



Una propuesta didáctica en la enseñanza de la estática utilizando apoyos tecnológicos

L. Ceciliano†, O. E. Varón^a y E. Herappe

Departamento de Metalmecánica. Instituto Tecnológico de Toluca. Av. Tecnológico S/N, Exrancho La Virgen, Metepec, México. C.P. 52140; lcecilianoh@yahoo.com.mx, eherappej@ittoluca.edu.mx.

a) Centro Universitario U.A.E.M. Atlacomulco. Km. 60 carretera Toluca-Atlacomulco. C.P. 50450, Atlacomulco, México. naveed7evm@yahoo.com.mx.

† Autor para la correspondencia

Recibido el 1/07//2007. Aprobado en versión final el 15/07/2007.

Resumen. En el presente trabajo, se propone la utilización del software educativo *Working Model*, como apoyo didáctico, para lo cual se elaboró un manual de prácticas de laboratorio para la materia de Estática, el cual abarca los siguientes temas: equilibrio de la partícula, momento de fuerza, análisis estructural, centros de masa y gravedad de un cuerpo rígido, fricción; con dicho material se pretende medir mediante criterios de evaluación establecidos, competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales desarrolladas por los alumnos, y de esta manera aportar una solución en parte del problema de equipamiento de los laboratorios, brindando a alumnos y profesores un apoyo para cumplir con los objetivos de la parte experimental del programa correspondiente.

Abstract. The present work, intends the use of the educational software *Working Model*, like didactic support, for that which a manual was elaborated of practical of laboratory for the matter of Static, which embraces the following topics: balance of the particle, moment of force, structural analysis, centers of mass and graveness of a rigid body, friction; with this material it is sought to measure by means of established evaluation approaches, the conceptual, precedings, attitudeings competitions developed by the students, and this way to contribute a solution partly of the problem of equipment of the laboratories, offering students and professors a support to fulfill the objectives of the experimental part of the corresponding program.

Palabras clave. Didáctica 01.04, estática, 07.10h.

1 Introducción

El estudio de la física, en la mayoría de las ocasiones se concreta solamente a la exposición por parte del docente, utilizando como apoyo didáctico el gis y el pizarrón. En numerosas ocasiones, en las instituciones educativas no se cuenta con un espacio físico propio, ni con el equipo de laboratorio adecuado para impartir las materias de física con un enfoque experimental. Más específicamente en las carreras de ingeniería electromecánica y mecatrónica del Instituto Tecnológico de Toluca los estudiantes requieren una formación práctica. Por tal motivo, la materia de Estática que se encuentra situada

en el segundo semestre de la retícula de dichas carreras, cuenta para su impartición con cinco horas a la semana, tres de ellas con el objetivo de desarrollar los conceptos teóricos y las dos restantes, para la parte experimental, por esta razón, en éste trabajo se implementó a través del proyecto de residencias profesionales, la elaboración de materiales didácticos con ayuda de la infraestructura que existe en la institución, es decir: personal humano, soporte tecnológico como equipos de computo asociados al laboratorio de computación, así como el software correspondiente. Se utilizó como apoyo didáctico el software educativo *Working Model*, para la elaboración de un manual de prácticas de laboratorio para la materia de Estáti-

ca, así como los criterios de evaluación de los contenidos de las prácticas.

2 Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo la creación de un instrumento didáctico (manual de prácticas de laboratorio) que sirva de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje por competencias para un curso de estática, utilizando el software educativo *Working Model*.

3 Marco Teórico

El aprendizaje podría entenderse como un proceso del que resulta un producto, si dicho producto se mantiene de forma más o menos estable, el sujeto ha aprendido algo. El producto o fruto es lo que el sujeto hace, sabe o piensa como consecuencia de ese proceso de aprendizaje.

Dentro de los factores internos que intervienen en el aprendizaje, se encuentran:

- a). La maduración, es decir que el cuerpo tenga las condiciones necesarias tanto fisiológicas como neurológicas.
- b). Capacidades del sujeto que aprende, que pueden ser tanto intelectuales como físicas.
- c). El ambiente, que constituye el estado de disposición óptima hacia el aprender, en otras palabras, la motivación.

Otros factores que son externos al individuo, pero que tienen amplia relación en el aprendizaje, son las condiciones externas como la práctica, los medios disponibles, el lugar donde se desarrolla, los métodos que siguen¹.

Estos factores dependen en gran medida del docente, en cuanto debe buscar las estrategias necesarias para lograr un aprendizaje que le permita al alumno apropiarse de los conocimientos, relacionarlos con los que adquirió anteriormente y los que vaya obteniendo en otras unidades de aprendizaje, así como ponerlos en práctica en situaciones concretas.

Es por ello, que analizando el papel del profesor dentro del proceso de la enseñanza se observan tres aspectos básicos: la planeación, que consiste en seleccionar los resultados que se busca alcanzar, los materiales en los que se apoyará el docente, así como la sistematización de las actividades; el segundo aspecto que se refiere a impartir la enseñanza; mientras que la importancia del tercero, radica en determinar si el alumno aprendió o bien si alcanzó los propósitos antes establecidos. No obstante, estos tres pasos se encuentran interrelacionados².

El docente entonces, debe facilitar que el alumno maneje, organice, estructure y comprenda la información, para así tomar decisiones que puedan, por ejemplo en esta investigación, manipular la información recibida en el aula y resolver problemas de forma analítica y con ayuda del software educativo *Working Model*, considerando la nueva concepción del aprendizaje que concibe al individuo como un ser activo que construye sus propios cono-

cimientos del tipo declarativo, procedimental y actitudinal.

Específicamente, acerca de los contenidos declarativos se hace referencia al aprendizaje de datos, hechos o conceptos que exigen que el alumno comprenda y no solo memorice. Sobre los contenidos procedimentales, se relacionan con la forma de ejecutar con precisión; conocimiento y comprensión de los pasos necesarios para llegar a un resultado. Mientras que los contenidos actitudinales, como lo mencionan abarcan la valoración de las actitudes hacia el conocimiento³.

La enseñanza directa tanto del conocimiento como de la técnica a emplear; la promoción de la enseñanza recíproca; la práctica guiada; el dominio verbal de la estrategia y del conocimiento, llevará al profesor a promover la práctica independiente, lo que constituye por otra parte una estrategia de apoyo, que busca la sensibilización del estudiante frente al conocimiento al encontrar una utilidad práctica y la manipulación de conocimientos, así como el disminuir la ansiedad, ya que ésta, puede bloquear e interferir el aprendizaje, acercando al estudiante a los contenidos y prácticas, así como permitirle exponer sus dudas de manera personal al profesor, en el caso de alumnos que evitan preguntar durante la clase⁴.

Posteriormente viene el proceso de generalización, donde el profesor debe hacer conscientes a los alumnos de los diversos contextos de aplicación del conocimiento que adquirieron, se da oportunidad de practicar con nuevos materiales y en diversos contextos², es por ello que se debe considerar material que represente un recurso didáctico adecuado a la enseñanza, ya que no solo influye en ella, sino también en los resultados del aprendizaje, que abarcan también suministros, equipo, espacio, libros, personal y tiempo².

De acuerdo a la evaluación del conocimiento, el uso de los materiales didácticos tiene gran relevancia, ya que no solo aporta al docente un producto observable y la oportunidad de prestar atención en el desempeño del alumno en cuanto a las competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales, además apoya en el cumplimiento de la parte experimental necesaria en la enseñanza de ciencias duras; dando además, un eje de análisis sobre la reflexión y el pensamiento crítico del alumno, en éste caso de educación superior, acerca de la clarificación: centrar el problema, analizar argumentos, formular y clarificar preguntas de clarificación; de inferencia: deducir y juzgar deducciones; así como de estrategia y táctica: deducir sobre la acción⁴.

4 Marco metodológico

Se seleccionó un grupo de trabajo formado por un alumno y dos asesores.

Se analizó el programa de estudios de la materia de estática y se escogieron los temas de equilibrio de la partícula, equilibrio de un cuerpo rígido (momento de fuerza), centro de masa, análisis de estructuras y fricción para el desarrollo de las prácticas.

Posteriormente se eligió el paquete *Working Model*, como software educativo para la realización de las prácticas y se desarrollaron las presentaciones en *PDF* y en *Power Point* de los materiales correspondientes a la parte teórica de cada una de las prácticas, mediante un proyecto de residencia profesional.

Se elaboraron los criterios de evaluación por competencias para cada una de las prácticas.

5 Resultados

A continuación se presentan como resultados los contenidos de una de las prácticas que componen dicho manual.

PRÁCTICA NO. 1.

EQUILIBRIO DE LA PARTÍCULA

Objetivo. Al término de la práctica el alumno será capaz de plantear y resolver problemas analizando el equilibrio de una partícula en un espacio dado, aplicándole diversas fuerzas a diferentes masas que se encuentran en diferentes campos gravitacionales, con ayuda del software *Working Model* y de forma analítica con el propósito de aplicar sus conocimientos y habilidades a situaciones concretas de la ingeniería.

Introducción. Se estudiarán las condiciones de equilibrio de la partícula en términos de los cuatro conceptos básicos que definen una magnitud vectorial, en nuestro caso particular una fuerza (punto de aplicación, magnitud, dirección y sentido), así como el principio de superposición para la obtención de una fuerza resultante y equilibrante para el caso cuando sobre la partícula actúa un sistema de N fuerzas⁵.

Además, los resultados obtenidos para una partícula pueden emplearse directamente en una gran cantidad de problemas relacionados con las condiciones de equilibrio o movimiento de cuerpos o sistemas reales y esto se podrá observar con ayuda del software.

Material y equipo. -Computadora personal. -Software *Working Model* (2D ó 3D) instalado. -Impresora. -Una partícula de masa de un kilogramo. -Hoja de cálculo o papel milimétrico (espacio de trabajo).

METODOLOGÍA DE LA PRÁCTICA

Planteamiento del problema. Analizar el equilibrio de una partícula en un espacio dado, aplicándole diversas fuerzas que actúan sobre diferentes masas las cuales se encuentran en diferentes campos gravitacionales (planetario, terrestre o vertical y antigravitacional) con ayuda del *Working Model*.

Hipótesis. El equilibrio de una partícula depende del campo gravitacional (peso) donde se encuentra.

Si una partícula no está en equilibrio existe una fuerza resultante que actúa sobre la partícula, entonces debe de existir una fuerza equilibrante que lleva a la partícula a su estado de equilibrio, sin importar en campo gravitacional en que esta se encuentre.

Conocimientos aplicados. Manejo de *Working Model*. Conceptos de magnitud vectorial, fuerza y campo gravitacional. Principio de superposición. Métodos para

obtener la resultante y equilibrante de un sistema de vectores.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

- *I.-Verificación de la hipótesis.*

Realiza las siguientes actividades:

Ya que tienes seleccionada una masa de un kilogramo, aplica a dicha masa una fuerza cuyas componentes sean: $F_x = 0 \text{ N}$ y $F_y = 9.81 \text{ N}$

Activa el comando arrancar cerciorándote que la masa esté en un campo gravitacional (vertical, utilizando en valor de $g = 9.81 \frac{m}{s^2}$).

Observa que sucede después de esto con la masa y anota tus observaciones en tu reporte final de la práctica.

Aplica nuevamente otra fuerza a la masa cuyas componentes son $F_x = -200 \text{ N}$ y $F_y = 200 \text{ N}$

¿Hacia que dirección se desplaza la masa?

Anota tus observaciones en el reporte final de la práctica.

Ahora realiza tus cálculos y busca la fuerza equilibrante y escríbelos en el reporte final de la práctica.

Comprueba tus cálculos con el paquete y repórtalo en el reporte final de la práctica.

¿Se acepta o rechaza la hipótesis? explica tu respuesta sustentándola con los contenidos del apartado “conocimientos aplicados” de la práctica en tu reporte final.

- *II.-Realización de un ejercicio planteado por el alumno.*

Plantea una situación determinada aplicada a la ingeniería, con ayuda del paquete simula un cuerpo de masa arbitraria colocándolo en un campo gravitacional vertical, aplícale dos fuerzas arbitrarias diferentes (elija sus componentes rectangulares respectivas) y obtén la fuerza resultante que actúa sobre la masa de forma analítica y comprueba tus resultados con el paquete y reporta tus procedimientos utilizados en la obtención de resultados en el reporte final de la práctica.

En la Tabla I (criterios de evaluación) se observa que los criterios asociados a las competencias que se buscan desarrollar en el alumno son: utilización correcta del lenguaje matemático y científico, elaboración correcta de los cálculos con el paquete, en ambas actividades; secuencia lógica y congruencia de los conceptos y contenidos, éste último específicamente en el planteamiento del problema, forman parte de las competencias conceptuales, procedimentales, ya que constituyen conocimientos teóricos y prácticos que el alumno debe combinar para poder experimentar con la información que se le propone y con ello aceptar o rechazar una hipótesis, además de ser capaz de plantear una situación real lo cual forma parte de las competencias *del saber y saber hacer*. Los criterios específicamente procedimentales son: utilización correcta de los medios tecnológicos: *Working Model* y *Word*. Los criterios actitudinales, son complementarios a los dos restantes, ya que es necesario que el alumno aplique los conocimientos previos y los que va adquiriendo, para así formular un problema apegado a la

realidad, lo que busca que el alumno se comprometa con el conocimiento, encontrando una utilidad. Sobre la formación integral del alumno (ortografía, redacción), ésta propuesta da la oportunidad de valorarla, además de evaluar directamente los temas del programa.

Tabla I Criterios de Evaluación		
Hipótesis	Puntaje	Competencia
Ortografía (0 errores)	0.3	C/P
Ortografía (de 1 a 10 errores)	0.2	
Ortografía (11 errores o más)	0	
Redacción (0 a 5 errores)	0.3	C/P
Redacción (6 a 10 errores)	0.2	
Redacción (mas de 10 errores)	0	
Utilización correcta del lenguaje matemático (100% a 80%)	1.0	C/P
Utilización correcta del lenguaje matemático (menos del 80% al 60%)	0.8	C/P
Utilización correcta del lenguaje matemático (menos del 60% al 50%)	0.5	
Utilización correcta del lenguaje matemático (menos del 50%)	0	
Utilización correcta del lenguaje científico (100% a 80%)	1.0	C/P
Utilización correcta del lenguaje científico (menos del 80% al 60%)	0.8	
Utilización correcta del lenguaje científico (menos del 60% al 50%)	0.6	
Utilización correcta del lenguaje científico (menos del 50%)	0	
Utilización correcta del medio tecnológico (Working Model)	0.5	P
Utilización correcta del medio tecnológico (Word)	0.5	P
Contenido (60% o más de los temas)	0.2	C
Contenido (menos del 60% de los temas)	0	
Elaboración correcta de los cálculos	0.6	C/P
Comprobación de los cálculos con el paquete	0.4	C/P
Creatividad (que utilice una o más formas novedosas en la comprobación de la hipótesis)	0.2	C/P/A
TOTAL	5	
Planteamiento del problema	Puntaje	Competencia
Ortografía (0 errores)	0.3	C/P
Ortografía (de 1 a 10 errores)	0.2	
Ortografía (11 errores o más)	0	
Redacción (0 a 5 errores)	0.3	C/P
Redacción (6 a 10 errores)	0.2	
Redacción (mas de 10 errores)	0	
Utilización correcta del lenguaje matemático (100% a 80%)	1.0	C/P
Utilización correcta del lenguaje ma-	0.8	

temático (menos del 80% al 60%)		
Utilización correcta del lenguaje matemático (menos del 60% al 50%)	0.5	
Utilización correcta del lenguaje matemático (menos del 50%)	0	
Utilización correcta del lenguaje científico (100% a 80%)	1.0	C/P
Utilización correcta del lenguaje científico (menos del 80% al 60%)	0.8	
Utilización correcta del lenguaje científico (menos del 60% al 50%)	0.6	
Utilización correcta del lenguaje científico (menos del 50%)	0	
Utilización correcta del medio tecnológico (Working Model)	0.5	P
Utilización correcta del medio tecnológico (Word)	0.5	P
Contenido (60% o más de los temas)	0.2	C
Contenido (menos del 60% de los temas)	0	
Elaboración correcta de los cálculos	0.5	C/P
Comprobación de los cálculos con el paquete	0.2	C/P
Secuencia lógica y congruencia de los conceptos y contenidos	0.2	C/P
Aplicación correcta de los contenidos	0.1	C
Formulación correcta del problema (creatividad)	0.2	C/A
TOTAL	5	

6 Conclusiones

La utilización de medios tecnológicos tanto para la enseñanza como para la evaluación, brindan al profesor una herramienta valiosa para acercar al alumno a situaciones reales, tanto en la resolución de problemas como en la toma de decisiones, así como en la objetividad de la evaluación ya que da evidencias acerca de las competencias del alumno al final, pero también durante el proceso de enseñanza, lo que permite resolver dudas y aclarar los conocimientos.

Más específico, por parte de la materia se pretende que el alumno entienda y aplique los conocimientos teóricos (competencias conceptuales) contemplados en el programa del curso, que sea capaz de aplicarlos en la solución de problemas asociados a la ingeniería, en particular en el planteamiento del problema de la práctica y en general en la resolución y análisis de situaciones que se le presenten en las asignaturas subsiguientes de la especialidad, donde tendrá que aplicar los conocimientos previos (tanto procedimentales como conceptuales).

Para el profesor, se brinda una herramienta alternativa que complementa el software (*Working Model*), que posee objetivos, indicaciones y criterios de evaluación a través de competencias, lo cual puede complementar su actividad docente.

Se puede observar de la tabla I (Criterios de Evaluación), que la ponderación en los criterios de evaluación se realizó de tal manera que la distribución en porcenta-

jes queda del 70% asociada a la parte de la práctica donde pretende que el alumno entienda y aplique los conocimientos relacionados a los temas de la práctica, así como al manejo de los lenguajes científico y matemático, como la utilización correcta de los medios tecnológicos y de la creatividad del alumno para plantear propuestas y soluciones de los mismos asociados a su área del conocimiento (competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales) y solamente el 30% a la parte asociada a la formación integral del alumno (ortografía, redacción) que seguimos considerando que es parte fundamental en formación del alumno, pero además en conjunto todas ellas nos permiten considerar que se pretende alcanzar una formación integral del alumno mediante el desarrollo de un trabajo multidisciplinario para lograr como producto final un aprendizaje significativo.

Así mismo que el alumno utilice nuevos medios tecnológicos, planteé metodologías y soluciones a diversas situaciones que se le presenten tanto, en el área de la ingeniería como en la vida cotidiana haciendo uso de su

creatividad (competencias actitudinales) y con esto que forme parte de la propuesta de solución del problema del equipamiento de los laboratorios de física en la institución.

Referencias

1. C. Genovard y C. Chica, Guía básica para psicólogos, pp. 104-105 (Herder, Barcelona, 1983).
2. P. Airasian, La evaluación en el salón de clases, p. 6 (Mc Graw Hill, México, 2002).
3. F. Díaz Barriga y R. Hernández, Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, pp 208-210 (Mc Graw Hill, México, 1998)
4. J. Beltrán y J.A. Bueno. Psicología de la educación, cap. 13 (Alfaomega, México, 1997).
5. R. C. Hibbeler, Mecánica Vectorial para Ingenieros “Estática” cap. 1 (Pearson Educación, México 2004).