

Propuesta de uso de software de diseño mecánico como estrategia de enseñanza de la termodinámica

E. López P^a. H. Iturriza.^a R. Maduro.^a H. García.^a G. Castillo.^a B. Sanchez.^b

a) Departamento Física Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico “Rafael Alberto Escobar Lara”. República Bolivariana de Venezuela. Estado Aragua. Maracay; nikoclaudia5464@gmail.com[†]

b) Instituto Universitario Experimental de Tecnología de La Victoria. República Bolivariana de Venezuela. Estado Aragua. La Victoria

[†]Autor para la correspondencia

Recibido el 1/02/09. Aprobado en versión final el 23/11/10.

Sumario. Es común encontrar a nivel de especialidades como ingeniería la utilización de software de diseño mecánico para el modelado de fenómenos de flujo de fluidos y transferencia de calor. En la presente investigación se pretende mostrar las potencialidades que tienen el uso y aplicación del software denominado *SolidWork*, en el estudio de la variación de temperatura y las isotermas que se forman en diferentes superficies tales como aletas helicoidales corrugadas y barras macizas, tema correspondiente a la unidad de transferencia de calor del programa o cátedra de termodinámica impartida en el Dpto. de Física de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Las apreciaciones iniciales de esta aplicación muestran que los alumnos parecen tener una mejor comprensión del fenómeno de transferencia de energía en forma de calor a través del uso de esta herramienta computacional.

Abstract. It is common to find specialties such as engineering, the use of mechanical design software for modeling of phenomena of fluid of flow and heat transfer. In the present investigation is to show the potential of the use and application of software called *SolidWork*, the study of the variation in temperature and the isotherms are formed on different surfaces such as corrugated helical blades and solid bars, co-corresponding item the heat transfer of the course of Thermodynamics imparted in the specialty of Physics of Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). The initial findings of this application show that the students seem to have a better understanding of the phenomenon of energy transfer as heat through the use of this computational tool.

Palabras clave. Teaching methods in Physics education 01.40.gb, entropy thermodynamics 05.70.-a

1 Introducción

Entre los métodos y técnicas utilizados hoy en día para la enseñanza de la física se encuentran las clases presenciales y el estudio de textos. En estos tiempos es recomendable preguntarse ¿Cómo hacer para que el alumno comprenda mejor los contenidos dictados en cátedras como Termodinámica administradas en institutos y uni-

versidades del mundo? En este sentido el profesor de la asignatura debe entender el compromiso esencial que lo obliga a desarrollar, utilizar y aplicar nuevas técnicas y estrategias didácticas para mejorar y facilitar el aprendizaje del estudiante.

En el estudio de la ciencia y la ingeniería la asignatura de termodinámica es de suma importancia. La resolución y análisis de problemas a través del empleo de las mate-

máticas minimiza la importancia y aplicación práctica de los cálculos obtenidos. Las herramientas virtuales permiten cambiar este enfoque acercando al estudiante al análisis y la aplicación de los conceptos.¹

Uno de los contenidos a estudiar en termodinámica es el fenómeno de transferencia de calor. Para lo cual en unidades precedentes se debe dejar claro conceptos, tales como: Calor (*la formación de energía, a una temperatura dada, se transfiere a través de los límites de un sistema a otro sistema que está a menor temperatura y que sucede en virtud de la diferencia de temperatura entre los dos sistemas*).² Mecanismos de transferencia de calor: conducción (transferencia de calor a través del materia sólida), convección (transferencia de calor entre una superficie y un fluido) y Radiación (transferencia de calor sin la utilización de un medio material como la que ocurre entre el sol y la tierra).³ En el estudio de la conducción, muchas veces se le pide en el laboratorio determinar la conductividad térmica de un material conocido o no, realizar gráficas de variación de temperatura vs longitud de una barra, entre otras, y estos conocimientos pueden ser reforzados a través de herramientas de laboratorios virtuales.

Hoy en día existen muchos software educativos que permiten al docente y alumno un mejor desarrollo y comprensión de los conceptos termodinámicos, contenidos que se dictan en la asignatura Termodinámica del Instituto Universitario Experimental de la Victoria en el Dpto. de Mecánica y en la Universidad Experimental Libertador de Maracay, en el Dpto. de Física, instituciones estas que sirven de referencia.

Los softwares educativos y laboratorios virtuales son productos tecnológicos y constituyen una herramienta computacional, siendo un medio de presentación y desarrollo de contenidos programáticos, como los libros, videos y cualquier otra herramienta que se utilice para tal fin.⁴

El uso o no de estas herramientas didácticas no está en tela de juicio en este trabajo, pues es conocido que las condiciones económicas pueden influir en la obtención y uso de los recurso necesarios. Tampoco se evaluará el por qué del desconocimiento de las herramientas y los factores que inciden sobre ella. Esta es una herramienta de actualidad y muy útil para la enseñanza de la física, lo cual no quiere decir que se esté enseñando lo mismo que antes y de forma más eficiente, sino que se amplía las posibilidades y opciones que propician el proceso de enseñanza.⁵

En este trabajo se pretende mostrar el potencial que tiene lo software de diseño mecánico *SolidWork* para el estudio de la Termodinámica, sin embargo, es de saber que todo recurso de aprendizaje que se utilice en el aula debe ser evaluado periódicamente a fin de conocer sus ventajas y desventajas en cuanto fortalezas, aprendizaje y pedagogía.⁶ A continuación se presenta una descripción breve de algunos softwares y sus aplicaciones didácticas en la termodinámica, en especial, el *SolidWork* motivo de este trabajo.

2 Simulación, animación e interacción

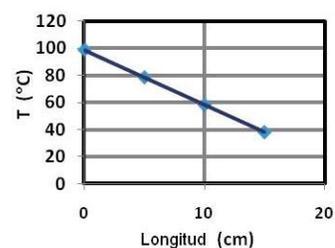
2.1 Flash y el uso de plataforma Moodle. La animación es la técnica cinematográfica que proporciona apariencia de movimiento a dibujos, muñecos, etc, por su parte la simulación es la representación del comportamiento de un proceso por medio de un modelo material cuyos parámetros y cuyas variables son la reproducción de los del proceso estudiado y la interacción es el conjunto de teorías y técnicas relativas al dialogo, a la comunicación entre una persona y una máquina informática o automática.⁷

Por otra parte, existen centros encargados de desarrollar herramientas para facilitar el aprendizaje de la física, estos utilizan plataforma *Moodle*, que le permiten al alumno trabajar de manera activa con el profesor y a distancia (sincrónica y asincrónica). El Grupo de Innovación Educativa,⁸ utiliza esta plataforma para montar en ella la aplicación de los contenidos desarrollados en el área de la física. Las aplicaciones son programadas en formato *flash* que presenta un gran potencial gráfico y de animación. La plataforma *Moodle* es muy amigable y permite montar en página *Web* estos contenidos.

Figura 1. Esquema del montaje de laboratorio mostrando el recipiente contenedor de agua, los termómetros, la barra de cobre con su respectivo aislante térmico.



Figura 2. Gráfica de Temperatura vs longitud de los resultados experimentales. Barra de cobre. Laboratorio. UPEL Maracay.



2.2 Laboratorios virtuales. El estudio de fenómenos termodinámicos puede ser abordado de dos maneras, a través de experiencias de laboratorio sencillas que requieren montajes de bajo costo y por laboratorios virtuales para montajes que son costosos; adicional a esto, el uso de esta herramienta además permite una mejor representación visual del fenómeno en estudio.

El uso de Nuevas Tecnologías de la Formación (NTF), empleando la computadora y dirigido a la modelación y simulación de fenómenos de transporte físicos o de procesos industriales, ha favorecido el desarrollar de hardware y software, incluyéndolos de forma efectiva como recurso didáctico en los procesos educativos.⁹

Tal es el caso del sistema diseñado con *VisualLab* que

aprovechan las bondades que tienen las computadoras para la simulación de prácticas de laboratorio con posibilidades de un gran número de experiencias a realizar, disminuyendo así los costos de equipamiento del laboratorio y haciéndolo más eficaz.¹⁰

3 Software de diseño mecánico Solid-Work

SolidWork es un software de diseño mecánico 3D, de gran rendimiento, facilidad de usos y funciones que permiten ahorrar mucho tiempo en el diseño de piezas individuales y ensamblajes. Esta herramienta es usada en ingeniería para realizar piezas en tres dimensiones, planos de diferentes vistas, simulaciones de movimiento, etc. y con la ayuda del software *COSMOS* se pueden realizar análisis de esfuerzos, térmicos, entre otros, (<http://www.cosmosm.com/pages/products/cosmosdesingnsta.html>).

Además, las simulaciones pueden ser utilizadas para mostrar al estudiante como es la distribución de temperaturas en la superficie de un sólido, en otras palabras, la formación de isotérmicas. El sólido o el conjunto de sólidos que forman un ensamble pueden ser rotados en el espacio de la pantalla para observar, en diferentes ángulos y vistas, la formación de las isoterms, propiciando así una mejor percepción del objeto real y logrando el objetivo didáctico que se pretende.

Se ha utilizado el software para mostrar una experiencia de laboratorio en la cual se estudia el fenómeno de transferencia de calor por conducción y las isoterms que se forman. A continuación podemos observar en la figura 1 un esquema del montaje de laboratorio.

En este montaje, se coloca agua y se lleva al estado de evaporación a presión atmosférica, la temperatura aproximada es de 98 °C, como es de esperar las temperaturas, que registrar los termómetros, van cambiando hasta alcanzar el estado estable. Se le pide al alumno que realice una gráfica de temperatura vs longitud, considerando las temperaturas de los extremos de la barra aislada de cobre. Esta experiencia se repite para barras de aluminio y acero. En figura 2 se muestra un ejemplo.

Esos puntos de temperatura representan las isoterms que se forman en el área transversal o secciones de la barra. Una manera de visualizar esto de mejor forma es a través del uso de *SolidWork*. En la figura 3 se muestran las isoterms que se forman en la barra en estudio, donde el color rojo representa la mayor temperatura que es de 99 °C y el azul la menor temperatura de 38 °C. La degradación de los colores representan las diferentes temperaturas comprendidas entre 99 y 38 °C.

El alumno parece comprender con este análisis térmico que en diferentes secciones del sólido se forman isoterms o temperaturas, que van desde la mayor a la menor en esta geometría sencilla antes mencionada, sin embargo, *SolidWork* permite análisis térmicos a geometrías más complejas como para el caso de los experimen-

tos con aletas helicoidales corrugadas. En la figura 4 se muestra un tubo con aletas helicoidales corrugada. El montaje experimental permite medir la magnitud de calor disipado por los tubos con aleta helicoidal corrugada y con la ayuda del software se puede observar las isotérmicas que se forman en la superficie.

Este software permite diseñar de manera muy sencilla una aleta helicoidal lisa acoplada a un tubo, tal como se puede observar en la figura 5(c).

Figura 3. Análisis térmico de la barra de cobre. (SolidWork, COSMO).

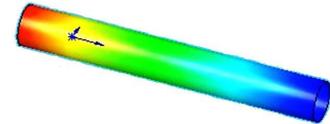


Figura 4. (a) Tubo con aletas helicoidales corrugadas y (b) aleta corrugada si el tubo.

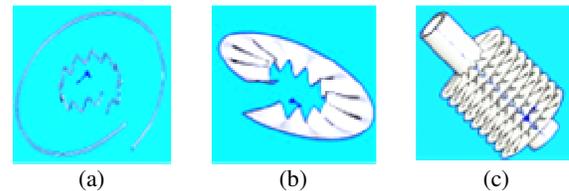
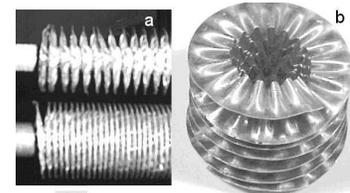


Figura 5. (a) Contorno Interno, externo de la aleta, (b) barrido de la superficie entre los contornos y (c) Tubo con aleta helicoidal corrugada (SolidWork).

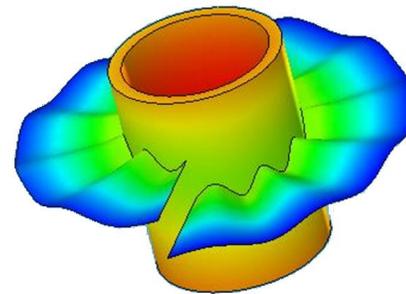


Figura 6. Análisis térmico del conjunto tubo y aleta corrugada (SolidWork, COSMO).

Para poder desarrollar el perfil corrugado de la aleta helicoidal, se debe generar curvas por puntos, tanto para el contorno interna que se encuentra en contacto con el tubo como para el contorno externo. El modelo matemático con el cual se generan los puntos del contorno externo e interno es muy sencillo y se presenta a continuación para un tubo de diámetro externo 15,875 mm y de altura de aleta de 10 mm, despreciando el espesor. Se expresa un vector posición que define el contorno interno y externo:

$$r = xi + yj + zk ; \quad x = R\cos\phi ; \quad y = R\sen\phi$$

Para:

$$R = \frac{1}{2} \phi_{\text{interior}} = 7,9375 \text{ mm}$$

$$R = \frac{1}{2} \phi_{\text{exterior}} = 17,9375 \text{ mm}$$

Para:

$$j=0: j = (nb-1): j++;$$

$$j = a \Rightarrow z = 0,$$

$$z = j \cdot (a) - h \cdot (-1)^j$$

Donde

$$a = \text{Paso}/nb$$

$$h = \text{profundidad}$$

Donde nb representa el número ondulaciones o corrugados en una recorrido de 360° .

$$a = 3/23 = 0,1304 \text{ mm}$$

$$h = 1,2 \text{ mm}$$

Los valores obtenidos a través del uso de software Excel, son importados al programa SolidWork y se generan los contornos internos y externos mostrados en la figura 5(a).

Luego al programa se le solicita el barrido de la superficie obteniendo la pieza deseada, que en este caso es la aleta helicoidal corrugada, figura 6. Posteriormente se ensambla la aleta al tubo correspondiente al diámetro indicado anteriormente, figura 5(b).

Una vez conformado el conjunto tubo y aleta corrugada, se procede a realizar el análisis térmico con la ayuda del *COSMO* incorporado en el software SolidWork. En la figura 6 se puede observar la formación de isoterma considerando que la temperatura interior del tubo es superior a la temperatura del extremo de la aleta.

4 Consideraciones finales

El software educativo, herramienta de avance tecnológico, propician el aprendizaje en búsqueda de unificar las necesidades pedagógicas y didácticas, cambiando los viejos esquemas de enseñanza. Esto se logra a través de la ciencia de diseño de software.

En este trabajo, se pretendió mostrar las potencialidades desde el punto de vista de la didáctica que posee el software de diseño mecánico utilizado en aplicaciones de ingeniería. Se abre un portal o se muestra un camino, el cual puede ser desarrollado y abordado con fines didácticos para propiciar el aprendizaje del estudiante en los cursos de termodinámica

Sin embargo se sabe que todo recurso de aprendizaje

que se utilice en el aula debe ser evaluado periódicamente a fin de conocer sus ventajas y desventajas en cuanto a las fortalezas y debilidades.

Referencias

1. C. Quiñones, D. Ramirez, Z. Rodriguez, F. Rivera, E. Tovar, G. Vasquez y A. Ramirez. Desarrollo de herramientas virtuales para la enseñanza de la termodinámica básica. Revista Colombiana de Física, vol 38, No. 4, (2006).
2. Van Wylene. Fundamentos de termodinámica. Limusa Wiley. México 2^{da} edición, (2003).
3. Paul G. Hewitt. Física conceptual. Editorial Trillas México, (2005).
4. Morales C., Carmona V., Espiritu S. y González I “Modelo de evaluación de software educativo”. Telemática Vol 7 1/6, (2008).
5. Susana Marchisio, Miguel Plano, Jorge Ronco, Oscar Von Pamel, “Experiencia con el uso de simulaciones en la enseñanza de la física de los dispositivos electrónicos.” Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Argentina (2000).
6. Ángela Cova C. y Xiomara Arrita. “Referente teórico para el diseño y evaluación de software de apoyo a la enseñanza – aprendizaje de la física.” Centro de desarrollo científico humanístico de la Universidad de Carabobo. Valencia. Republica Bolivariana de Venezuela, (2006).
7. El Pequeño Larousse Ilustrativo en color (2006).
8. Rosa M. Benito, M. Encarnación Cámara, Luís Seidel, Juan Carlos Losada y F. Javier Arranz, “Animaciones interactivas como objeto de aprendizaje de la física” GIE. Grupo de innovación educativa Física interactiva y Dpto. De Física y Mecánica. Universidad Politécnica de Madrid, (2007).
9. Jose M^a Cózar Bartos y José Antonio Turégano Romero. Laboratorio interactivo para prácticas de ingeniería térmica via www. Centro Politécnico Superior. Universidad de Zaragoza Javier Sarsa Garrido y Pedro Dominguez. Servicio Multimedia, Universidad de Zaragoza María de Luna, 3 – 50015 Zaragoza (España).
10. García C., Milián I., Perdomo A., Mesa J., Roiz J., Miarí E., Pérez H., Trallero C. Simulación de prácticas de laboratorio (VisualLab). Instituto superior de ciencias y tecnología nucleares. CUBA, <http://www.niee.ufrgs.br/eventos/RIBIE/1996/029.htm>
11. SolidWork 2007 licencia Educativa: FLEXID = 6-3FA52927 / SRB07229 / 0648Y21253A12.