



EMPLEO DE GRÁFICAS EN EL ESTUDIO DEL CONCEPTO DE ELASTICIDAD EN EL SISTEMA ÓSEO: EXPERIENCIA EN UN CURSO DE MECÁNICA EN LA CARRERA DE MEDICINA

USE OF GRAPHICS ON THE CONCEPT STUDY OF RESILIENCE IN THE SKELETAL SYSTEM: EXPERIENCE IN A MECHANICS COURSE IN MEDICINE CARRIER

Y.C. Marín-Santamaría¹
A.M. Puentes-Ossa²

Resumen

La enseñanza de la física en las ciencias biomédicas y concretamente en medicina implica crear nuevas metodologías que permitan al estudiante comprender los conceptos, las leyes y las teorías científicas, desde su formación como médicos, lo que contribuirá al empleo de los conceptos aprendidos durante su desempeño profesional.

En ese orden de ideas, con el objetivo de contribuir a la comprensión del concepto de elasticidad en el estudio de la biomecánica del hueso se diseñó e implementó, a partir de gráficas de esfuerzo y deformación de huesos sometidos a diferentes tipos de cargas, una unidad didáctica para el estudio de la ley de Hooke y el módulo de Young en el curso de mecánica en la carrera de medicina.

Al final de la implementación de la unidad didáctica se aplicó una prueba en contexto donde se evaluaron conceptos aprendidos y habilidades de los estudiantes en la interpretación de gráficas; esto se realizó a partir de gráficas de esfuerzo y deformación de huesos, resultado de investigaciones en pacientes de distintas edades, sometidos a diferentes tipos de cargas (Nordin & Frankel, 2001). En este artículo presentamos la propuesta metodológica y los resultados de su implementación.

Palabras clave: Enseñanza de la física, biomecánica, tejido óseo, ley de Hooke y módulo de Young.

¹ Estudiante Décimo Semestre de Licenciatura en Física. Grupo Física Aplicada a las Ciencias Biológicas "FIACIBI" fiacibi@udistrital.edu.co

² Universidad Distrital Francisco José de Caldas, myle00ps@hotmail.com



Abstract

The teaching of physics in the biomedical sciences and in medicine specifically involves creating new methods that allow the student to understand the concepts, laws and scientific theories, from their training as doctors, contributing to the use of the concepts learned during his tenure professional.

In that vein, with the aim of contributing to the understanding of the concept of elasticity in the study of the biomechanics of bone was designed and implemented, based on graphs of stress and deformation of bones subjected to different types of loads, a unit Teaching for the study of Hooke's law and Young's modulus in the mechanics course in medical carrier.

At the end of the implementation of the teaching unit test was applied in the context where concepts taught and evaluated students' skills in interpreting graphs, this was made from plots stress and deformation of bones, a result of investigations in patients of different ages, subjected to different types of loads (Nordin & Frankel, 2001). In this paper we present the methodology and results of its implementation.

Keywords: Teaching of physics, biomechanics, bone tissue, Hooke's law and Young's modulus

Introducción

La educación actual de las ciencias biomédicas abandona la idea de que la única forma de aprender medicina es con el paciente y contempla una articulación entre la ciencias teóricas o básicas y las practicas o clínicas, dejando entrever la necesidad de desarrollar nuevas metodologías de enseñanza que contribuyan con la formación del futuro profesional de la salud; algunos autores como Rincón, Moncada y colaboradores. Argumentan la necesidad de renovar el modelo pedagógico tradicional, o sea, la enseñanza/aprendizaje por transmisión/recepción de conocimientos ya fundamentada anteriormente por Ausubel, Novak, etc, respondiendo a la necesidad de una enseñanza disciplinar, dirigida hacia una construcción conjunta de conceptos.

En Colombia, es muy poca la información que se encuentra sobre enseñanza de la física en medicina, Moncada y cols., realizan una investigación en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, con el propósito de evaluar la experiencia de los estudiantes con el examen de pregunta abierta. Llegando a la conclusión que este tipo de exámenes mejoran el aprendizaje, motivan, y desarrollan en los estudiantes ciertas habilidades. Por otra parte David Rincón, hace un corto análisis desde la perspectiva de la anestesiología, sobre los cambios educativos más importantes en los últimos años: Aplicación de la medicina basada en evidencias (MBE); balance entre la teoría y la práctica y disminución de la carga asistencial.

Respondiendo a lo descrito anteriormente, como profesionales de la enseñanza de la física nos parece importante desarrollar metodologías que respondan a esta necesidad, con lo cual implementamos los principios del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para el diseño y desarrollo de una propuesta de enseñanza del concepto de elasticidad en el



estudio de la biomecánica del hueso a partir de gráficas de esfuerzo y deformación de huesos sometidos a diferentes tipos de cargas, con el objetivo de contribuir a la comprensión de la ley de Hooke y el modulo de Young en el curso de mecánica en la carrera de medicina; por ultimo utilizamos la evaluación en contexto como método para hacer una valoración de la viabilidad de este tipo de metodologías.

Metodología

Teniendo en cuenta que nuestra propuesta está asociada a la presentación de los conceptos físicos y la evaluación de los mismos en contexto, se elaboró una matriz de evaluación en la que se incluyeron elementos tanto de la física como de la interpretación de los conceptos estudiados en el contexto de su formación como médicos. Adicionalmente teniendo en cuenta que esta es una propuesta diferente a la enseñanza tradicional se incluyó un ítem que busca establecer el grado de motivación del estudiante.

CRITERIOS	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
Relación física/matemática	-Realiza de forma adecuada los cálculos matemáticos, aunque se le dificulta asociar las cantidades matemáticas y los conceptos físicos.	-Compara de forma aceptable el concepto físico, con el cálculo matemático; pero no es muy clara la aplicación del concepto en estudio en el contexto de su carrera.	-Compara de forma correcta el concepto físico que por medio de un cálculo matemático le esquematiza una situación particular en el contexto de la medicina.
Análisis de gráficas	-Calcula la pendiente de la gráfica pero no la relaciona con modulo de young y no tiene claridad al interpretar desde el punto de vista físico resultados en los cuales este valor aumenta o disminuye.	- Calcula la pendiente de la gráfica y la relaciona con el modulo de young. -Busca hacer una relación con el fenómeno físico aunque le falta fundamento teórico a su argumento.	-Calcula la pendiente de la gráfica y la relaciona con el modulo de young. -Identifica la aplicación que tiene el concepto físico en estudio en el contexto de la medicina.
Análisis dimensional	-Define las variables en estudio pero no realiza un análisis dimensional adecuado, ya que se le dificulta establecer la diferencia entre los términos: <i>variable</i> y <i>unidad de medida</i> (unidad como la asociada a la variable).	-Identifica las variables implicadas en el fenómeno en estudio aunque le falta hacer más énfasis en las unidades que se relacionan con las mismas. -Calcula la pendiente pero no relaciona las unidades correspondientes.	-Define y aplica un análisis dimensional correcto de las variables en estudio a la hora de explicar el fenómeno físico. - Calcula la pendiente y relaciona correctamente las unidades.
Motivación y actitud	-El estudiante no pregunta y tiene una actitud pasiva.	-El estudiante contesta solo cuando se le pregunta y se mantiene atento.	-El estudiante pregunta, argumenta y aporta ideas de profundización en el tema. Muestra actitud de interés.

Tabla 1. Matriz de evaluación.

Teniendo en cuenta que nuestra propuesta busca abordar los temas de la física desde el contexto de la medicina el tema se presenta desde la perspectiva del ABP. Adicionalmente se diseñó una evaluación auténtica (A Atorrsi, 2010), la cual fue aplicada al final de la



clase. A continuación presentamos en detalle la implementación de nuestra propuesta en el aula de clase.

Evaluación en contexto

Para realizar la evaluación en contexto se plantearon problemas bajo parámetros como: comparar diferentes módulos de young para huesos del cuerpo humano, establecer el significado físico de la pendiente haciendo un análisis cualitativo y cuantitativo de la gráfica, identificar los principales puntos críticos en la gráfica, hacer analogías para huesos con diferentes tipos de densidad en cuanto a elasticidad y deformación e identificar como cambia la elasticidad dependiendo de la edad en un ser humano. Esto con el fin de que todo el tiempo se aprecie el proceso educativo que atienda realmente a las expectativas de la realidad que rodea al estudiante y evidencie como este influye en la medicina para que se sienta familiarizado con el referente medico.

Implementación de la propuesta metodológica:

Tema: Ley de Hooke y modulo de Young en el sistema óseo.

Objetivo: Estudiar los conceptos de elasticidad y módulos de Young por medio del uso de gráficas en la práctica médica.

Población: El grupo en el que se desarrollo la metodología se encuentra ubicado en el primer semestre de la carrera de medicina, en un curso de introducción a la física, donde la temática está planteada en torno a la mecánica. El tiempo destinado a la actividad fue de dos horas.

Presentación del tema: El espacio académico en el que trabajamos corresponde a primer semestre por lo que se consideró pertinente iniciar abordando el tema con el uso de implementos de su cotidianidad, por lo que trabajó la deformación con materiales como: una cinta, un caucho y una varilla; estos como material lúdico.

A continuación se hizo la presentación del tema empleando ayuda audiovisual (video beam) y para ubicar los conceptos físicos en el contexto de la medicina se presentaron las propiedades elásticas de materiales biológicos, concretamente del hueso, el material del que está constituido, sus propiedades elásticas, posibles deformaciones, ente otras; discutiendo en conjunto con los estudiantes estas temáticas.

A continuación se presentaron los conceptos físicos fundamentales asociados a la deformación: Ley de Hooke y modulo de Young, adicionalmente se presentaron dos gráficas del hueso uno para el caso de los tipos de esfuerzo que soporta el hueso y otro para la disminución del calcio con la edad. En la figura No. 1 se muestra un ejemplo del tipo de gráficas empleadas para trabajar el tema.

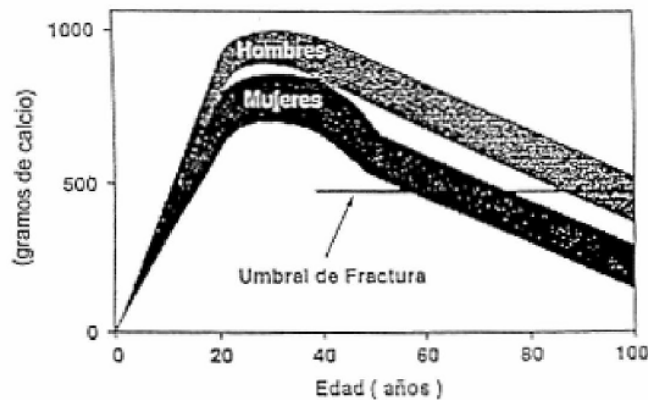


Figura 1. Umbral de fractura en humanos. Tomada de: **Biomecánica tejido óseo** KIN 301 Preparado por: Klgo. Lic. MS. Francisco Guede R. Klgo. Lic. MS. © Juan Caamaño C.

Finalmente se presentó un caso clínico reportado en la literatura médica cuyos resultados se compararon con los conceptos planteados en los libros de texto; haciendo el análisis respectivo luego se aplicó la prueba en contexto con el fin de realizar una evaluación auténtica, en el sentido de evaluar progresivamente y en contexto, los conceptos trabajados en clase.

Análisis y Resultados

Con el objeto de evaluar el desempeño; el desarrollo de habilidades de pensamiento como: razonar, analizar, matematizar, establecer y determinar relaciones, argumentar, sintetizar, entre otras; y el grado de motivación de los estudiantes se aplicó la prueba en contexto; los resultados obtenidos se comparan con los parámetros fijados en la matriz donde se encontró la siguiente información:

Se tomó el caso del hueso del porcino y se les pidió al grupo de estudiantes que analizaran aspectos relacionados con: variación de los parámetros al aumentar la densidad del hueso y en este caso como sería la nueva gráfica de esfuerzo vs deformación junto con un análisis teórico y matemático; adicionalmente analizaron diferentes tipos de huesos, cortical y trabecular, calculando para cada uno de estos módulo de Young, límites de elasticidad, puntos de ruptura etc. Los resultados de la evaluación aplicada fueron sistematizados encontrando los siguientes resultados:

Relación física y matemática: Los estudiantes coincidieron en que si aumenta la densidad cambian las propiedades del hueso, y se necesita aplicar un mayor esfuerzo para que se presenten los diferentes puntos críticos en comparación con el comportamiento típico, afirmando que el módulo de Young se hace mucho más grande con respecto al caso normal, además identificaron que el punto de fractura aparecerá primero en el anciano, luego en el adulto y finalmente el niño; de estos el 66% de los estudiantes asocian la rigidez del hueso a la porosidad, la humectación y al tipo de material, ubicándose en el nivel III; mientras que el 33% solo asocia la rigidez al tipo de material, se ubican en el nivel II.



Análisis gráfico: los estudiantes aplicaron lo descrito en el criterio anterior y lo relacionan con el comportamiento de la gráfica de una forma apreciativa respecto al cambio de los valores, en la mayoría de los casos estiman el comportamiento de la gráfica para el módulo de Young y la pendiente, pero no ubican ni relacionan valores aproximados en la gráfica de esfuerzo/deformación, aunque un pequeño grupo ubican correctamente los puntos críticos, se ubican en los niveles II Y III respectivamente.

Análisis dimensional: el 100% identifica correctamente que el módulo de Young se determina a partir de la pendiente y dependiendo de su valor será mayor o menor el módulo, unos pocos lo calculan pero no hacen un análisis dimensional, mientras que la mayoría define los puntos y variables a utilizar en el cálculo de la pendiente pero no lo realizan, se ubican en el nivel I y II.

Motivación y actitud: la mayoría de los estudiantes se ubican en el nivel III de nuestra escala, mostrando en el desarrollo de la clase un gran interés por el tema, el cual se refleja en la atención prestada, el tipo de preguntas que surgían hacia los docentes y los pares académicos; una pequeña proporción se mantuvo atenta pero no surgían preguntas.

Conclusiones

La evaluación en contexto permitió dilucidar desde los resultados que se puede encaminar al estudiante directamente hacia el concepto partiendo desde su cotidianidad ya que además de pensar que se debe tener cierto conocimiento sobre el tema, también ve utilidades y aplicación para la medicina.

El ABP aporta para que el estudiante explore esa capacidad argumentativa que suele dejar de lado por el afán de mostrar un resultado sin entender el trasfondo; es ahí donde queremos enfatizar en que el uso de graficas debe ser usado como un de las herramientas que permite profundizar en el análisis del fenómeno.

Agradecimientos:

Agradecemos al profesor Carlos Rojas Avellaneda director del grupo de Biofísica de la Pontificia Universidad Javeriana, por facilitarnos su espacio académico para la realización de la prueba piloto.

Referencias Bibliográficas

AGUADO, X. (s.f.). *Universidad de Castilla la Mancha*. Recuperado el 20 de 12 de 2010, de Biomecánica del movimiento:

www.uclm.es/PROFESORADO/xaguado/.../BMD/4.../Clase209.pdf



CASTIBLANCO, O. L., & VIZCAINO, D. (2009). ¿Qué es didáctica de la física? X Conferencia Iberoamericana de Educación en Física Ponencia, (pág. 8). Colombia.

Colegio Oficial de Físicos y Año Mundial de la Física 2005. (2006). *Aportaciones de la Física a la Medicina*. Madrid, España.

FASCE, E., & Cols. (2001). Utilización del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de Física en estudiantes de medicina. Comparación con enseñanza tradicional. *Revista médica de Chile.* , 129 (9), 1031-7.

FIGUEROA, R. (s.f.). *Física y Medicina por Dr. Rodolfo Figueroa*. Recuperado el 27 de Octubre de 2010, de http://www.fisicamedica.cl/?page_id=47

FLICK, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata.

GIL PEREZ, D., & GUZMÁN, M. d. (2002). *Enseñanza de las ciencias y la matemática: Tendencias e innovaciones*. (J. A. Macías, Ed.) Recuperado el Junio de 2010, de Organización de Estados Iberoamericanos Para la educación, la ciencia y la cultura: www.oei.org.co/oeivirt/ciencias.htm

GONZÁLEZ, M. Á. (2002). *Historia, teoría y método de la medicina: introducción al pensamiento médico*. Recuperado el 23 de 12 de 2010, de http://books.google.com.co/:http://books.google.com.co/books?id=USvkOQBxZfMC&printsec=frontcover&dq=medicina&hl=es&ei=V5z9TNO8F4SdlgemqOTeCA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CDQQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false

MONCADA, L., & Cols. (2007). El examen de pregunta abierta: Experiencia en el curso de parasitología. *Revista Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia.* , 55 (3), 153:164.

NORDIN, M., & FRANKEL, V. (2001). *Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético*. Madrid: Mc Graw Hill.

RINCON, D. A. (2007). Cambio de paradigmas en la educación en medicina. *Revista Facultad de Medicina* , 5 (3), 143-145.