fuerzas obtiene un resultado bajo en las encuestas, en uno de los grupos pilotos, utilizados en este estudio (el GR 2), por lo que se considera importante realizar un análisis posterior y posiblemente un rediseño.

Los profesores y jefes de academia del área básica profesional pueden utilizar estas etapas para elaborar en forma más eficiente las secuencias de actividades en sus cursos, de forma que cumplan con el criterio que se ha considerado fundamental en este trabajo y que es la presencia del desempeño en la mayoría de las actividades diseñadas.

Una recomendación de este estudio es continuar con las investigaciones, con el objetivo de obtener más resultados de la aplicación de estas etapas, en otras unidades de aprendizaje de la formación de ingenieros, para comprobar la efectividad de los criterios de diseño y obtener resultados más generalizados.

REFERENCIAS

- Beetham, H. (2008). Review: Design for Learning, programme phase 2. Obtenido de JISC: www.jisc.ac.uk/designlearn
- Biggs, J. (2001). Teaching for Quality Learning at University: What the Learner Does. London: Open University Press.
- Britain, S. (2004). A Review of Learning Design: Concept, Specifications and Tools. Recuperado el 15 de noviembre de 2012, de JISC: http://www.jisc.ac.uk/uploaded_documents/ACF83C.doc
- Carrera Hernández , C., & Marín Uribe , R. (2011). Modelo pedagógico para el desarrollo de competencias en educación superior. Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación, 11(1).
- Coll, C. (2007). Las competencias en la educación escolar: algo más que una moda y mucho menos que un remedio. Aula de Innovación educativa(161), 34 - 39.
- Díaz Barriga, A. (2006). El enfoque de competencias en educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio?. Perfiles Educativos, XXVIII(111), 7- 36.
- European Higher Education Area. (2010). Budapest-Vienna Declaration on the European Higher Education Area. Budapest - Vienna.
- Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. Educatio, Siglo XXI, 24, 35 - 56.
- Gimeno Sacristán, J. (2009). Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo? (2 ed.). Madrid, España: MORATA.
- Martínez Alonso, G. F., Garza Garza, J. Á., Treviño Cubero, A., & Báez Villarreal, E. (2012). Modelo para el diseño curricular por competencias y su evaluación

- en carreras de ingeniería. Foro Mundial de Educación en Ingenierías. Buenos Aires, Argentina.
- Moore, T. A. (2006). Física, seis ideas fundamentales, T 1. México: McGraw Hill, 2 a Ed.
- Moya Otero, J., & Luengo Horcajo, F. (Noviembre de 2010). La concreción curricular de las competencias básicas: un modelo adaptativo e integrado. *Participación Educativa*(15), 127 - 141.
- Penzo, W., Fernández, V., García, I., Gros, B., Pagès, T., Roca, M., y otros. (2010). Guía para la elaboración de las actividades de aprendizaje. Barcelona: Ediciones OCTAEDRO.
- Perkins, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? En W. Stone, La enseñanza para la Comprensión. Buenos Aires: Paidós.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Etkina, E. (2009). Do students use and understand free-body diagrams? *5*(010108), pags 1 - 13).
- Tobón S., Rial A., García J.A., Carretero M.A. (2006). Competencias, calidad y educación superior. Bogotá, Colombia: Magisterio.
- Tobón, S. (Enero - Diciembre de 2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *ACCIÓN PEDAGÓGICA*(16), 14 - 28.
- Zabala, A. (2007). 11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias. Barcelona: Ed. Graó.

Tablas y Figuras

Tabla1. Etapas del proceso para el desarrollo de competencias

Etapa:	1a	2a	3a	
Nombre:	Familiarización.	Aprendizaje guiado del método.	Aplicación autónoma del método.	
Función de la etapa:	Lograr la comprensión del lenguaje, conceptos, leyes.	Mostrar el método a utilizar mediante ejemplos resueltos y propuestos.	Que el estudiante aplique el método propuesto a situaciones nuevas.	Evaluación Sumativa
Evaluación:		Evaluación formativa		

Figura2: Calificación de actividades de la secuencia de dinámica y promedio de todas las actividades del curso.

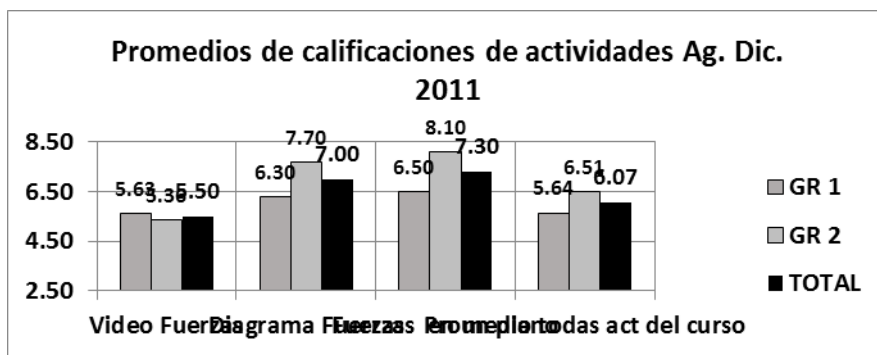


Figura3: Por cientos de respuestas correctas de problemas de examen de medio semestre.

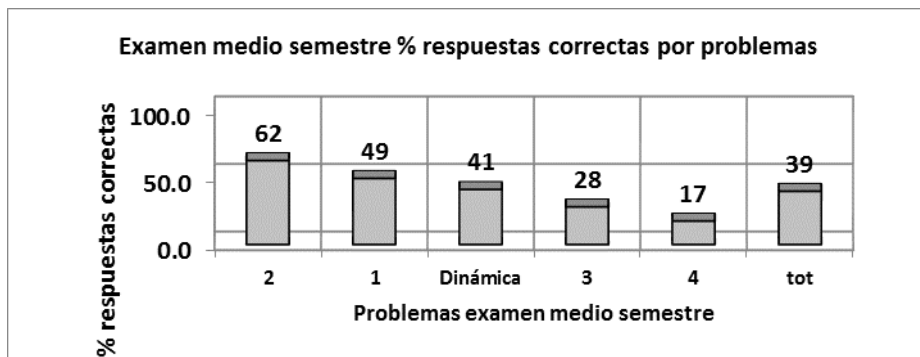


Figura4: Por cientos de respuestas correctas examen ordinario, por problemas.

Examen ordinario % respuestas correctas por problemas

