

**ELABORACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE PARA EL DESARROLLO DE
LAS COMPETENCIAS EN LA TRANSFERENCIA DE CALOR POR
CONDUCCIÓN MEDIANTE LA PLATAFORMA MOODLE**

**RONALD YECID IBAÑEZ PRADA
EDUARD FERNEY VERA RUEDA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

**ELABORACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE PARA EL DESARROLLO DE
LAS COMPETENCIAS EN LA TRANSFERENCIA DE CALOR POR
CONDUCCIÓN MEDIANTE LA PLATAFORMA MOODLE**

RONALD YECID IBAÑEZ PRADA

EDUARD FERNEY VERA RUEDA

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

JORGE LUIS CHACÓN VELASCO

Dr. Ingeniería

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	15
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2 JUSTIFICACIÓN PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.	20
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	22
1.3.1 Objetivo general.....	22
1.3.2 Objetivos específicos	23
2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	26
3. MARCO TEÓRICO.....	28
3.1 TRANSFERENCIA DE CALOR.	28
3.2 COMPETENCIAS	33
3.2.1 COMPETENCIAS ACADÉMICAS.....	34
3.2.2 Competencias cognitivas	35
3.2.3 Competencias actitudinales y axiológicas.....	36
3.3 DISEÑO INSTRUCCIONAL.....	37
3.3.1 DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS.....	39
3.4 OBJETOS DE APRENDIZAJE.....	40
3.4.1 Elementos estructurales de un Objeto de Aprendizaje	42
3.4.2 Criterios de calidad de un objeto de aprendizaje	44
3.5 TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC)	45
3.5.1 Uso del TIC como apoyo a los procesos de formación	46
3.5.2 Nivel 1: Creación de una cultura de uso de TIC en los procesos de formación.	47
3.5.3 Nivel 2: Generación de experiencias de aprendizaje	48
3.6 PLATAFORMA MOODLE	50
3.6.1 Características del Moodle.....	51
4. ELABORACIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE	53

4.1 Resumen en diapositivas de la teoría de la transferencia de calor por conducción para cada uno de los temas del contenido, basado en el libro “transferencia de calor y masa”, de Yunus A. Cengel.....	56
4.2 Videos explicativos que complementen la cátedra en cada uno de los capítulos mencionados anteriormente y un tutorial básico para el manejo del software <i>MatLab</i>	61
4.3 Cuestionarios de preguntas abiertas y de selección múltiple que involucren el análisis conceptual con respecto a la transferencia de calor por conducción.....	66
4.4 Foros virtuales para la interacción directa entre los individuos involucrados en el proceso de enseñanza/aprendizaje	68
4.5 Ejercicios resueltos siguiendo la metodología sugerida en el texto guía. .	73
4.6 Talleres de problemas propuestos a resolver de forma teórica y por métodos numéricos.....	79
4.6.1 Resolución de ejercicio mediante software 1:	80
4.6.2 Resolución de ejercicio mediante software 2:	82
4.7 Objetos de aprendizaje adicionales	86
5. IMPLEMENTACIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN EN LA PLATAFORMA MOODLE	87
6. DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PRUEBA PILOTO CON LOS ESTUDIANTES DEL CURSO TRANSFERENCIA DE CALOR	94
CONCLUSIONES	99
BIBLIOGRAFÍA.....	102
ANEXOS.....	105

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Línea de flujo para cursar Transferencia de Calor.....	19
Figura 2. Mecanismos de transferencia de calor.....	29
Figura 3. Diapositiva con la introducción al capítulo 1.....	58
Figura 4. Diapositiva con los objetivos del capítulo 1.....	58
Figura 5. Diapositiva que muestra contenido de conceptos claves.....	59
Figura 6. Diapositiva que muestra contenido de ecuaciones fundamentales	59
Figura 7. Diapositiva con ejemplo del tema en el capítulo 1.....	60
Figura 8. Captura de pantalla que muestra video introductorio a la asignatura.....	62
Figura 9. Enlace directo de los recursos multimedia a Youtube.....	65
Figura 10. Pregunta tipo ensayo	67
Figura 11. Pregunta tipo selección múltiple	67
Figura 12. Captura de pantalla de un foro educativo	71
Figura 13. Captura de imagen donde se muestra enlace de entrada al foro.....	72
Figura 14. Captura de imagen del ejercicio resuelto del capítulo 3, paso 2.....	78
Figura 15. Captura de imagen del ejercicio resuelto del capítulo 3, paso 4.....	78
Figura 16. Captura de imagen de la interfaz del software para el ejercicio 1.....	80
Figura 17. Imagen correspondiente el software de resolución 2.....	83
Figura 18. Captura de imagen de la interfaz del software para el ejercicio 2.....	85
Figura 19. Captura de imagen de los resultados del software para el ejercicio 2	85

Figura 20. Captura de imagen que muestra video introductorio al curso	87
Figura 21. Captura de imagen con los objetos de aprendizaje adicionales	88
Figura 22. Captura de imagen con el resumen del capítulo 1.....	88
Figura 23. Captura de imagen con video y foro del capítulo 1.....	91
Figura 24. Captura de imagen con resumen y ejemplo del capítulo 2.....	89
Figura 25. Captura de imagen con video y cuestionario del capítulo 2.....	90
Figura 26. Captura de imagen con resumen y ejemplo del capítulo 3.....	90
Figura 27. Captura de imagen con videos y cuestionario del capítulo 3.....	91
Figura 28. Captura de imagen con ejercicio y resumen del capítulo 4.....	91
Figura 29. Captura de imagen con video y cuestionario del capítulo 4.....	92
Figura 30. Captura de imagen con resumen y video del capítulo 5.....	92
Figura 31. Captura de imagen con video y cuestionario del capítulo 5.....	93
Figura 32. Foto de actividad de familiarización de los O.A.....	94
Figura 33. Foto de actividad de familiarización de los O.A.....	94
Figura 34. Captura de pantalla del foro realizado con respecto a los O.A	94
Figura 35. Distribución porcentual de las sugerencias de los encuestados.....	98

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tabla de conductividades térmicas para algunos materiales.....	31

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
A. Tabla de relación propósitos – contenido según “Diseño curricular basado en competencias para la enseñanza/aprendizaje de la asignatura transferencia de calor”.....	105
B. Formato para el contenido de las asignaturas de los programas Académicos presenciales.....	111
C. Diagrama de los módulos de formación según “diseño curricular basado en competencias para la enseñanza/ aprendizaje de la asignatura de transferencia de calor en ambientes educativos virtuales” en el área de conducción.....	115
D. Conducción de calor en estado estacionario.....	117
E. Información especificada de ejercicios resueltos mediante software 1.....	121
F. Información especificada de ejercicios resueltos mediante software 2.....	134

RESUMEN

TÍTULO: DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN MEDIANTE LA PLATAFORMA MOODLE*¹

AUTORES: RONALD YECID IBÁÑEZ PRADA - EDUARD FERNEY VERA RUEDA**

PALABRAS CLAVES: Transferencia, calor, conducción, TIC's, objetos, aprendizaje, Moodle

DESCRIPCIÓN:

El sistema de educación basado en competencias es una nueva metodología de enseñanza y aprendizaje que se ha venido implementando durante los últimos años a nivel mundial. En procura de la calidad de la educación en nuestra institución, la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER también ha adoptado esta nueva forma de impartir conocimiento desde hace algún tiempo.

Este proceso implica una restauración global en el desarrollo del saber, desde los mecanismos de aprendizaje y las metodologías utilizadas en cátedra docente, hasta los compromisos éticos, académicos y sociales por parte del estudiante.

La implantación de este sistema educativo en la escuela de Ingeniería mecánica comenzó con la elaboración de trabajos de grado en los cuales se realizó un diseño curricular basado en competencias para la mayoría de las asignaturas, incluyendo entre estas, el curso de Transferencia de Calor mediante el proyecto de grado: "Diseño curricular basado en competencias para la enseñanza/aprendizaje de la asignatura de transferencia de calor en ambientes educativos virtuales".

Este proyecto busca elaborar objetos de aprendizaje para fortalecer el desarrollo de las competencias en el área de conducción de calor, para la asignatura Transferencia de Calor, mediante la plataforma Moodle, los cuales permitan dar soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje adoptado por la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Los objetos de aprendizaje incluyen un resumen de cada capítulo del programa de transferencia de calor referente a la conducción de calor, ejercicios resueltos y propuestos y cuestionarios con preguntas abiertas y de selección múltiple.

*1Trabajo de grado

**Facultad de ingeniarías fisicomecánicas. Escuela de ingeniería mecánica. Director Jorge Luis Chacón Velasco, Doctor en ingeniería

ABSTRACT

TITLE: DEVELOPMENT OF THE COMPETITIONS EDUCATION / LEARNING OF THE HEAT TRANSFER FOR CONDUCTION BY MEANS OF THE PLATFORM MOODLE*²

AUTHORS: RONALD YECID IBÁÑEZ PRADA - EDUARD FERNEY VERA RUEDA**

KEY WORDS: Heat, transfer, conduction, TIC's, objects, learning, Moodle

DESCRIPTION:

The system of education based on competitions is a new methodology of education and learning that has been implemented during the last years on a global scale. In search of the educational quality in our institution; the INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER also has adopted this new way of giving knowledge for some time now.

This process involves a global restoration in the development of the knowledge, from the mechanisms of learning and the methodologies used in cathedra teaching, up to the ethical, academic and social commitments on the part of the student.

The implantation of this educational system in the Mechanical engineering school began with the making of works of grade in which a summary rough copy based on competitions was realized for most of the subjects, including between these, the Heat transfer course by means of the grade project: "Summary rough copy based on competitions for education / learning of the subject of heat transfer in virtual educational ambiances".

This one projected search to prepare learning objects to strength the development of the competitions in the field of heat conduction, for the subject Heat transfer, by means of the platform Moodle, which allow to give support to the process of education -learning adopted as the INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER.

The learning objects include a summary of every chapter of the program of heat transfer regarding the conduction of heat, resolved and proposed exercises and questionnaires with open questions and multiple selection.

*²Bachelor thesis

**Faculty of physical mechanical engineering. School of mechanical engineering. Director Jorge Luis Chacón Velasco, Engineering Doctor

INTRODUCCIÓN

Nuestro mundo va en constante desarrollo y a medida que avanza la ciencia, también se conocen nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje, los cuales están adoptando las instituciones educativas a nivel mundial.

Aunque la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER cuenta con buena bibliografía que contribuyen en un alto grado al estudio de sus asignaturas y tiene a su disposición excelentes docentes, los cuales están muy bien preparados en prestigiosas universidades a nivel mundial, era necesario utilizar otras herramientas diferentes al método tradicional de enseñanza y evaluación que consistía en las clases teóricas presenciales y exámenes parciales, las cuales ayudaran al buen desarrollo de la enseñanza/aprendizaje en la UIS. Por esta razón, la Universidad adoptó el método de formación basada en competencias.

La formación basada en competencias en la educación superior se ha posicionado como el centro de las reformas y las innovaciones en el diseño curricular, las estrategias didácticas y los mecanismos de evaluación.

El énfasis que la formación basada en competencias da a aspectos tales como los procesos de aprendizaje autónomo, el reconocimiento de los aprendizajes previos, la integración entre teoría y práctica, el desempeño real ante situaciones y problemas de la vida cotidiana, la investigación y el entorno profesional, la

articulación del saber ser con el saber conocer, el saber hacer y el saber convivir, y el establecimiento de procesos de gestión de calidad aseguran el logro de los aprendizajes esperados en los estudiantes a partir de la autoformación y la capacidad de los docentes y de los administradores en el ámbito de la educación superior.

Por tal razón, la universidad desarrolló a nivel de escuelas, proyectos que consistían en la elaboración de los diseños curriculares de las diferentes asignaturas que conforman todos los programas académicos existentes, bajo la visión de competencias.

Habiendo hecho el diseño curricular basado en competencias, el curso a seguir es el desarrollo de objetos de aprendizaje.

Un objeto de aprendizaje (OA) corresponde a cualquier recurso que pueda apoyar la labor de aprendizaje mediado por alguna tecnología. Un OA puede contener una lectura sintetizada en soporte digital, una animación, un gráfico, una evaluación y todo relacionado entre sí.

En general un objeto de aprendizaje contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje, un mecanismo de evaluación al cual puede ser desarrollado con Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's) para posibilitar su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo, es decir, este objeto presenta una solución tecnológica a los problemas que presenta la actividad de enseñanza/ aprendizaje de la asignatura.

Hablando precisamente de las herramientas tecnológicas, es preciso echar mano de estas posibilidades, ya que en nuestros días son de tan fácil acceso para los estudiantes universitarios y que además nos presentan un sinnúmero de beneficios y posibilidades en lo que a la educación se refiere, ofreciéndonos cantidad de información y múltiples opciones de aprendizaje.

Es por eso que la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER está trabajando estas Tecnologías de Información y Comunicación mediante la plataforma Moodle, ofreciendo al estudiante y al profesor una forma de complementar este proceso de enseñanza y aprendizaje por competencias.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

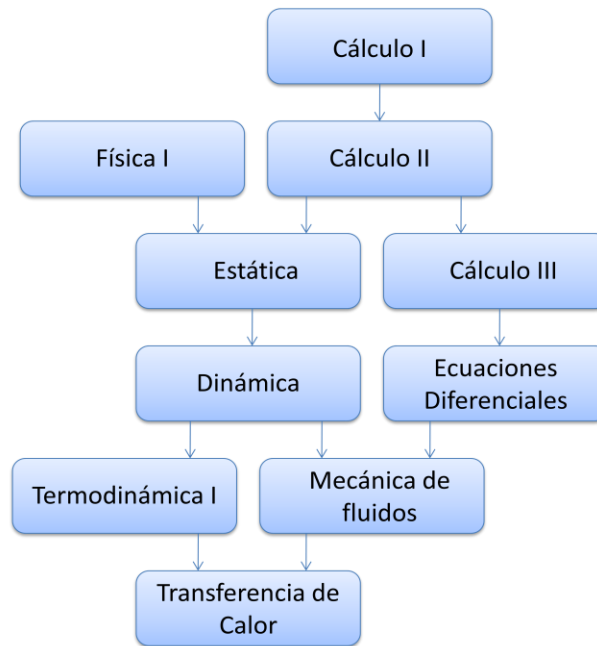
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Dentro del pensum académico de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER se encuentra la asignatura Transferencia de Calor. Éste es uno de los cursos de más importancia dentro del programa académico ya que sus fundamentos se aplican con mucha frecuencia en la vida profesional de un ingeniero mecánico.

La Transferencia de Calor es una ciencia básica que trata de la rapidez de transferencia de energía térmica. Tiene una amplia área de aplicación que va desde los sistemas biológicos hasta los aparatos domésticos comunes, pasando por los edificios residenciales y comerciales, los procesos industriales, los aparatos electrónicos y el procesamiento de alimentos.

Un estudiante de Ingeniería Mecánica de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER puede cursar la asignatura de Transferencia de Calor cuando se encuentra en el sexto nivel del programa académico, y se parte de la idea que los estudiantes tienen bases adecuadas en cálculo y física. Igualmente, resulta conveniente completar los primeros cursos en termodinámica I, mecánica de fluidos y ecuaciones diferenciales antes de abordar el estudio de la transferencia de calor.

Figura 1. Línea de flujo para cursar Transferencia de Calor.



Siendo tan importante la asignatura Transferencia de Calor en la formación de futuros ingenieros mecánicos, y tomando como base los trabajos de grado realizados en años anteriores que tienen que ver con el diseño curricular del curso ya mencionado, se ve la necesidad de desarrollar objetos de aprendizaje los cuales contribuirán con el proceso de enseñanza/ aprendizaje de éstos próximos profesionales

1.2 JUSTIFICACIÓN PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

La escuela de Ingeniería Mecánica de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER tiene como uno de sus objetivos formar profesionales íntegros y de elevados valores éticos; con buenas bases académicas, capacidad de análisis y mucha personalidad.

Con el fin de cumplir con esto, la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER desde hace algunos años ha implementado un nuevo sistema de enseñanza basado en competencias. “La formación por competencias consiste en centrar la responsabilidad del aprendizaje en el estudiante y, con la mediación del profesor, ofrecerle opciones mediante estrategias en la cuales pueda asumir conscientemente la responsabilidad de las acciones y el compromiso con el alcance de los logros³.

Dados los retos que tiene la universidad en relación con la formación por competencias, corresponde a los profesores universitarios asumir con rigor la tarea de la elaboración de nuevas concepciones sobre el significado de los pilares de la educación a la luz de esta propuesta de formación. Es necesario dar un nuevo sentido a la función mediadora y a la aplicación de los discursos pedagógicos que fundamentan las acciones.

³ARBELÁEZ LÓPEZ, Ruby. CORREDOR MONTAGUT, Martha Vitalia. PÉREZ ANGULO, Martha Ilce. Concepciones sobre competencias. CEDEDUIS, Universidad Industrial de Santander, 2009. 11p

Es claro que con la puesta en marcha de esta nueva propuesta repercutirá positivamente en la formación de profesionales mejor preparados, pero todo esto implica una mejora en la forma tradicional de enseñanza y evaluación.

La UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ha adoptado una herramienta que surgió en los últimos años gracias al avance tecnológico, la cual está aportando en gran medida, tanto a los profesores en su reto de adaptación a la formación por competencias, como a los estudiantes en sus deseos de aprender y formarse como excelente profesionales. Ésta obedece al nombre de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

En la actualidad, el desarrollo de la informática provee nuevos recursos y servicios que facilitan la evolución de los procesos educativos. Estos desarrollos también ayudan a fortalecer las experiencias de aprendizaje mediante el uso de las TIC. Ante estos adelantos tecnológicos, la educación no puede quedarse atrás, debe buscar la forma de implementarlos en los procesos académicos como ayuda para la educación teniendo cuidado de no perder la finalidad de la formación integral.

Las experiencias apoyadas en las TIC buscan cambiar los moldeos de aprendizaje basados en los discursos, el uso del tablero y marcador, la lectura de libros y documentos desactualizados, por nuevos recursos que ayuden a enriquecer la formación del estudiante, suministrándole información global y actualizada en las diferentes disciplinas y campos del saber.

Teniendo en cuenta los beneficios que trae la utilización de las TIC en la formación de futuros profesionales, es necesario dar continuación al proceso de enseñanza/ aprendizaje empezado por la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER y por la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS, desarrollando el objeto de aprendizaje para el programa educativo del curso Transferencia de Calor usando como referencia el proyecto “Diseño curricular basado en competencias para la enseñanza/ aprendizaje de la asignatura transferencia de calor en ambientes educativos virtuales”, aplicado en la plataforma Moodle, que actualmente utiliza nuestra Universidad.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.3.1 Objetivo general

Contribuir con la misión de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER en la formación de ingenieros mecánicos de alta calidad humana, técnica, ética y profesional a través del desarrollo de las competencias para la enseñanza/aprendizaje de la transferencia de calor por conducción mediante la plataforma Moodle.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Realizar el objeto de aprendizaje de los módulos de formación relacionados con la transferencia de calor por conducción referenciados en el trabajo de grado “Diseño curricular basado en competencias para la enseñanza/aprendizaje de la asignatura de transferencia de calor en ambientes educativos virtuales”.

El contenido de la transferencia de calor por conducción se dividirá en cuatro temas específicos:

- Ecuación de la conducción de calor.
- Conducción de calor en estado estacionario.
- Conducción de calor en régimen transitorio.
- Métodos numéricos en la conducción de calor.

Los objetos de aprendizaje se desarrollarán mediante las siguientes herramientas:

- Resumen en diapositivas de la teoría de la transferencia de calor por conducción para cada uno de los temas del contenido, basado en el libro “Transferencia de calor y masa”, de Yunus A. Cengel.

- Videos explicativos que complementen la cátedra en cada uno de los capítulos mencionados anteriormente y un tutorial básico para el manejo del software *MatLab*.
- Cuestionarios de preguntas abiertas y de selección múltiple que involucren el análisis conceptual con respecto a la transferencia de calor por conducción.
- Foros virtuales para la interacción directa entre los individuos involucrados en el proceso de enseñanza/aprendizaje.
- Ejercicios resueltos siguiendo la metodología sugerida en el texto guía.
- Talleres de problemas propuestos que se resolverán utilizando la siguiente metodología:
 - Talleres teóricos: Solución de problemas de conducción de calor en forma analítica
 - Talleres de métodos numéricos: Solución de problemas de conducción de calor (paramétricamente) mediante un programa utilizando el software *MatLab*.

2. Implementar el módulo de la asignatura de Transferencia de Calor en la plataforma Moodle a través de los objetos de aprendizaje de la transferencia de calor por conducción.

3. Diseñar, desarrollar e implementar una prueba piloto con los estudiantes del profesor Jorge Luis Chacón de la asignatura de Transferencia de calor en la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

La prueba piloto se desarrollará de la siguiente manera:

- Familiarización con la plataforma Moodle por parte de los estudiantes.
- Explicación de las herramientas utilizadas en el objeto de aprendizaje.
- Participación de los estudiantes a través del foro virtual a cerca del objeto de aprendizaje.
- Conclusiones sobre las opiniones de los estudiantes que participaron en el foro virtual.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Con el planteamiento del nuevo estilo de formación implementado por la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER basado en competencias, se quiere conseguir que, desde la escuela, en cualquiera de sus niveles, se trascienda el simple conocimiento, que no se limiten a acumular información, sino que aprendan lo que es pertinente para su vida y puedan aplicarlo para solucionar nuevos problemas en situaciones cotidianas y laborales. Se trata de ser competente y no de competir⁴

Las herramientas virtuales son un complemento perfecto del material bibliográfico existente en la biblioteca de la universidad y de las clases presenciales a las que asisten los estudiantes del curso de Transferencia de Calor en la escuela de Ingeniería mecánica de la UIS durante 5 horas cada semana, para la excelente formación de estos futuros profesionales y para que la UIS pueda cumplir lo propuesto con la implementación de la nueva estrategia de enseñanza por medio de las competencias.

⁴ARBELÁEZ LÓPEZ, Ruby. CORREDOR MONTAGUT, Martha Vitalia. PÉREZ ANGULO, Martha Ilce. Concepciones sobre competencias. CEDEDUIS, Universidad Industrial de Santander, 2009. 19p

Con la realización de este trabajo de grado se desea dar continuación al proceso de enseñanza/ aprendizaje basado en competencias que adoptó la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, y que la Escuela de Ingeniería Mecánica en la UIS comenzó a implementar por medio de algunos trabajos de grado que consistieron en el diseño curricular de las asignaturas que hacen parte de su pensum.

Con este proyecto, se quiere contribuir con el objetivo de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, desarrollando el objeto de aprendizaje para un tema de la asignatura Transferencia de Calor y así proporcionarle a los estudiantes varias herramientas que, sin duda alguna, ayudarán a formar profesionales de calidad, íntegros y competentes. También será de gran ayuda al profesor del curso pues tendrá más acceso a sus estudiantes, tendrá la opción de enviarles información adicional y una posibilidad más de evaluación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 TRANSFERENCIA DE CALOR.

La termodinámica trata de la cantidad de transferencia de calor a medida que un sistema pasa por un proceso de un estado de equilibrio a otro y no hace referencia a cuánto durará ese proceso. Pero en la ingeniería a menudo estamos interesados en la rapidez o razón de esa transferencia, la cual constituye el tema de transferencia de calor.

“La transferencia de calor es el intercambio de las formas sensible y latente de la energía interna entre dos medios, como resultado de una diferencia de temperatura.

La cantidad de calor transferido por unidad de tiempo se llama razón de transferencia del calor y se denota por \dot{Q} . La razón de transferencia del calor por unidad de área se llama flujo de calor, denotada por \dot{q} .⁵

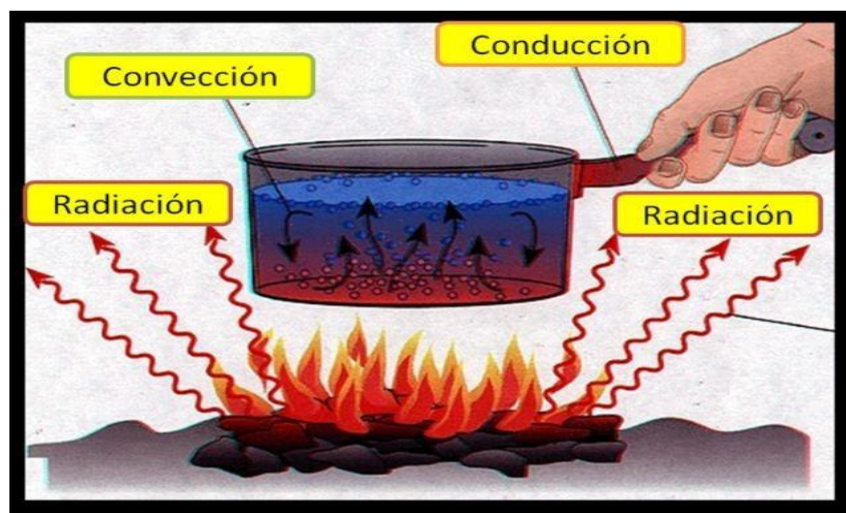
3.1.1 Mecanismos de transferencia de calor

Existen tres mecanismos básicos para la transferencia de calor: Conducción, convección y radiación, los cuales pueden darse en forma simultánea.

⁵CENGEL, Yunus A. Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico. Ed. McGraw-Hill. Sexta edición. México, 2010.

- Conducción: “es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes, menos energéticas, como resultado de la interacción entre ellas.”⁶
- Convección: “es el modo de transferencia de calor entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacentes que están en movimiento, y comprende los efectos combinados de la conducción y del movimiento del fluido.”⁷
- Radiación: “es la energía emitida por la materia en forma de ondas electromagnéticas (o fotones), como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas.”⁸

Figura 2. Mecanismos de transferencia de calor



Fuente: <http://microrespuestas.com/cuales-son-los-tipos-de-transferencia-del-calor>

⁶CENGEL, Yunus A. Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico. Ed. McGraw-Hill. Sexta edición. México, 2010. 17p.

⁷CENGEL, Yunus A. Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico. Ed. McGraw-Hill. Sexta edición. México, 2010. 17p

⁸CENGEL, Yunus A. Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico. Ed. McGraw-Hill. Sexta edición. México, 2010. 46p

3.1.2 Conducción de calor

La conducción de calor es una de las tres formas de transferencia de calor, ésta se manifiesta principalmente en los cuerpos sólidos y se caracteriza por el paso del calor desde los puntos de mayor temperatura hacia los de temperatura más baja, sin desplazamiento apreciable de materia. La conducción continúa hasta que los cuerpos alcanzan la misma temperatura, es decir, hasta que logran el equilibrio térmico. La transmisión de calor puede producirse de una parte a otra del mismo cuerpo o de un cuerpo a otro cuando están en contacto.

Así, si un extremo de una barra de metal está a una temperatura más alta, entonces, se transferirá energía hacia el extremo más frío, debido a las colisiones de partículas de alta velocidad con las más lentas, produciéndose una transferencia neta de energía hacia estas últimas.

La rapidez o razón de la conducción de calor a través de un medio depende de la configuración geométrica de éste, su espesor y el material de que esté hecho, así como de la diferencia de temperatura a través de él.

$$\dot{Q}_{cond} = kA \frac{T_1 - T_2}{\Delta X} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta X}$$

Donde la constante de proporcionalidad k es la conductividad térmica del material, que es una medida de la capacidad de un material para conducir calor⁹

⁹CENGEL, Yunus A. Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico. Ed. McGraw-Hill. Sexta edición. México, 2010. 18p

3.1.2.1 Conductividad térmica

La conductividad térmica de un material se puede definir como la razón de transferencia de calor a través de un espesor unitario del material por unidad de área por unidad de diferencia de temperatura. Es una medida de la capacidad del material para conducir calor.

Un valor elevado para la conductividad térmica indica que el material es un buen conductor del calor y un valor bajo indica que es un mal conductor o que es un aislante.

Tabla 1: Tabla de conductividades térmicas para algunos materiales

Material	k, W/m°C
Diamante	2300
Plata	429
Cobre	401
Oro	317
Aluminio	237
Hierro	80,2
Mercurio	8,54
Vidrio	0,78
Ladrillo	0,72
Agua	0,607
Piel humana	0,37
Madera (roble)	0,17
Helio (g)	0,152
Caucho suave	0,13
Fibra de vidrio	0,043
Aire (g)	0,026
Uretano, espuma rígida	0,026

Fuente: CENGEL, Yunus A. Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico. Ed. McGraw-Hill. Sexta edición. México, 2010. 20p

3.1.2.2 Difusividad térmica.

Otra propiedad de los materiales que aparece en el análisis de la conducción del calor en régimen transitorio es la difusividad térmica, la cual representa cuán rápido se difunde el calor por un material y se define como:

$$\alpha = \frac{\text{Calor conducido}}{\text{Calor almacenado}} = k \frac{\rho}{Cp} \left(\frac{m^2}{s} \right)$$

El valor conocido como difusividad térmica para los problemas que tienen que ver con la transferencia de calor, es un valor que se obtenido del cociente de la conductividad térmica del material entre el producto de la capacidad calorífica específica del mismo y el valor de su densidad .

En el sistema internacional de medidas, se expresa la difusividad térmica con m^2/s , siendo posible emplear también el cm^2/s . Este valor expresa la velocidad con la que cambia el flujo de temperaturas, en el material mientras se alcanza el equilibrio en las temperaturas.

Siendo así, un material con difusividad térmica menor que otra, alcance el equilibrio térmico en un mayor tiempo que el segundo.

3.2 COMPETENCIAS

El concepto de las competencias se ha utilizado en diferentes campos, pero en donde es más referenciado es en los deportes, donde hace alusión a procesos de actuación donde lo más importante no es el desempeño frente a sí mismo, sino hacia los demás competidores.

Cuando se dice que una persona debe ser competitiva se está diciendo que debe ser capaz de hacer las cosas mejor que los otros.

Las competencias profesionales o laborales se dan cuando, por ejemplo, la referencia se hace a un producto manufacturado al cual se le atribuye la misma capacidad y se pide al profesional que su producto se vea mejor que otros en el mercado. Esto indica que haya personas capaces de concebir, diseñar y producir artículos competitivos.

En el campo educativo, para los profesores, se hace referencia a su capacidad de desempeño para lograr el cumplimiento de la misión institucional en cuanto a las funciones de docencia, investigación y extensión. En cuanto a los estudiantes, la habilidad de mostrar que están alcanzando las metas necesarias para ser acreditados como profesionales capaces de desempeñarse con éxito laboral y socialmente.

La competencia como capacidad de actuar, motivada por el saber, el saber hacer, el ser y el saber convivir es la figura que representa hoy a la resultante del aprendizaje significativo y la formación integral en el contexto escolar.

“Podemos agrupar todas estas ideas para expresar que el concepto de competencias es una fuerza configurada por aptitudes, actitudes, valores, creencias, conocimientos, habilidades, destrezas, hábitos y acciones que facultan a las personas para desempeñarse con éxito en la escuela, la sociedad y el mundo laboral. Como puede verse el concepto de competencia trasciende al concepto de saber hacer en un contexto dado, por eso la forma observable es el desempeño. Pero, es necesario tener en cuenta que el desempeño es integral porque exige manifestaciones del ser, en él no se ve la totalidad de la complejidad del ser, de lo que es sujeto a él”¹⁰

3.2.1 COMPETENCIAS ACADÉMICAS

La competencia desarrollada en el mundo académico difiere de la desarrollada en el entorno familiar y social, debido al contexto disciplinar en que se desarrollan porque se construyen en el saber, claro está, que el individuo que aprende no se “despoja” de sus competencias sociales, al momento de desarrollar sus competencias cognitivas. Cuando el estudiante analiza, pone en juego sus

¹⁰ARBELÁEZ LÓPEZ, Ruby. CORREDOR MONTAGUT, Martha Vitalia. PÉREZ ANGULO, Martha Ilce. Concepciones sobre competencias. CEDEDUIS, Universidad Industrial de Santander, 2009. 59p.

competencias comunicativas en el contexto de la química, las matemáticas y la biología. Así mismo, difícilmente se puede hablar de competencias en un solo contexto disciplinar. Las competencias académicas hacen referencia al saber hacer en la aplicación del conocimiento.

3.2.2 Competencias cognitivas

Las competencias académicas cognitivas encuentran en el ciclo básico el contexto de la ciencia. Aquí es cuando ocurre la interacción con el conocimiento científico, mediante el cual se debe transformar la visión del mundo de la vida, se reelaboran las concepciones y se construye el saber, se amplía el espectro de posibilidades para formular respuestas a las necesidades personales, científicas y sociales. Es decir, “[...] a mayor riqueza de pensamiento, mayor riqueza comunicativa; a mayor claridad de ideas, conceptos y opiniones, también mayor claridad en el flujo de la comprensión- producción. El pensamiento se desarrolla aprovechando la máxima experiencia diaria, en el aprendizaje de la ciencia y de la cultura, en la interacción social y, desde luego, ejercitando la inteligencia” (Niño, 2003)¹¹

Tomando como base la taxonomía de Bloom (1975)¹² se puede proponer el desarrollo en cinco competencias complejas: Comprensión, análisis, síntesis, aplicación y evaluación. Aunque en el contexto se habla de clases, también

¹¹ NIÑO ROJAS, Víctor Miguel (2003). Competencias en la comunicación. Hacia las prácticas del discurso. Bogotá: Ecoe. 296p.

¹² BLOOM, Benjamín (1981). Taxonomía de los objetivos de la educación. Buenos aires: Ateneo. 309p.

podemos decir que se convierten en niveles cuando cada clase implica a las anteriores.

3.2.3 Competencias actitudinales y axiológicas

Como dice Van Dijk (1989) “Las actitudes organizan las maneras en que comprendemos, interpretamos y aceptamos información, en que ponemos o cambiamos atención o interés en algo, y en que realizamos las diversas acciones que llevaremos a cabo en ciertos contextos sociales”.¹³

Los valores y las actitudes intervienen en cada momento del ser humano: en el aprendizaje, las palabras, decisiones, pensamientos, deseos, lo que hace y en general lo que es. Sin embargo la formación intencional de las actitudes no ha sido un motivo por el cual preocuparse en la educación superior, aunque se habla de falta de motivación, irresponsabilidad, dificultades para el trabajo en grupo, entre otras cosas. Esto muestra la preocupación por las actitudes y valores, pero todo en torno de lograr aprendizajes cognitivos.

“La tendencia de formación por competencias es una oportunidad para el desarrollo de las actitudes y los valores, ya que de otra forma el estudiante no podrá demostrar que es una persona equilibrada para vivir e interactuar

¹³ VAN DIJK, Teun (1989). Estructuras y funciones del discurso. España: Siglo XXI. 204p

armoniosamente en sociedad y liderar un grupo de personas hacia el logro de metas comunes”¹⁴

3.3 DISEÑO INSTRUCCIONAL

Por diseño instruccional se entiende un proceso sistemático, planificado y estructurado, que se apoya en una orientación psicopedagógica adecuada a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y que guarda coherencia con un modelo educativo dado.

Para Berger y Kam (1996) es el desarrollo sistemático de los elementos instruccionales, usando las teorías de aprendizaje y las teorías instruccionales para asegurar la calidad de la instrucción. Incluye el análisis de necesidades de aprendizaje, los objetos o competencias, el desarrollo de tareas y materiales, la evaluación del aprendizaje y el seguimiento del curso.

La labor del diseño instruccional puede ser asumida desde la propia estructura académica organizativa de la institución, o bien, puede corresponder al docente, si se parte de libertad catedrática. Para el docente hacer el diseño instruccional y asumirlo como parte de sus acciones representa una oportunidad para la reflexión de su propia práctica desde la planeación misma, una oportunidad para el seguimiento continuo, la evaluación y la mejora. Por ello, es el mejor punto de

¹⁴ARBELÁEZ LÓPEZ, Ruby. CORREDOR MONTAGUT, Martha Vitalia. PÉREZ ANGULO, Martha Ilce. Concepciones sobre competencias. CEDEDUIS, Universidad Industrial de Santander, 2009. Pág. 80

partida para la toma de decisiones que le permita estructurar de la mejor manera sus cursos.

Para el desarrollo del diseño instruccional es necesario la utilización de modelos que faciliten la elaboración y desarrollo de la instrucción.

El diseño instruccional hace referencia de las especificaciones de necesidades y el diseño y desarrollo del modelo pedagógico de la asignatura detalladas en el reconocimiento de los conceptos cognitivos y procedimentales que lo conforman, además de la identificación de sus propósitos, actividades, unidades de aprendizaje y módulos de formación. La participación activa de los usuarios directamente relacionados (profesor, pedagogo y diseñador instruccional) es una condición imprescindible para el análisis del sistema, ya que constituye la garantía de que los requisitos identificados son entendidos e incorporados al sistema, y por lo tanto, de que éste será aceptado. La obtención de estos requerimientos se centra en la base pedagógica que dará soporte a los objetos de aprendizaje a desarrollar.

El diseño instruccional contempla la incorporación de competencias, el análisis funcional y la aplicación de TIC, en su desarrollo.

3.3.1 DISEÑO INSTRUCCIONAL BASADO EN COMPETENCIAS

El diseño instruccional basado en competencias no pretende imponer los contenidos específicos que se deben ver en la asignatura, su intención es la de constituirse en una estructura que soporte y articule diferentes actividades de aprendizaje que hacen complicado la comprensión y asimilación de estos contenidos, previamente establecidos para dicha asignatura. Teniendo siempre como referencia las competencias que se le deben proporcionar al estudiante para que pueda aplicar los conceptos adquiridos.

Finalizando el proceso, el diseño instruccional debe suministrar lo siguiente:

- Selección y análisis de los contenidos temáticos (identificación del objeto y contenidos de la asignatura)
- Planteamiento de cada deber y hacer relacionado
- Diagrama en forma secuencial de las actividades de aprendizaje
- Estructuración modular (actividades de enseñanza- aprendizaje, unidad de aprendizaje y módulos de formación)
- Planeación curricular
- Guía de medios didácticos

El diseño instruccional, basado en competencias, de la asignatura Transferencia de Calor en la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ya fue realizado mediante el proyecto de grado titulado “DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ENSEÑANZA/ APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

TRANSFERENCIA DE CALOR EN AMBIENTES EDUCATIVOS VIRTUALES".¹⁵

Basado en lo realizado en este proyecto, se procederá a continuar con los objetos de aprendizaje para la asignatura de Transferencia de calor el área de Transferencia de calor por conducción.

3.4 OBJETOS DE APRENDIZAJE

Cuando se habla de un Objeto de Aprendizaje se refiere a "una colección de contenidos, ejercicios, y evaluaciones que son combinados sobre la base de un objetivo de aprendizaje simple".¹⁶ El término es acreditado a Wayne Hodgins, quien lo utiliza al crear un grupo de trabajo en 1994 que incluye ese nombre, aunque el concepto fue descrito por primera vez por Gerard en 1967.

El concepto de Objeto de Aprendizaje ha tenido varias denominaciones, que incluyen: Asset, objetos de contenido (content objects), objetos educativos (educational objects), objetos informativos (information objects), objetos de conocimiento (knowledge objects), recursos educativos (learning resource), objetos multimedia (media objects), contenido multimedia en bruto o crudo (Raw Media Element), objetos informativos reutilizables (reusable information objects),

¹⁵ Rodríguez, Ronald. Fuciños Raúl. Universidad Industrial Santander, de Trabajo de grado. 2006

¹⁶Reusable Learning Object Strategy: Designing and Developing Learning Objects for Multiple Learning Approaches. Cisco systems. 2003

objetos de aprendizaje reutilizables (reusable learning objects), unidad de aprendizaje (unit of learning) y unidad de estudio (unit of study).

Los Objetos de Aprendizaje ofrecen una nueva conceptualización del proceso de aprendizaje: en lugar de un material que lleve varias horas, ellos proveen de una unidad de aprendizaje pequeña, auto-contenida y reutilizable.

Un tema clave y que distingue a los Objetos de Aprendizaje de otros tipos de materiales educativos es que deben contar con información acerca de su contenido e intencionalidad pedagógica. Esto significa que deben contar con metadatos.

El diseño de los Objetos de Aprendizaje debe tener en cuenta el tema de la portabilidad, en relación con su utilización sobre diferentes Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés). Esto puede extenderse para diferentes plataformas tecnológicas.

Teniendo en cuenta que las definiciones existentes están encaminadas a suplir necesidades particulares de los organismos que las emiten y pueden llegar a ser muy ambiguas frente al valor educativo, el Ministerio de Educación Nacional, con el apoyo de expertos de varias Instituciones de Educación Superior ha acordado la siguiente definición, dentro de la cual se enmarcan las iniciativas del Ministerio en el tema:

“Un objeto de aprendizaje es un conjunto de recursos digitales que puede ser utilizado en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al

menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Además, el objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadato) para facilitar su almacenamiento, identificación y recuperación."¹⁷

3.4.1 Elementos estructurales de un Objeto de Aprendizaje

La estructura de un OA ha tenido varios giros trascendentales a través del tiempo que demuestran el análisis que la comunidad académica ha realizado con respecto al tema.

Al principio, sin usar aún el término de Objeto de Aprendizaje, se habló de recursos que pudieran ser reutilizados en diferentes contextos, como documentos o imágenes, cuya estructura estaba auto-contenida en el resumen del documento, las palabras claves o simplemente el nombre. Más adelante se evolucionó hacia la interoperabilidad, donde la estructura de un OA debía contener todos los aspectos necesarios, tanto técnicos como pedagógicos, para poder "conectar" dos o más objetos, ahí surgieron las iniciativas de descripción de objetos y los estándares de metadatos. Recientemente se está volviendo a resaltar el valor pedagógico del objeto, ya sea con o sin los componentes técnicos, debido a que la discusión técnica del

¹⁷ <http://www.colombiaaprende.edu.co/>

problema estaba ahogando el potencial de la iniciativa de objetos en el mar de los estándares y la interoperabilidad. El valor pedagógico está presente en la disponibilidad de los siguientes componentes:

- **Objetivos:** Expresan de manera explícita lo que el estudiante va a aprender.
- **Contenidos:** Se refiere a los tipos de conocimiento y sus múltiples formas de representarlos, pueden ser: definiciones, explicaciones, artículos, videos, entrevistas, lecturas, opiniones, incluyendo enlaces a otros objetos, fuentes, referencias, etc.
- **Actividades de aprendizaje:** Que guían al estudiante para alcanzar los objetivos propuestos.
- **Elementos de contextualización:** Que permiten reutilizar el objeto en otros escenarios, como por ejemplo los textos de introducción, el tipo de licenciamiento y los créditos del objeto.

Aunque no está contemplada en esta definición, la evaluación es una herramienta que permite verificar el aprendizaje logrado. Están en concordancia con los objetivos propuestos y por el tipo de contenido presentado

3.4.2 Criterios de calidad de un objeto de aprendizaje

Susan Metros identifica dos aspectos de calidad a tener en cuenta en un Objeto de Aprendizaje:

"Si los objetos de aprendizaje son pobremente diseñados o usados inapropiadamente, el aprendizaje sufre. Por lo tanto, dos componentes de aseguramiento de calidad deben ser contemplados. El primero es cómo el objeto es usado, y el segundo es la calidad del objeto mismo. Los críticos temen que los instructores tiendan a generar una serie de objetos de aprendizaje que carezcan de significado pedagógico. Sin embargo, la situación con los objetos de aprendizaje no es diferente a la de los medios tradicionales. La instrucción deficiente lo es sin importar su formato. Todas las instituciones acreditadas mantienen revisiones y balances para monitorear y evaluar el éxito en el aula de clase, tanto en lo presencial como en lo virtual.

El segundo componente es la calidad del objeto de aprendizaje mismo. ¿Quién y qué organización revisará y clasificará los objetos para garantizar una alta calidad en su contenido y estructura? Para atender este problema, muchas organizaciones tienen procesos de evaluación definidos. Algunos son selectivos

sobre el material enviado y poseen equipos de profesionales en educación para evaluar los objetos antes de su publicación.”¹⁸

3.5 TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC)

“Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), a veces denominadas nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC) son un concepto muy asociado al de informática. Si se entiende esta última como el conjunto de recursos, procedimientos y técnicas usadas en el procesamiento, almacenamiento y transmisión de información, esta definición se ha matizado de la mano de las TIC, pues en la actualidad no basta con hablar de una computadora cuando se hace referencia al procesamiento de la información. Internet puede formar parte de ese procesamiento que, quizás, se realice de manera distribuida y remota. Y al hablar de procesamiento remoto, además de incorporar el concepto de telecomunicación, se puede estar haciendo referencia a un dispositivo muy distinto a lo que tradicionalmente se entiende por computadora pues podría llevarse a cabo, por ejemplo, con un teléfono móvil o una computadora ultra-

¹⁸Susan E. Metros. EDUCASE, Center for applied Research. Research Bulletin: Volumen 2002 Issue 19, Octubre 1, 2002

portátil, con capacidad de operar en red mediante Comunicación inalámbrica y con cada vez más prestaciones, facilidades y rendimiento.”¹⁹

La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como apoyo a los procesos educativos exige la participación activa de diferentes actores entre los que se destacan los profesores, estudiantes y directivos. Los profesores como mediadores de la enseñanza, los estudiantes como protagonistas de los procesos de aprendizaje y los directivos como responsables de apoyar el desarrollo de las propuestas de forma que se logren los propósitos educativos. Precisamente para favorecer el trabajo coordinado y la participación activa de estos actores implicados en el uso de TIC como apoyo a los procesos de formación, el Consejo Superior formuló la política de apoyo a la formación con TIC mediante el Acuerdo 051 de 2009 y el Consejo Académico aprobó un programa para la implementación de esta política mediante el Acuerdo 277 de 2011.

3.5.1 Uso del TIC como apoyo a los procesos de formación

El Acuerdo 277 de 2012, que aprueba el programa de implementación de la política de apoyo a la formación mediante tecnologías de la información y la comunicación (TIC), considera algunos niveles para el desarrollo y adaptación de

¹⁹<http://tic.uis.edu.co/ava/course/view.php?id=1455>

la política por parte de los profesores. En este sentido el equipo líder en TIC establece algunos lineamientos para los niveles de implementación:

3.5.2 Nivel 1: Creación de una cultura de uso de TIC en los procesos de formación.

Propósito: Ofrecer formación básica en el uso de la plataforma Moodle con el propósito de iniciar el montaje de un espacio en línea para apoyar las actividades de una asignatura.

Actividades:

- Ofrecimiento del curso “Funcionalidades de Moodle como apoyo a los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación”, con duración de 20 horas presenciales. El curso tiene un reconocimiento de 60 horas pues incluye el trabajo independiente que debe asumir el profesor, relacionado con lecturas sobre el uso educativo de las TIC y las actividades para la organización en Moodle de recursos y actividades básicas para apoyar una asignatura.
- El diseño, por parte de los profesores, de un espacio en línea para apoyar la enseñanza y el aprendizaje en una de las asignaturas que orienten; esta actividad se desarrolla a medida que se avanza en el curso de Moodle. En este espacio deberán incluir, entre otros, los siguientes elementos: (a) una presentación del espacio; (b) el programa del curso dentro del cual se está

utilizando las TIC; (c) el foro correspondiente al tablero de anuncios del profesor; (d) el foro de preguntas y respuestas; (e) el espacio social del curso (cafetería); (f) una carpeta de lecturas complementarias y (g) un glosario básico del curso. Adicionalmente, programarán una actividad para desarrollar con los estudiantes utilizando los servicios Moodle.

- El apoyo institucional mediante recursos tecnológicos y personal de apoyo para el diseño y montaje de los elementos básicos del espacio en línea.

El trabajo estará coordinado desde el CEDEDUIS con el apoyo de un recurso humano provisto por la Vicerrectoría Académica.

3.5.3 Nivel 2: Generación de experiencias de aprendizaje

Propósito: Acompañar a los profesores en implementación de experiencias que tienen como finalidad el diseño, montaje y uso de espacios en línea para apoyar el desarrollo de asignaturas.

Actividades:

- Elaboración por parte de los profesores de una propuesta con planificación de una experiencia de uso de TIC como apoyo al desarrollo de una asignatura. Esta planificación debe tener en cuenta los elementos definidos en los lineamientos acordados por el equipo líder en el uso de TIC. Los profesores tendrán el apoyo del equipo del CEDEDUIS.

- Presentación de la propuesta de planificación de la experiencia en línea ante el Consejo de Escuela que la estudiará y dará el aval según indicadores definidos.
- Estudio y aval del equipo líder a las propuestas aprobadas por los Consejos de Escuela. Esto tiene como consecuencia que el profesor tendrá una descarga de una asignatura para hacer el diseño de materiales y el montaje de lo planificado en la propuesta.
- Montaje de recursos y actividades en el espacio en línea según propuesta avalada.
- Utilización del espacio en línea organizado, durante un semestre académico. Se irá realizando evaluación de cómo va el proceso.
- Coordinación por parte de los decanos de la socialización de las experiencias de uso de TIC que se desarrollaron en la Facultad.
- El apoyo institucional mediante recursos tecnológicos y personal de apoyo para el diseño, montaje y desarrollo del espacio en línea para apoyar durante un semestre el trabajo en una asignatura.

El trabajo estará coordinado desde el CEDEDUIS con el apoyo de un recurso humano provisto por la Vicerrectoría Académica

3.6 PLATAFORMA MOODLE

Moodle es una plataforma de aprendizaje a distancia (eLearning) que cuenta con una gran creciente base de usuarios, la cual está basada en software libre. Moodle es un sistema de gestión avanzada (también denominada “Entorno virtual de enseñanza- aprendizaje (EVEA)”); es decir, una aplicación que ha sido diseñada con el objetivo de ayudar a los educadores a crear cursos de enseñanza de calidad en línea. Estos tipos de sistemas de aprendizaje a distancia, en algunas ocasiones son llamados Ambiente de aprendizaje virtual o Educación en línea.

La palabra Moodle, es un acrónimo Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno de aprendizaje dinámico orientado a objetos y modular), muy útil para programadores y teóricos de la educación.

La UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, ha adoptado el uso de la plataforma Moodle para incorporar el aprendizaje en línea sobre los diferentes planes curriculares presentes en el alma mater. El desarrollo de este trabajo de grado es la aplicación del objeto de aprendizaje en la plataforma Moodle justificado por los siguientes puntos:

- Esta plataforma institucional es la más utilizada en la actualidad gracias a que participa en la adaptación y uso de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje, teniendo una fuerte estructura tecnológica y pedagógica.

- El uso de esta plataforma genera cultura de aprendizaje en línea para los estudiantes a partir del manejo y uso de TIC´s.
- Contribuir con la implementación de los estilos de aprendizaje sobre los contenidos temáticos de la asignatura de Transferencia de calor por medio de la construcción de las unidades correspondientes a la conducción de calor en la plataforma Moodle, fortaleciendo el nuevo estilo de educación que se basa en competencias a través de los sistemas de tecnologías de información y comunicación.

3.6.1 Características del Moodle

Moodle es un proyecto activo y en constante evolución, que se ha adaptado a los contenidos virtuales de aprendizaje desde el año 2000 en algunas universidades de Colombia, las cuales integraron el aprendizaje colaborativo y significativo a las formas tradicionales de enseñanza y aprendizaje, enriqueciendo a gran escala la participación activa del estudiante y la generación de nuevos matices a la educación universitaria.

Unas de las características principales del Moodle son:

- Promueve una pedagogía constructiva social (colaboración, actividades, reflexión crítica, etc.)
- Es de fácil instalación en plataformas que soporten PHP.
- Posee una interfaz de navegación sencilla, ligera, eficiente y compatible.

- Sus áreas de introducción de texto (recursos, mensajes de los foros, entrada de noticias, etc.) se pueden editar mediante un editor HTML incluido.
- Es posible elegir entre varios formatos de curso tales como semanal, por módulos, temas o el formato social basado en debates.
- Existe una lista de cursos que contiene las descripciones de los mismos existentes en servidor y el acceso con perfil de invitado.
- El sistema de calificaciones es totalmente flexible, introduciendo la posibilidad de evaluar por competencias.
- El docente puede conocer el progreso de los estudiantes dentro de la plataforma, el uso de los recursos y los aportes en las diferentes actividades del curso.

Por todas estas razones, se escogió el uso de la plataforma Moodle para el desarrollo de objetos de aprendizaje para la asignatura de Transferencia de Calor. Esto permite la flexibilidad del contenido y que, además, sea complementada por medio de la colaboración e investigación de los estudiantes. Así se genera el aprendizaje colaborativo, se evidencia el aprendizaje significativo del estudiante y le permite la interacción del mismo en la unidad de aprendizaje.

4. ELABORACIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE

El aprendizaje por competencias es uno de los principales objetivos de nuestro actual sistema educativo, debido a que está orientado al desarrollo de las habilidades y destrezas necesarias para un adecuado desenvolvimiento en la sociedad. Para desarrollar las habilidades y destrezas necesarias en cada competencia, es muy importante tener acceso a los recursos didácticos adecuados, los cuales puedan adaptarse a las diferentes necesidades educativas de los alumnos.

La Red es una de las principales fuentes de información, por tanto, se requiere de una adecuada gestión de los recursos educativos para promover aprendizajes de calidad, que permitan a los estudiantes desarrollarse de forma activa y eficiente en esta era de la Información.

El término Objeto de Aprendizaje (OA) fue introducido por Wayne Hodgins en 1992. A partir de esa fecha, han sido muchos los autores que han definido el concepto; de hecho, la falta de consenso en su definición ha llevado a la utilización de múltiples términos sinónimos: learning object, objetos de aprendizaje reutilizables, objeto de conocimiento reutilizable, cápsula de conocimiento...David Willey, en el año 2001 propone la siguiente definición: “cualquier recurso digital que puede ser usado como soporte para el aprendizaje”²⁰.

²⁰ Plan de acciones para la convergencia europea. Los objetos de aprendizaje como recurso para la docencia universitaria: criterios para su elaboración. Universidad Politécnica de Valencia. 4p.

Partiendo de la definición de Willey, se define el objeto de aprendizaje como “la unidad mínima de aprendizaje, en formato digital, que puede ser reutilizada y secuenciada”.

Se conciben, por tanto, estos pequeños componentes (OA) como elementos integrados e integradores del proceso de enseñanza-aprendizaje, ofreciendo a los estudiantes la posibilidad de mejorar su rendimiento y nivel de satisfacción. No obstante, el OA debe cumplir una serie de características para que realmente pueda ser considerado como tal.²¹

- Formato digital: tiene capacidad de actualización y/o modificación constante; es decir, es utilizable desde Internet y accesible a muchas personas simultáneamente y desde distintos lugares.
- Propósito pedagógico: el objetivo es asegurar un proceso de aprendizaje satisfactorio. Por tanto, el OA incluye no sólo los contenidos sino que también guía el propio proceso de aprendizaje del estudiante.
- Contenido interactivo: implica la participación activa de cada individuo (profesor-alumno/s) en el intercambio de información. Para ello es necesario que el objeto incluya actividades (ejercicios, simulaciones, cuestionarios, diagramas, gráficos, diapositivas, tablas, exámenes, experimentos, etc.) que permitan facilitar el proceso de asimilación y el seguimiento del progreso de cada alumno.

²¹ Plan de acciones para la convergencia europea. Los objetos de aprendizaje como recurso para la docencia universitaria: criterios para su elaboración. Universidad Politécnica de Valencia. 4p.

- Es Indivisible e independiente de otros objetos de aprendizaje, por lo que debe tener sentido en sí mismo y no puede descomponerse en partes más pequeñas.

Teniendo en cuenta los criterios mencionados y con base en el diseño instruccional realizado en el proyecto de grado “Diseño curricular basado en competencias para la enseñanza/aprendizaje de la asignatura de transferencia de calor en ambientes educativos virtuales”, se elaboraron los siguientes objetos de aprendizaje para el fortalecimiento de las competencias en la asignatura de Transferencia de calor, específicamente en el área de transferencia de calor por conducción, y posteriormente se realizó su vinculación a la plataforma Moodle para facilitar su interacción:

- Resumen en diapositivas de la teoría de la transferencia de calor por conducción para cada uno de los temas del contenido, basado en el libro “Transferencia de calor y masa”, de Yunus A. Cengel.
- Videos explicativos que complementen la cátedra en cada uno de los capítulos mencionados anteriormente y un tutorial básico para el manejo del software *MatLab*.
- Cuestionarios de preguntas abiertas y de selección múltiple que involucren el análisis conceptual con respecto a la transferencia de calor por conducción.
- Foros virtuales para la interacción directa entre los individuos involucrados en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

- Ejercicios resueltos siguiendo la metodología sugerida en el texto guía.
- Talleres de problemas propuestos que se resolverán utilizando la siguiente metodología:
 - a) Talleres teóricos: Solución de problemas de conducción de calor en forma analítica
 - b) Talleres de métodos numéricos: Solución de problemas de conducción de calor (paramétricamente) mediante un programa utilizando el software *MatLab*.

4.1 Resumen en diapositivas de la teoría de la transferencia de calor por conducción para cada uno de los temas del contenido, basado en el libro “transferencia de calor y masa”, de Yunus A. Cengel.

Cuando se pensó en realizar un resumen de la teoría que se estudia en la asignatura de Transferencia de calor, se tuvo en cuenta que la finalidad que persigue el resumen de un texto es lograr una reducción del mismo para poder ser leído, memorizado, estudiado o bien difundido de forma más cómoda, sin perder detalle alguno de sus datos esenciales y sin hacer alteración o modificación del contenido, resaltando todos los detalles importantes.

Se realizó un resumen de cada uno de los capítulos mencionados anteriormente en los objetivos, más el capítulo número uno que hace referencia a la introducción y conceptos básicos de la Transferencia de calor.

Estos resúmenes se realizaron con base en el libro de “Transferencia de calor y masa”, de Yunus A. Cengel, y se hicieron teniendo en cuenta que fueran de utilidad, tanto para el docente en caso de querer utilizarlas para exponer sus clases, como para que el estudiante pueda estudiarlas por su propia cuenta y pueda entender los conceptos y definiciones necesarias para avanzar en el estudio de la asignatura.

Estos resúmenes están distribuidos en cinco capítulos con un promedio de 50 diapositivas por cada sección y puestos en formato PDF en la plataforma MOODLE.

- Capítulo 1: Introducción y conceptos básicos
- Capítulo 2: Ecuación de la conducción de calor
- Capítulo 3: Conducción del calor en estado estacionario
- Capítulo 4: Conducción del calor en régimen transitorio
- Capítulo 5: Métodos numéricos en la conducción de calor


Cada uno de los resúmenes en diapositivas contiene una introducción y los objetivos correspondientes a cada capítulo, conceptos claves, definiciones importantes, gráficas que contribuyen a entender mejor cada tema, ecuaciones fundamentales y ejemplos de los temas tratados. Los ejemplos de éstos se muestran en las figuras 3 al 7 mediante capturas de imagen tomadas al resumen del capítulo número uno.

Figura 3. Diapositiva con la introducción al capítulo 1

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

GIEMA Universidad Industrial de Santander

La termodinámica trata de la cantidad de transferencia de calor a medida que un sistema pasa por un proceso de un estado de equilibrio a otro y no hace referencia a cuánto durará ese proceso. Pero en la ingeniería a menudo estamos interesados en la rapidez o razón de esa transferencia, la cual constituye el tema de **transferencia de calor**.



Grupo de Investigación en Energía y Medio Ambiente

http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/2eso/Tema_4/Tema_4.htm


Figura 4. Diapositiva con los objetivos del capítulo 1

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

GIEMA Universidad Industrial de Santander

Objetivos:

- Entender cómo están relacionadas entre sí la termodinámica y la transferencia de calor
- Distinguir la energía térmica de las otras formas de energía, así como la transferencia de calor de las otras formas de transferencia de energía
- Realizar balances generales de energía y balances de energía superficial



Grupo de Investigación en Energía y Medio Ambiente


Figura 5. Diapositiva que muestra contenido de conceptos claves.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

GIEMA Universidad Industrial de Santander

La energía existe en varias formas. Pero en este curso se hará énfasis en el calor.

El calor es la forma de energía que se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia en la temperatura.



La ciencia que trata de la determinación de las razones de esa transferencia es la **transferencia de calor**.

<http://blogdefqanfm.blogspot.com/2011/03/temperatura-e-calor.html>

Figura 6. Diapositiva que muestra contenido de ecuaciones fundamentales

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

GIEMA Universidad Industrial de Santander

La rapidez o razón de la conducción de calor a través de un medio depende de la configuración geométrica de éste, su espesor y el material de que esté hecho, así como de la diferencia de temperatura a través de él.

$$\dot{Q}_{cond} = kA \frac{T_1 - T_2}{\Delta X} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta X} \quad (W)$$

en donde la constante de proporcionalidad k es la *conductividad térmica del material*, que es una *medida de la capacidad de un material para conducir calor*.

En el caso límite cuando $\Delta X \rightarrow 0$, obtenemos **la ley de Fourier de la conducción de calor**:

$$\dot{Q}_{cond} = -kA \frac{dT}{dX} \quad (W)$$


Figura 7. Diapositiva con ejemplo del tema en el capítulo 1.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

GIEMA Universidad Industrial de Santander

Como ejemplo, miremos el proceso de hornear una papa en un horno. Se puede estudiar analíticamente de una manera sencilla al considerar la papa como una esfera sólida que tenga las propiedades del agua.

La elaboración de modelos es una herramienta poderosa en la ingeniería que proporciona gran visión y sencillez a costa de algo de exactitud.



Horno

Papa ← Real

175°C

Agua ← Ideal

GIEMA

Todas las diapositivas fueron realizadas en *Microsoft Power Point*, pero se transformaron a formato PDF para su mejor utilización en la plataforma MOODLE. Sin embargo, el original de este material se pondrá a disposición del docente Jorge Luis Chacón Velasco, director de este trabajo de grado, para futuras actualizaciones y modificaciones.

4.2 Videos explicativos que complementen la cátedra en cada uno de los capítulos mencionados anteriormente y un tutorial básico para el manejo del software *MatLab*

De entrada se trata de un elemento motivador que facilita el trabajo y suscita el interés por el tema a tratar; permitiendo así que se introduzca el tema de forma general o incluso como cierre del mismo para hacer una recapitulación de todo lo visto.

El uso del video facilita al profesor la tarea de explicación de algún concepto que resulta costoso de captar dado que va a permitir al alumno poder visualizar la explicación de dicho concepto tantas veces como sea necesario.

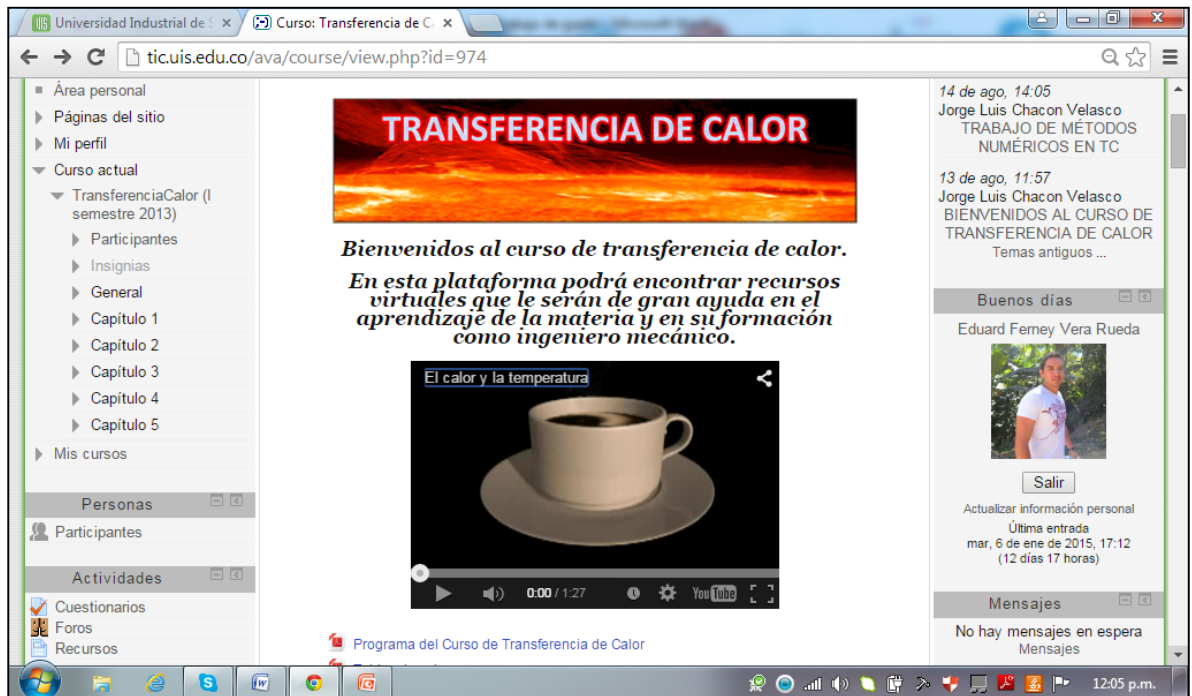
Desde hace algunos años, con la utilización de las TIC en la educación, han aumentado considerablemente los recursos multimedia que tenemos a nuestra disposición: imágenes, presentaciones, audio, animaciones, video, etc. En concreto, el video ofrece un recurso excelente para el proceso de enseñanza y aprendizaje, inclusive a nivel universitario.

Para el desarrollo de este objeto de aprendizaje, se inició una búsqueda minuciosa de los videos disponibles en el sitio web *Youtube*, para identificar algunos videos que coincidieran con cada uno de los temas mencionados en los objetivos propuestos, los cuales hacen referencia a la transferencia de calor por conducción. Estos videos, junto con un video correspondiente al capítulo número 1 (introducción y conceptos básicos) y un video como introducción y motivación a estudiar la asignatura en general, fueron enlazados a la

plataforma MOODLE como recursos multimedia que permitirán la conceptualización y mejor comprensión de la transferencia de calor mediante el mecanismo de conducción de calor. En la figura 8 se muestra una captura de imagen del video de introducción al curso de transferencia de calor.

Adicional a estos videos, se referenció recurso multimedia de un tutorial para aprender a utilizar el software *Matlab*, mediante el cual se hará la resolución de algunos ejercicios en forma paramétrica como se observa en el capítulo número 5 (métodos numéricos en la conducción de calor).

Figura 8. Captura de pantalla que muestra video introductorio a la asignatura.



El video utilizado como motivación e introducción a la asignatura de Transferencia de calor, muestra el concepto de transferencia de calor y hace una breve explicación de cada uno de los mecanismos de transferencia de calor.

El capítulo número uno del libro de Yunus A. Cengel se titula “Introducción y conceptos básicos”. Aunque no estaba planteado en los objetivos del trabajo de grado, también se vio conveniente buscar un recurso multimedia a través del cual se pudiera dar a conocer este capítulo y que los usuarios de la plataforma MOODLE de la asignatura de Transferencia de calor pudieran verse beneficiados con este video tan constructivo.

Este video es una sección de un documental en el cual se recuerdan algunos conceptos básicos para la asignatura como la primera y segunda ley de la termodinámica, se muestra la diferencia entre calor y temperatura, se hace una explicación más detallada de los mecanismos de transferencia de calor y se mencionan algunas de las aplicaciones de la misma.

El video correspondiente al segundo capítulo hace una descripción más profunda del mecanismo de transferencia de calor por conducción y, mediante una forma didáctica, se explica el movimiento de las moléculas de un material en estado sólido. También se explica esta forma de transferencia de calor a través de experimentos físicos muy prácticos.

En el caso del capítulo número tres, el cual se titula “Conducción de calor en estado estacionario”, el recurso muestra la solución de un ejercicio de aplicación de la transferencia de calor en estado estacionario sobre placas planas, a la vez que aplica el concepto de resistencias térmicas. Este ejercicio ayuda a conceptualizar lo aprendido a lo largo del capítulo.

También para este capítulo número tres, se tiene un video técnico promocional de una industria de radiadores en el cual se muestra la aplicación y efectividad de las aletas como método de mejora en la transferencia de calor en la industria.

“Conducción de calor en régimen transitorio”. Este es el título del capítulo número cuatro y el recurso que corresponde a esta sección es el desarrollo de un laboratorio en el cual se estudia la transferencia de calor de un cuerpo esférico a medida que avanza el tiempo. Este recurso ayuda en gran manera a que los estudiantes puedan aterrizar un poco la teoría aprendida en este capítulo, ya que no se cuenta con un laboratorio en esta asignatura.

Finalmente, para el capítulo número cinco, el recurso multimedia muestra la solución de un ejercicio de un intercambiador de calor equicorriente mediante diferencias finitas, realizado por un docente de la Universidad Politécnica de Valencia. Este capítulo, que se titula “Métodos numéricos en la conducción de calor”, muestra las ventajas de abordar problemas de transferencia de calor por conducción mediante programas que faciliten y su solución y se acerquen con

mayor precisión a la respuesta correcta. Es por eso que este video se presta atractivo para los estudiantes que empiezan a resolver ejercicios de este tipo.

Como complemento a este recurso, se facilita un tutorial virtual del software *Matlab*, mediante el cual, se espera que los estudiantes realicen su propio programa de resolución de problemas de transferencia de calor por conducción de forma paramétrica. Este ejercicio ampliará el conocimiento y la creatividad del estudiante para solucionar este tipo de problemas en su vida profesional.

Cada uno de estos recursos multimedia que está dispuesto en la plataforma MOODLE, cuenta con su correspondiente enlace directo a *Youtube*, como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Enlace directo de los recursos multimedia a *Youtube*.



4.3 Cuestionarios de preguntas abiertas y de selección múltiple que involucren el análisis conceptual con respecto a la transferencia de calor por conducción.

La Real Academia Española (RAE), define la palabra cuestionario como “Una lista de preguntas que se proponen con cualquier fin”.²²

Este recurso es utilizado, para este trabajo, como un método de evaluación mediante el cual, el docente tiene la oportunidad de conocer el avance de los estudiantes con respecto al estudio de cada uno de los capítulos de la asignatura correspondientes a la transferencia de calor por conducción.

Este recurso contiene alrededor de treinta preguntas conceptuales por cada capítulo. Estas preguntas se clasifican en: selección múltiple, respuesta corta, falsa y verdadera y tipo ensayo.

En este tipo de evaluación, las preguntas son presentadas por el sistema al estudiante de manera aleatoria y cada una de ellas, excepto en la categoría de ensayo (ya que le corresponde al docente determinar la calificación en estas respuestas), ya está estipulada la respuesta correcta.

En las figuras 10 y 11, mediante capturas de imagen, se da una muestra de las preguntas tipo ensayo y de selección múltiple que se han realizado en el proyecto.

²²<http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=cuestionarios>

Figura 10. Pregunta tipo ensayo.

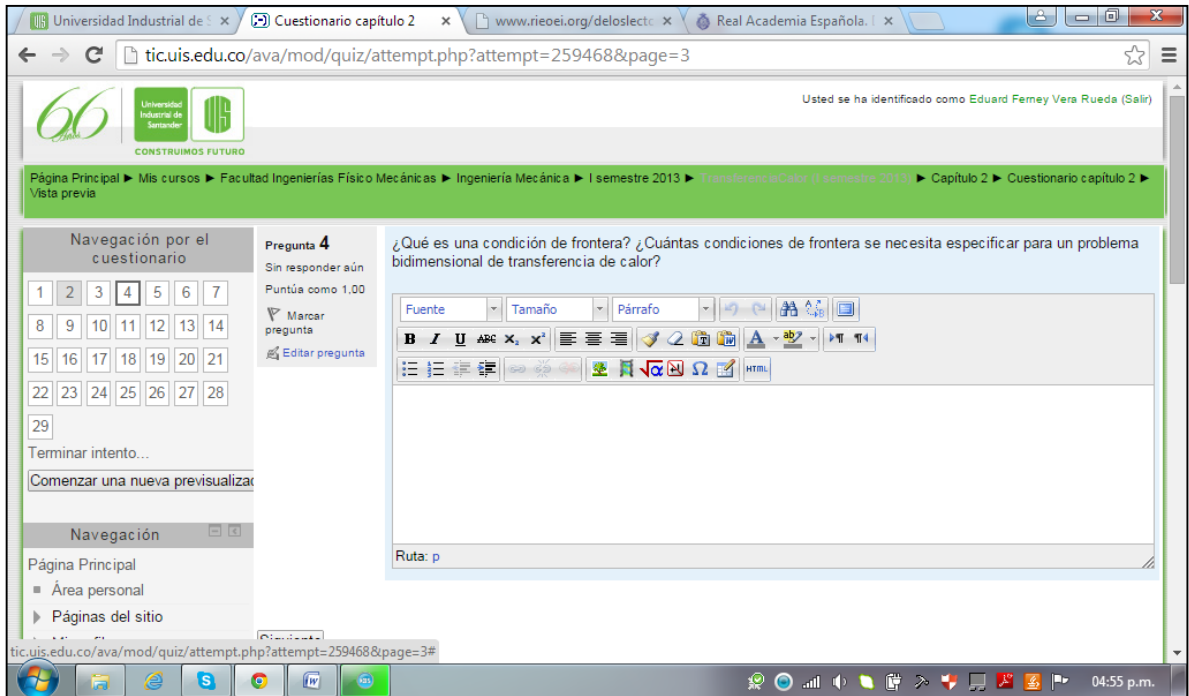
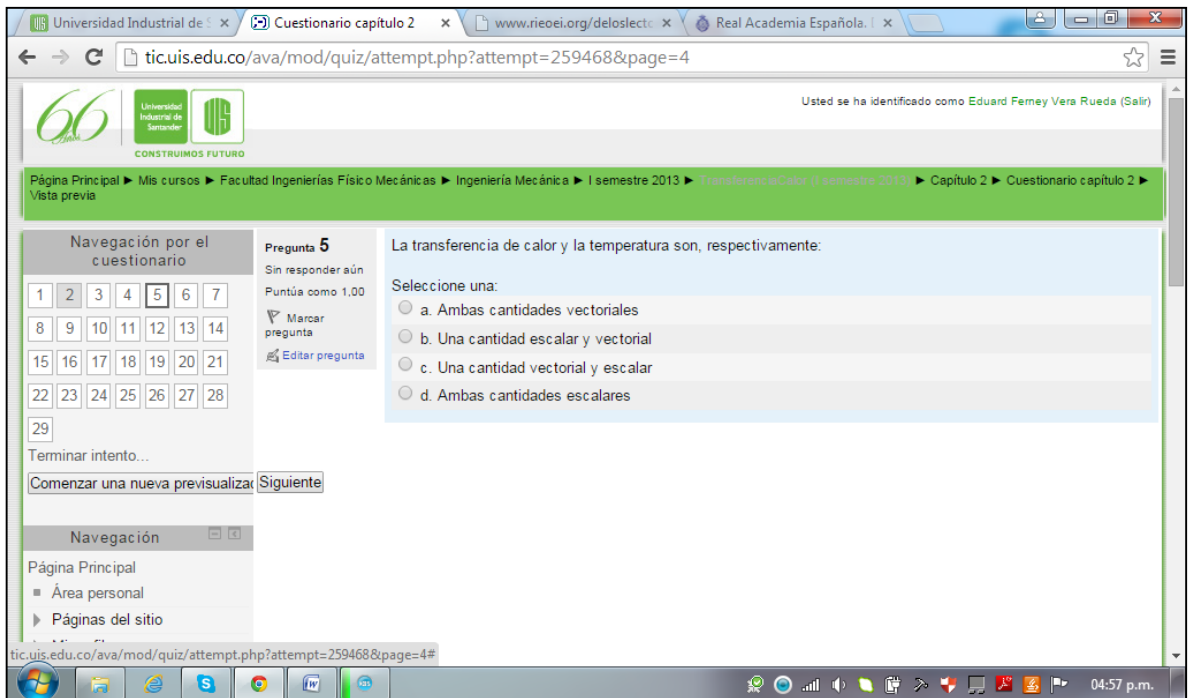


Figura 11. Pregunta tipo selección múltiple.



4.4 Foros virtuales para la interacción directa entre los individuos involucrados en el proceso de enseñanza/aprendizaje

Se puede definir el foro virtual educativo como una forma de comunicación dispuesta por espacios de diálogo en los cuales se incluyen mensajes que pueden ir clasificados temáticamente. En éstos, los alumnos pueden realizar nuevos aportes, aclarar otros, refutar los de los demás participantes, etc., de una forma tal, que sea posible que los comentarios y aportes de los usuarios permanezcan en el tiempo a disposición de los demás participantes.

El foro es una muy buena herramienta tecnológica de comunicación asincrónica, es decir, que se establece entre dos o más personas de manera diferida en el tiempo, es decir, cuando no existe coincidencia temporal, por lo tanto los participantes lo visitan de acuerdo a sus situaciones personales.

Esta herramienta propicia la creación de ambientes que estimulan el aprendizaje y pensamiento crítico a través de la construcción del conocimiento y la exposición de sus propios argumentos.

El foro virtual está siendo utilizado cada vez con más frecuencia como una poderosa herramienta de trabajo colaborativo y comunicación ya que permite a sus miembros participar en una forma reflexiva y concienzuda frente a cada aporte que se realiza.

Debe tenerse en cuenta que éste es solo un elemento complementario a la labor del docente y por lo tanto de tomarse como una forma de enriquecer y ampliar el conocimiento mediante el intercambio de información.

Un foro, por su fin, se presta para varias formas de uso: El debate, diálogo y comunicación, espacio de socialización, trabajo y aprendizaje colaborativo.

“Las ventajas pedagógicas que se derivan de la incorporación del foro como herramienta de las plataformas virtuales son múltiples. Es imprescindible tener en cuenta que no es tan importante la herramienta en sí como los principios que subyacen en su uso respecto a la mediación interpersonal que se establece entre sus participantes. Así, el uso del foro potencia, entre otros aspectos, el pensamiento crítico.

Algunos aspectos positivos del uso de los foros virtuales que podemos señalar son:

- Desarrollo del pensamiento crítico.
- Motivación hacia la construcción activa y social del conocimiento.
- Aumento de las posibilidades de comunicación.
- Reducción de límites espacio-temporales.
- Mayor trabajo autónomo.
- Facilidad para la discusión grupal.
- Mejorar las competencias en la búsqueda y selección de información.
- Mejora en la argumentación de las ideas.

- Potencia la comunicación escrita.
- Mejora la capacidad de síntesis, de negociación, de organización y gestión tanto de la información.

Aunque debemos tener en cuenta que el uso del foro en las plataformas digitales conlleva también ciertas limitaciones como la sobre información, el mal uso del espacio, la pérdida de la comunicación no verbal y la escasa o nula participación por desconocer el funcionamiento de la herramienta.

El foro puede usarse como recurso para centrar el desarrollo de una actividad concreta. A través de las participaciones que hayan tenido los usuarios en dicho foro, se puede evaluar la participación y el proceso seguido”.²³

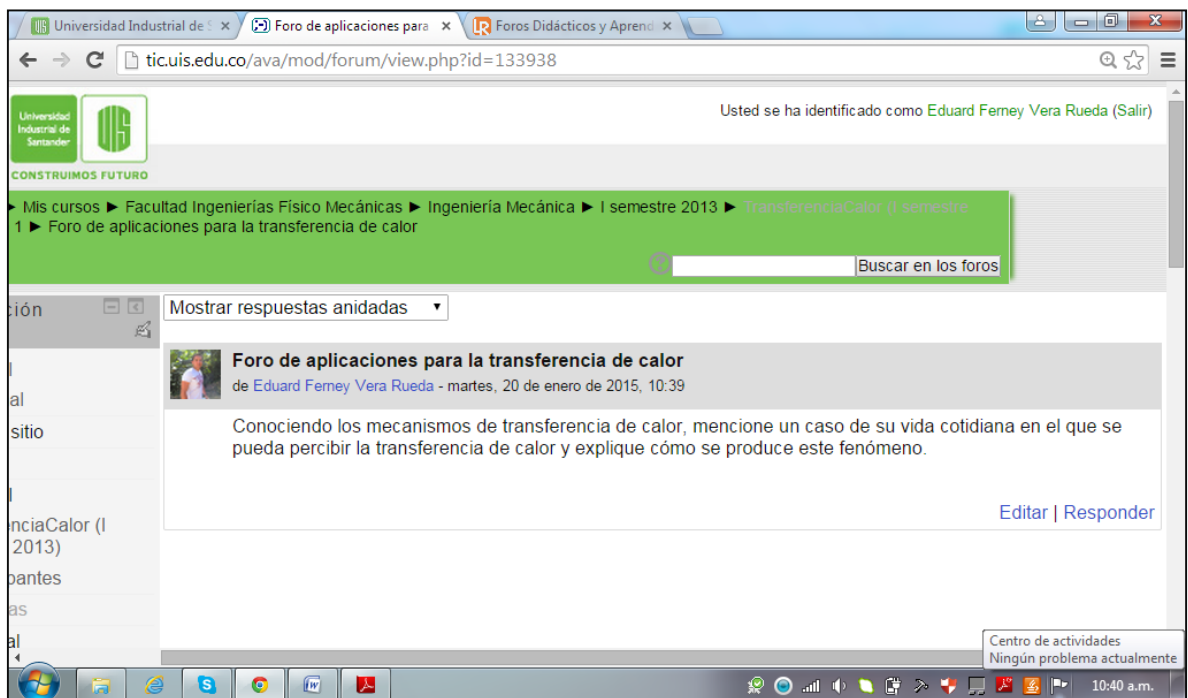
La plataforma Moodle brinda la posibilidad de que cada foro pueda ser habilitado y deshabilitado en cierto tiempo dispuesto por el docente y también la opción de elegir entre varios tipos de foros:

- Cada persona plantea un tema. Cada persona puede plantear un nuevo tema de debate (y todos pueden responder). Esta modalidad es útil cuando usted quiere que cada estudiante empiece una discusión sobre, digamos, sus reflexiones sobre el tema de la semana, y que todos los demás le respondan.

²³ OSUNA ACEVEDO, Sara. Foros didácticos y aprendizaje colaborativo. Learningreview

- Un debate sencillo. Es simplemente un intercambio de ideas sobre un solo tema, todo en una página. Útil para debates cortos y concretos.
- Foro P y R: Pregunta y Respuestas. Los estudiantes primero deben fijar sus puntos de vista antes de ver los mensajes de los demás.
- Foro General con formato de Blog. Un foro abierto donde cualquiera puede iniciar un nuevo debate en cualquier momento y en el que los temas de discusión se muestran en una página con enlaces "Discute este tema".
- Foro para uso general. Es un foro abierto donde cualquiera puede empezar un nuevo tema de debate cuando quiera. Este es el foro más adecuado, para uso general.

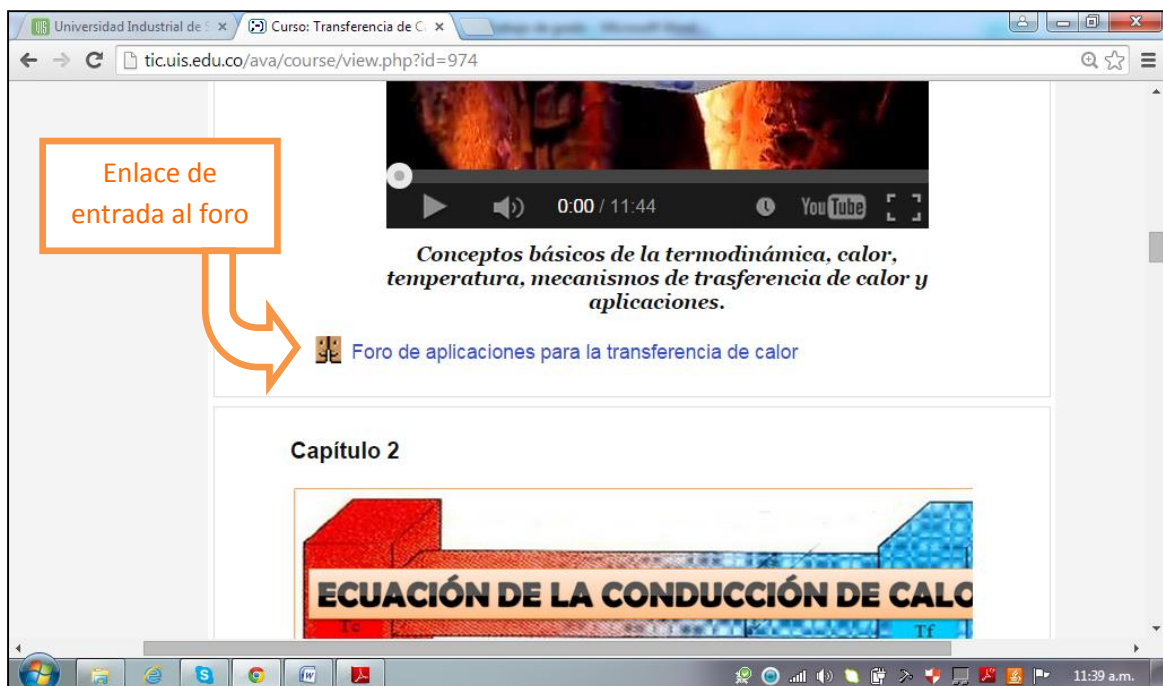
Figura 12. Captura de pantalla de un foro educativo



Como ejemplo, en la figura 12 se muestra el foro establecido para el capítulo número 1, a través del cual se pide a los estudiantes, los cuales ya conocen los mecanismos de transferencia de calor, que mencionen un caso de su vida cotidiana en el cual se perciba algún tipo de transferencia de calor y que explique cómo se produce el fenómeno. Esto tiene como objetivo que cada estudiante se enriquezca intelectualmente al tratar de entender lo que sucede a su alrededor, al compartirlo con sus compañeros y escuchar el punto de vista de los demás.

Este foro es de tipo “Debate sencillo”, mediante el cual cada uno aporta su propio comentario acerca de un solo tema que propone el docente y todos se alimentan del mensaje enviado por cada participante. En la figura 13 se muestra el enlace de entrada al foro mencionado, correspondiente al capítulo número uno.

Figura 13. Captura de imagen donde se muestra enlace de entrada al foro.



4.5 Ejercicios resueltos siguiendo la metodología sugerida en el texto guía.

Después que el estudiante ha obtenido la suficiente información, ha aprendido conceptos claves y ha comprendido la teoría necesaria, es de importancia que se enfrente a problemas académicos análogos a las situaciones reales, los cuales fortalezcan su preparación para la vida profesional.

“Diferentes autores conciben la resolución de problemas de diversas maneras. Para Garret²⁴ por ejemplo, resulta más afortunado referirse a “enfrentarse” a un problema que a “solucionarlo”; en ese sentido considera que el enfrentarse a un problema implica un proceso de pensamiento creativo y define la creatividad en términos de originalidad y utilidad de una posible solución a una situación dada.

Frazer²⁵ por su parte, considera que la resolución de problemas constituye un proceso en el cual se utiliza el conocimiento de una determinada disciplina, así como las técnicas y habilidades de ella para salvar la brecha existente entre el problema y su solución. No obstante, debido a que en este tipo de definición no se consideran las condiciones propias del sujeto que resuelve el problema, los representantes de la psicología gestaltiana consideran a este proceso como algo productivo, donde el sujeto que resuelve un problema requiere un cierto periodo de “incubación” seguido de una repentina ‘intuición”, gracias a la cual logra reorganizar mentalmente el problema.

²⁴ GARRETT, M.R. 1988, Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias, Enseñanza de las Ciencias. 6(3), p. 224-230.

²⁵ FRAZER, M.J, 1982. Solving Chemical Problems, Chemical Society Review, 11(2), p. 171-190.

Otros autores como Kempa (1986)²⁶ consideran que la resolución de problemas constituye un proceso mediante el cual se elabora la información en el cerebro del sujeto que los resuelve; dicho proceso requiere el ejercicio de la memoria de trabajo así como de la memoria a corto y largo plazo, e implica no sólo la comprensión del problema sino la selección y utilización adecuada de estrategias que le permitirán llegar a la solución.”

“Como resultado de todo lo anterior, se han presentado diferentes propuestas de modelos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias basados en la resolución de problemas, en cualquiera de sus enfoques. De cualquier forma, los siguientes aspectos se registran como centrales y se considera que deben ser tenidos en cuenta en la resolución de problemas como parte integrante de las estrategias de enseñanza de las ciencias:

- Comprensión del área de conocimiento del cual fue extraído el problema, es decir, la existencia de un dominio de conocimiento.
- El modelo de resolución deberá ayudar al alumno a plantear hipótesis, así como también a diseñar e implementar estrategias o experimentos que le permitan corroborar o improbar dichas hipótesis.
- La comprobación de la solución constituye la fase final del proceso de solución.

²⁶ KEMPA, R.F. 1986, Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva. Enseñanza de las Ciencias, 4(2), p. 99-110.

- Los problemas seleccionados deberían ser tomados de una situación natural.”²⁷

Pero es necesario que el futuro profesional sea orientado con respecto a la forma adecuada de abordar tales situaciones. Es por eso que existe este objeto de aprendizaje, ya que los problemas resueltos constituyen una parte importante en el proceso de aprender a solucionar.

El texto guía, el libro de Yunus A. Cengel, muestra siete pasos que el estudiante debería seguir para facilitar y encaminar la resolución de cada problema académico hacia la respuesta adecuada.

Técnica de resolución de problemas:

- Paso 1. Enunciado del problema: Con sus propias palabras exprese con brevedad el problema, la información clave que se le proporciona y las cantidades que debe hallar. Esto equivale asegurarse de que comprende el problema y los objetivos antes de que intente resolverlo.
- Paso 2. Esquema: Dibuje un esquema realista del sistema físico que interviene y haga una lista de la información pertinente sobre la figura. El esquema no tiene que ser tan elaborado, sólo debe asemejarse al sistema real y mostrar las características claves. Indique cualesquiera interacciones de energía y de masa con los alrededores.

²⁷JESSUP C, MargieN. Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales. Universidad Pedagógica Nacional.

- Paso 3. Suposiciones y aproximaciones: Enúnciense cualesquiera suposiciones y aproximaciones apropiadas que se establezcan con el fin de simplificar el problema y hacer posible una solución. Justifíquense las suposiciones cuestionables. Supónganse valores razonables para las cantidades faltantes que sean necesarias. Por ejemplo, a falta de datos específicos acerca de la presión atmosférica, se puede tomar como 1 atm., sin embargo, se debe resaltar en el análisis que la presión atmosférica decrece al aumentar la elevación. Por ejemplo, cae hasta 0.83 atm en Denver (elevación 1610 m)
- Paso 4. Leyes físicas: Aplique todas las leyes y principios físicos básicos pertinentes (como la conservación de la energía) y redúzcalos hasta su forma más sencilla aplicando las suposiciones establecidas. Sin embargo, en primer lugar debe identificarse con claridad la región a la cual se aplica la ley física.
- Paso 5. Propiedades: Determinéense las propiedades desconocidas necesarias para resolver el problema, con base en relaciones o tablas de propiedades. Hágase una lista de las propiedades por separado e indíquese su fuente, si se debe hacer.
- Paso 6. Cálculos: Sustituya las cantidades conocidas en las relaciones simplificadas y realice los cálculos con el fin de determinar las incógnitas. Ponga atención particular en las unidades y las cancelaciones de éstas, y recuerde que una cantidad dimensional sin una unidad no tiene significado.

Asimismo, no dé una sensación falsa de mucha precisión al copiar todos los dígitos de la pantalla de la calculadora; redondee los resultados hasta un número apropiado de cifras significativas.

- Paso 7. Razonamiento, verificación y discusiones: Asegure las comprobaciones con el fin de que los resultados obtenidos sean razonables e intuitivos, y verifique la validez de las suposiciones cuestionables. Repita los cálculos que condujeron a valores no razonables. Por ejemplo, aislar un calentador de agua en el que se usa gas natural con valor de 80 dólares al año no puede dar por resultado un ahorro de 200 dólares anuales.²⁸

Estos pasos recomendados en el texto que se ha tomado como referencia, son los que se han tenido en cuenta para la elaboración de este importante objeto de aprendizaje, donde se encontrarán ejemplos de resolución de ejercicios para que el estudiante sepa abordar problemas académicos con respecto a la transferencia de calor por conducción.

Este objeto de aprendizaje se encuentra en la plataforma MOODLE y está disponible para los capítulos número dos, tres y cuatro. Se encuentran en formato PDF para la facilidad de su visualización.

A continuación se muestra, mediante las figuras 14 y 15, capturas de imagen que corresponden al ejercicio resuelto en el capítulo 3. Para mayor visualización, mirar el anexo D, donde se muestra el ejercicio completo.

²⁸ CENGEL, Yunus A. Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico. Mc. Graw Hill, Tercera ed. 36p.

Figura 14. Captura de imagen del ejercicio resuelto del capítulo 3, paso 2

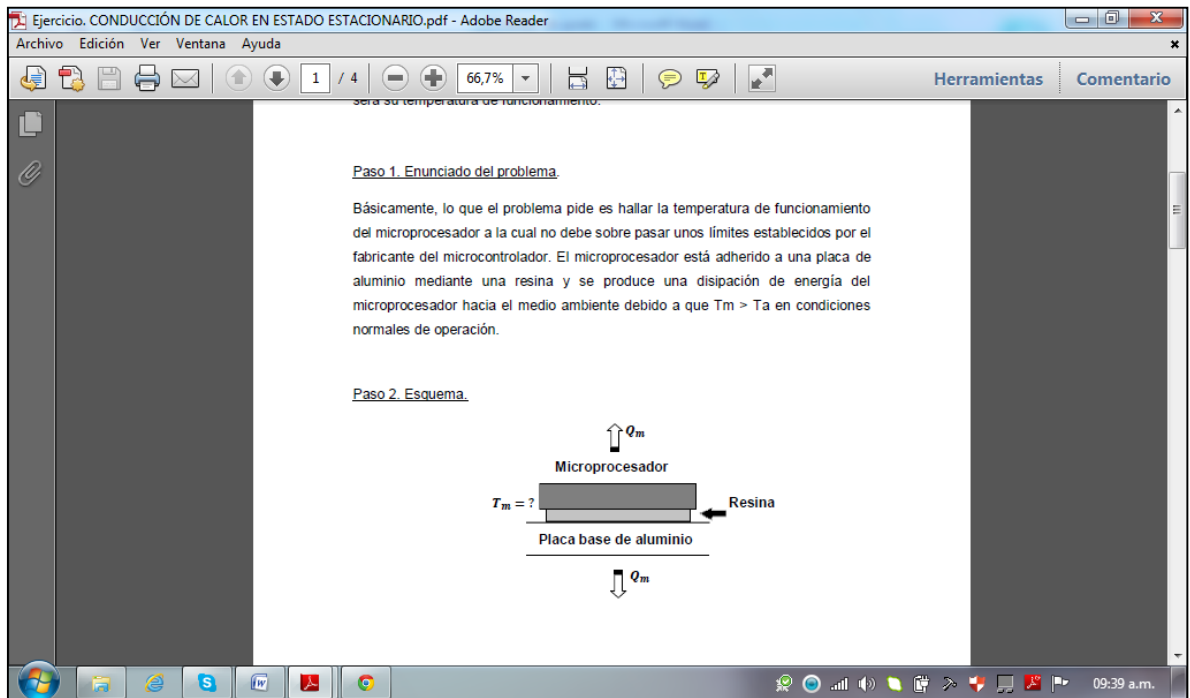
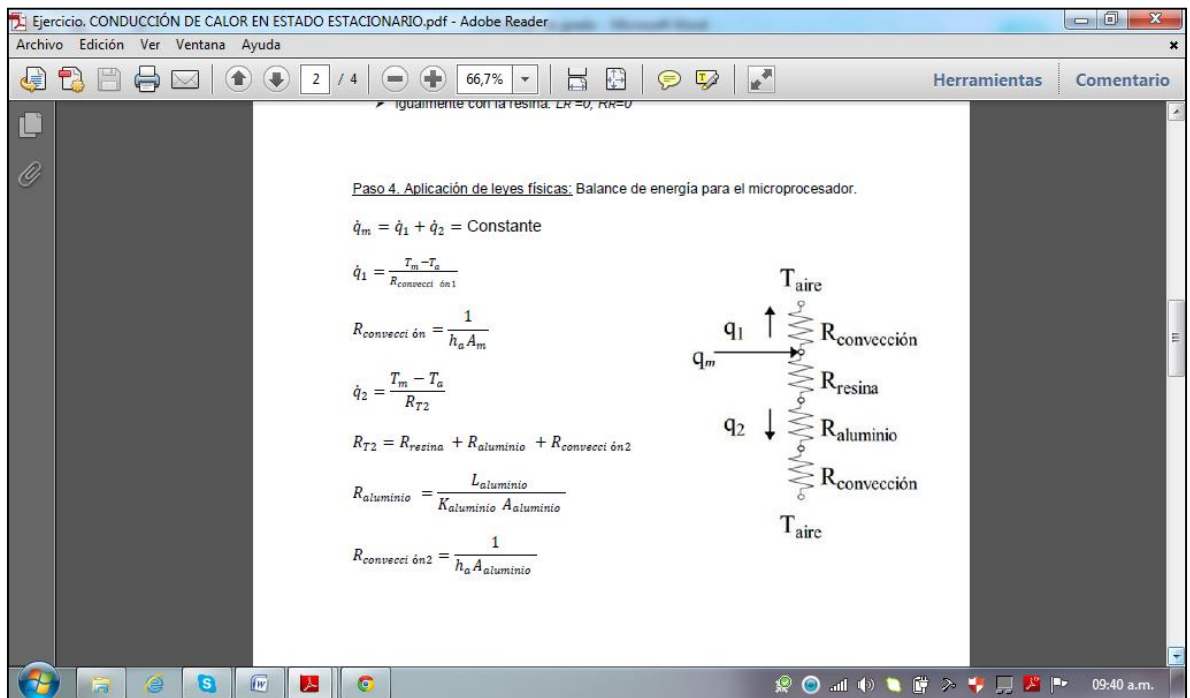


Figura 15. Captura de imagen del ejercicio resuelto del capítulo 3, paso 4



4.6 Talleres de problemas propuestos a resolver de forma teórica y por métodos numéricos

Es recomendable que durante el tiempo que se está cursando la asignatura de Transferencia de calor, el estudiante esté dando solución a múltiples problemas académicos de cada uno de los temas del curso, propuestos por el docente en el tiempo de las clases presenciales y también como forma de estudio personal fuera de las aulas de clase.

Este objeto de aprendizaje corresponde a la unidad número cinco (métodos numéricos en la conducción de calor), ya que con el estudio de esta sección se infiere varios métodos diferentes a los cálculos analíticos realizados con la calculadora, que es la forma mediante la cual se resolvieron los ejercicios hasta ese momento, en los capítulos anteriores.

En este O.A. se propone la resolución de problemas relacionados con la transferencia de calor por conducción, mediante la forma teórica o analítica, que es la tradicional, y utilizando métodos numéricos para corroborar los beneficios que éste último presenta.

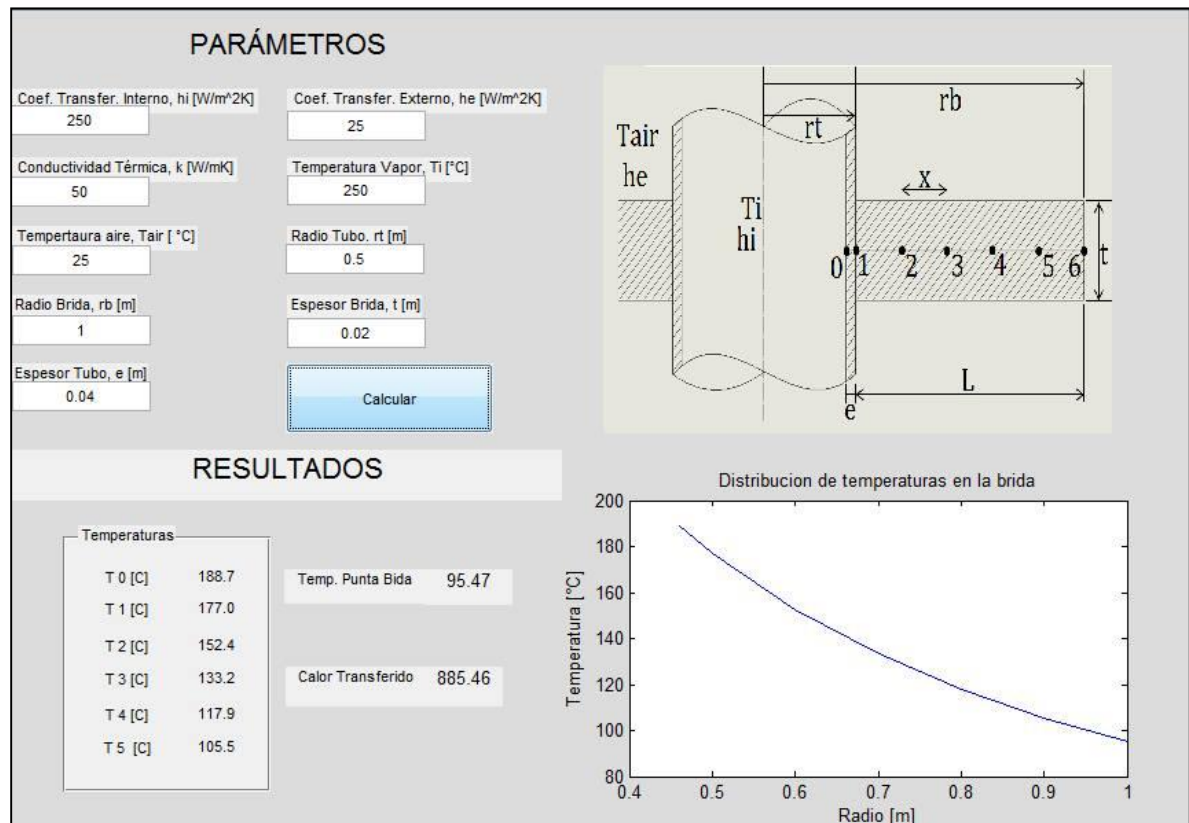
Se han diseñado dos software de resolución de problemas para la transferencia de calor por conducción, a través de los cuales el estudiante podrá interactuar de forma paramétrica con el programa, para llegar a una solución de acuerdo a los valores de condiciones iniciales y las constantes determinadas previamente.

Este recurso es de gran enriquecimiento intelectual para el estudiante que está interactuando con el mismo, ya que es posible, de una forma rápida y precisa, determinar lo que sucede con el resultado final cada vez que se modifican las variables que corresponden a los valores iniciales del problema, haciendo de éste una cantidad infinita de problemas del mismo tipo que se pueden solucionar con el mismo software.

4.6.1 Resolución de ejercicio mediante software 1:

Esta situación corresponde a un ejercicio típico de transferencia de calor por conducción en un tubo metálico que transporta vapor y sujeto con una brida.

Figura 16. Captura de imagen de la interfaz del software para el ejercicio 1



Como ya se dijo, este software permite la interacción de forma paramétrica, dando la oportunidad al usuario de visualizar la variación en los resultados en varios puntos de la brida, dependiendo de los valores introducidos como condiciones iniciales. En la figura 16, mediante una captura de imagen, se muestra la interfaz del software correspondiente a este tipo de ejercicios.

Los datos que deben introducirse para este problema son los siguientes:

- Coeficiente de transferencia de calor interno ($W/m^2 K$).
- Coeficiente de transferencia de calor externo ($W/m^2 K$).
- Conductividad térmica ($W/m K$).
- Temperatura del vapor ($^{\circ}C$).
- Temperatura del aire ($^{\circ}C$).
- Radio del tubo (m).
- Espesor del tubo (m).
- Radio de la brida (m).
- Espesor de la brida (m).

La interfaz muestra una imagen del tubo con la brida en la que se señala cada uno de los parámetros iniciales y una distribución de seis tramos, incluido el extremo exterior, ya que se muestra la temperatura en cada uno de estos puntos.

Además de los siete valores de temperatura distribuidos en la brida, el software arroja un resultado correspondiente al calor total transferido y una gráfica que muestra la variación de la temperatura en la brida con respecto a su radio.

En el anexo E se explica con más detalle el proceso de elaboración de este software.

4.6.2 Resolución de ejercicio mediante software 2:

Para este segundo ejercicio, se escogió un caso típico de la transferencia de calor pero esta vez sí se menciona al tiempo como una variable para la obtención de los resultados.

El ejercicio trata de una pared plana expuesta al calor del exterior y se puede calcular el calor transferido desde el muro hacia el interior de la casa.

Al igual que el software de resolución 1, éste permite una resolución paramétrica, arrojando unos resultados que dependen de los valores introducidos inicialmente.

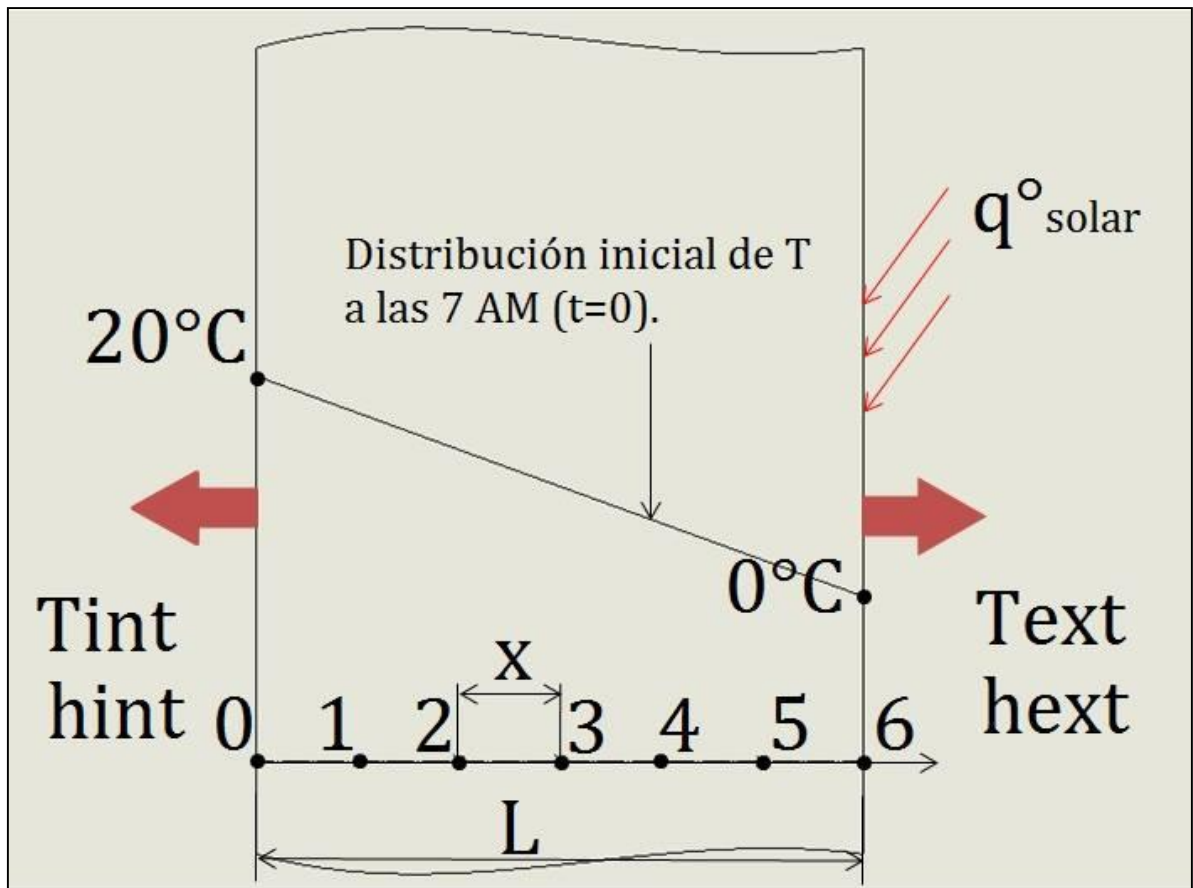
Los parámetros que corresponden a condiciones iniciales son los siguientes:

- Temperatura interna ($^{\circ}\text{C}$).
- Espesor de la pared (m)
- Coeficiente de transferencia de calor interno ($\text{W}/\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Coeficiente de transferencia de calor externo ($\text{W}/\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Conductividad térmica ($\text{W}/\text{m }^{\circ}\text{C}$).
- Difusividad térmica (m^2/s).

- Velocidad de la gráfica de distribución.
- Límite superior de intervalo de tiempo (s)
- Intervalo de tiempo escogido.(s)

Esta interfaz tiene un ícono llamado “VER IMAGEN” la cual muestra un esquema de la pared, señalando los parámetros iniciales y una distribución inicial de la temperatura, es decir, cuando el valor del tiempo es igual a cero. El espesor de la pared está distribuido en seis tramos, localizando así siete puntos incluyendo los dos extremos. A continuación, en la figura 17, se muestra la imagen mencionada.

Figura 17. Imagen correspondiente el software de resolución 2



Este software también permite el acceso a la tabla de datos en EXCEL a través del ícono “DATOS DE TEMPERATURA EXTERNA E INSOLACIÓN”, en el cual se detalla el valor de la temperatura en cada uno de los siete puntos mencionados a medida que transcurre el tiempo durante 48 horas, de acuerdo al intervalo de tiempo escogido.

Para comenzar a interactuar con el software, deben introducirse los datos de las condiciones iniciales. Todos los mencionados anteriormente, excepto el “Límite superior de intervalo de tiempo” y el “Intervalo de tiempo escogido”. Cuando se da la orden de calcular, el sistema, automáticamente arroja una sugerencia para el “Límite superior de intervalo de tiempo”, con respecto al cual se debe elegir el “Intervalo de tiempo escogido” que, por obvias razones, debe ser un valor menor al número arrojado por el programa.

Con los valores iniciales ya completos, se da la orden de calcular y se podrá observar dos gráficas. Una de ellas muestra la variación de la temperatura de cada uno de los siete puntos de estudio, en colores diferentes, a medida que avanza el tiempo; y la otra indica la variación de la temperatura, pero esta vez con respecto al espesor.

Por último, el software también arroja como resultado cuatro valores que corresponden a la cantidad de calor transferido hacia la casa desde el muro en cuatro instantes específicos de las cuarenta y ocho horas de estudio. Cuando han transcurrido doce, veinticuatro, treinta y seis, y cuarenta y ocho horas.

En las figuras 18 y 19 se muestran imágenes que corresponden a la interfaz del software de resolución 2, una de ellas sin datos y la otra con valores arbitrarios y sus correspondientes resultados.

Para obtener más información acerca de este software, mirar el anexo F.

Figura 18. Captura de imagen de la interfaz del software para el ejercicio 2.

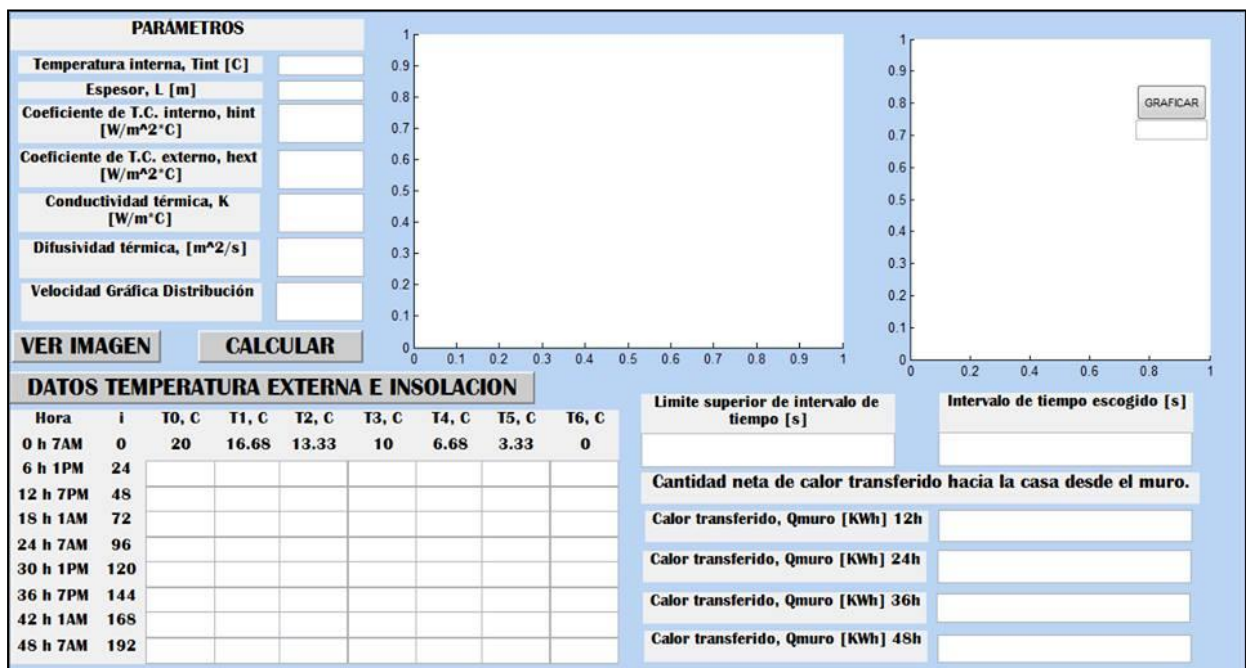
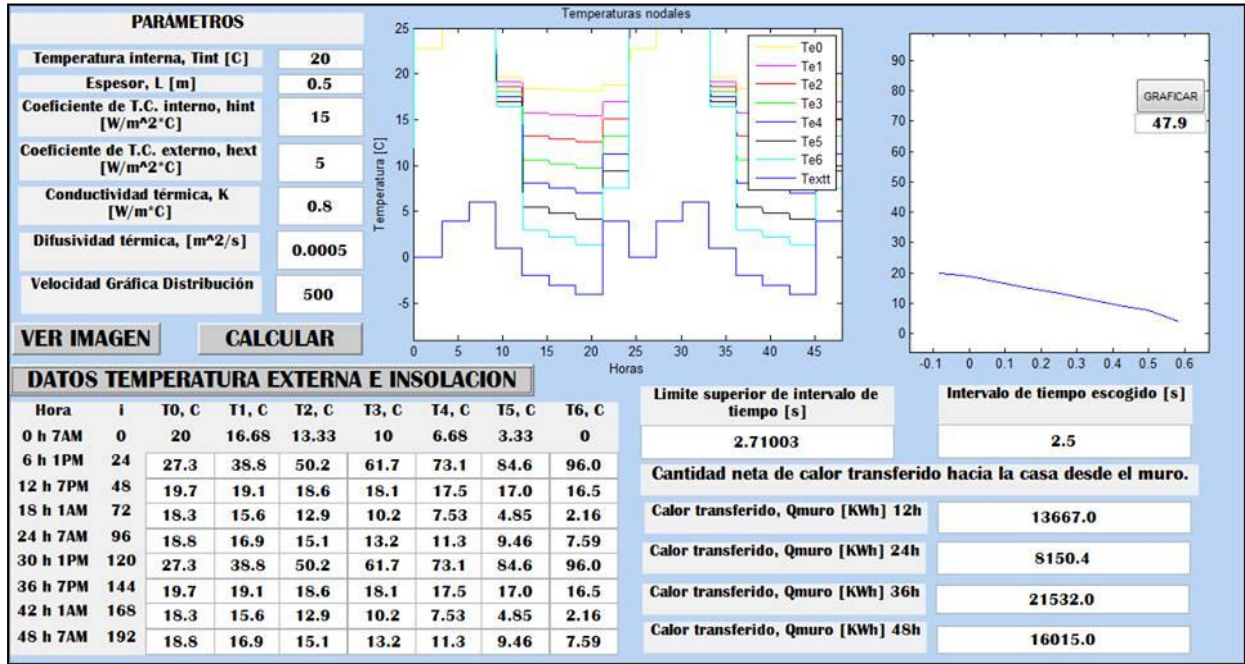


Figura 19. Captura de imagen de los resultados del software para el ejercicio 2.



4.7 Objetos de aprendizaje adicionales

La plataforma MOODLE tiene como opción la incorporación de otro tipo de objetos de aprendizaje que, sin duda, serán de gran ayuda para los estudiantes en su formación como profesionales.

Este recurso se basa en la posibilidad de poner a disposición archivos y enlaces con documentación esencial para obtener información con respecto a los temas de estudio provenientes de diferentes fuentes.

Aprovechando esto, se vio conveniente facilitar al estudiante la teoría acerca de la transferencia de calor desde el punto de vista que ofrecen varios libros diferentes, un curso virtual de una universidad de prestigio a nivel mundial y un documento con gráficas, propiedades y rendimientos que, muy seguramente, contribuirán en el desarrollo académico del alumno.

A continuación se mencionan los archivos y enlaces que dan forma a estos objetos de aprendizaje.

- Libro: “Transferencia de calor y masa” de Yunus A. Cengel.
- Curso virtual de Massachusetts Institute of Technology (MIT).
- Tablas de calor.

5. IMPLEMENTACIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN EN LA PLATAFORMA MOODLE

Los objetos de aprendizaje fueron puestos a disposición a los estudiantes del curso de Transferencia de calor, matriculados con el profesor Jorge Luis Chacón Velasco, a través de la plataforma MOODLE.

A continuación, desde la figura 20 hasta la 31, se hará una muestra de dónde están ubicados los enlaces de entrada a cada uno de estos objetos de aprendizaje por medio de capturas de pantalla hechas en la plataforma mencionada.

Figura 20. Captura de imagen que muestra video introductorio al curso



Figura 21. Captura de imagen con los objetos de aprendizaje adicionales

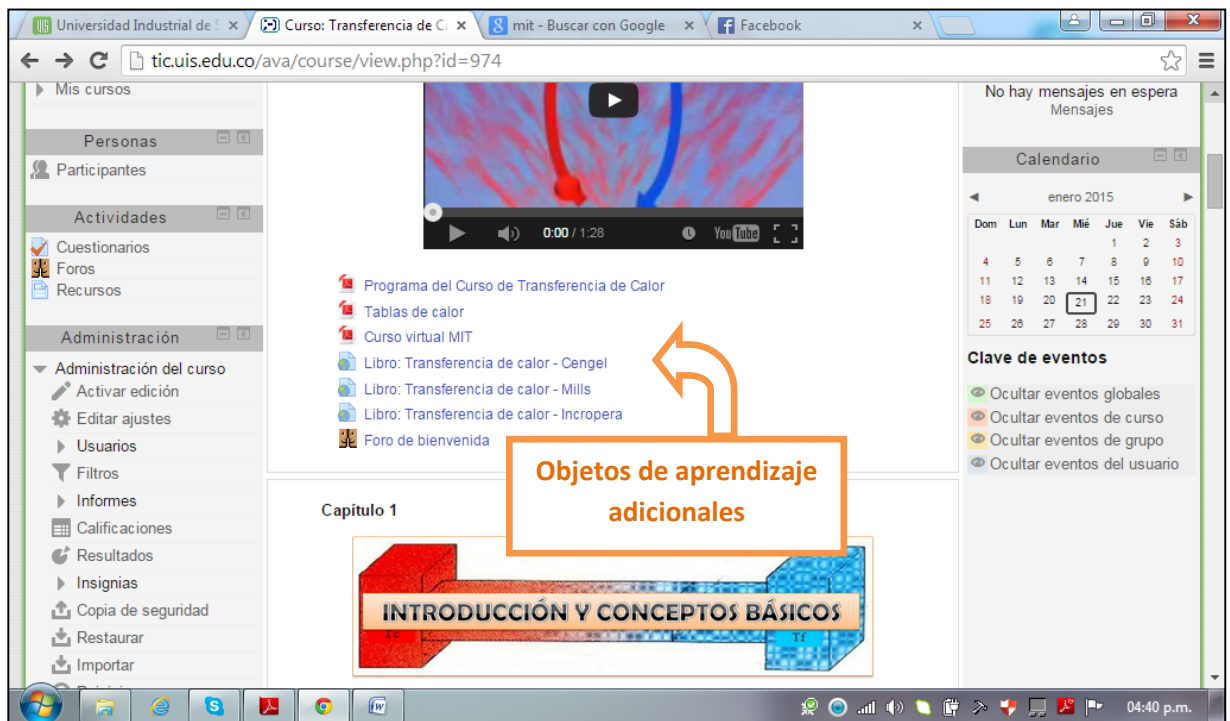


Figura 22. Captura de imagen con el resumen del capítulo 1.

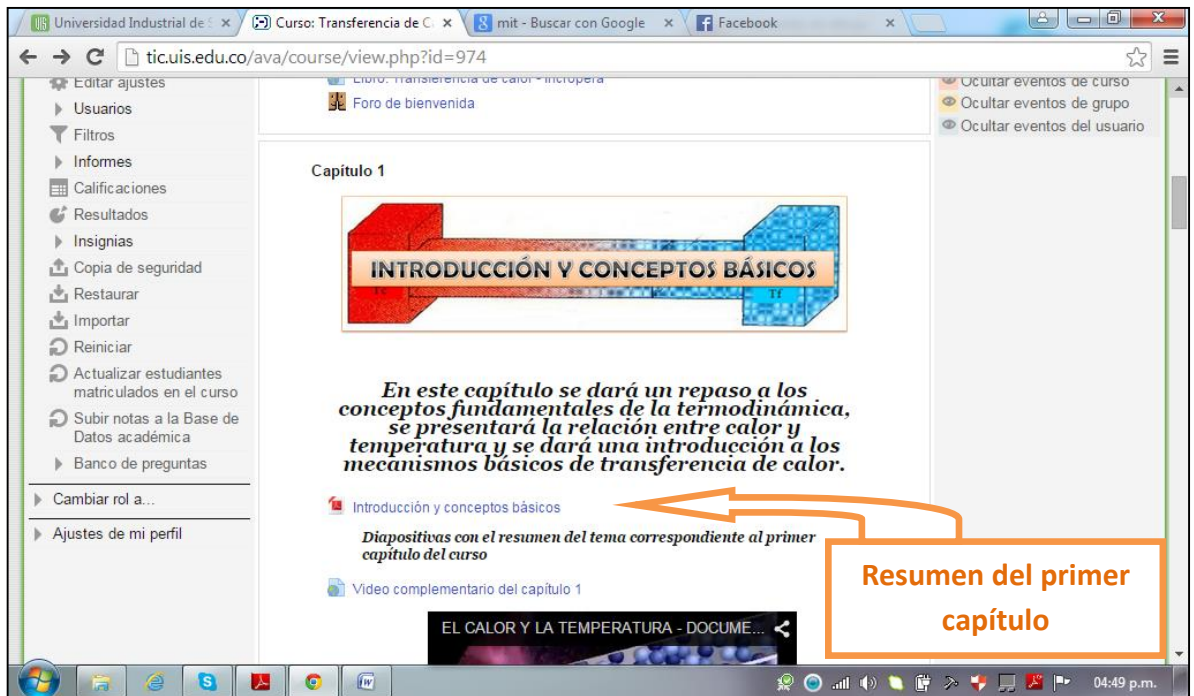


Figura 23. Captura de imagen con video y foro del capítulo 1.

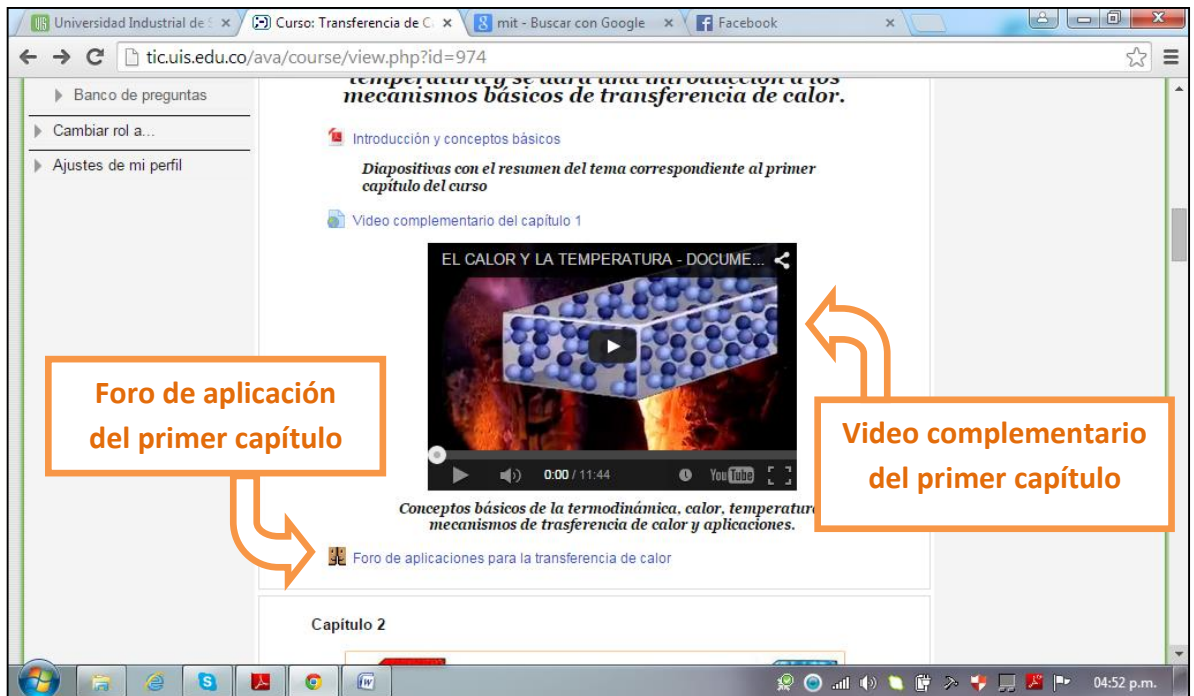


Figura 24. Captura de imagen con resumen y ejemplo del capítulo 2.

The screenshot shows a web browser window with the URL `tic.uis.edu.co/ava/course/view.php?id=974`. The page title is 'Capítulo 2'. At the top, there is a banner with the text 'Ecuación de la conducción de calor' and a diagram of a heat conduction setup. Below the banner, there is a paragraph: 'En este capítulo se hace una descripción de la conducción de calor estable, no estable y multidimensional. A continuación se deduce la ecuación diferencial que rige la conducción de calor en diferentes configuraciones geométricas.' Below this paragraph, there is a list of resources: 'Ecuación de la conducción de calor', 'Diapositivas con el resumen del tema correspondiente al segundo capítulo del curso', 'Ejercicio resuelto', 'Este ejercicio está resuelto de acuerdo a los pasos sugeridos en el texto guía', and 'Video complementario del capítulo 2'. There are two orange callout boxes: one on the left pointing to the 'Ejercicio resuelto' link with the text 'Ejercicio resuelto con los pasos sugeridos', and one on the right pointing to the 'Diapositivas...' link with the text 'Resumen del segundo capítulo'. At the bottom, there is a video player with the title 'Conducción de calor' and a progress bar at 00:51.

Figura 25. Captura de imagen con video y cuestionario del capítulo 2.

The screenshot shows the same web browser window as Figure 24, but scrolled down. The 'Ejercicio resuelto' section is now above the main content. The main content area shows the 'Video complementario del capítulo 2' section, which contains a video player with the title 'Conducción de calor' and a progress bar at 0:00 / 5:01. The video player shows a scene with two vertical rods, one labeled 'Aluminio' and the other 'Vidrio'. Below the video player, there is a paragraph: 'Descripción detallada del fenómeno de la transferencia de calor por conducción.' Below this paragraph, there is a link to 'Cuestionario capítulo 2' with the text: 'Preguntas abiertas y de selección múltiple referentes al tema del segundo capítulo.' There are two orange callout boxes: one on the left pointing to the 'Cuestionario capítulo 2' link with the text 'Cuestionario del segundo capítulo', and one on the right pointing to the video player with the text 'Video complementario del segundo capítulo'. At the bottom, the 'Capítulo 3' section is partially visible.

Figura 26. Captura de imagen con resumen y ejemplo del capítulo 3.

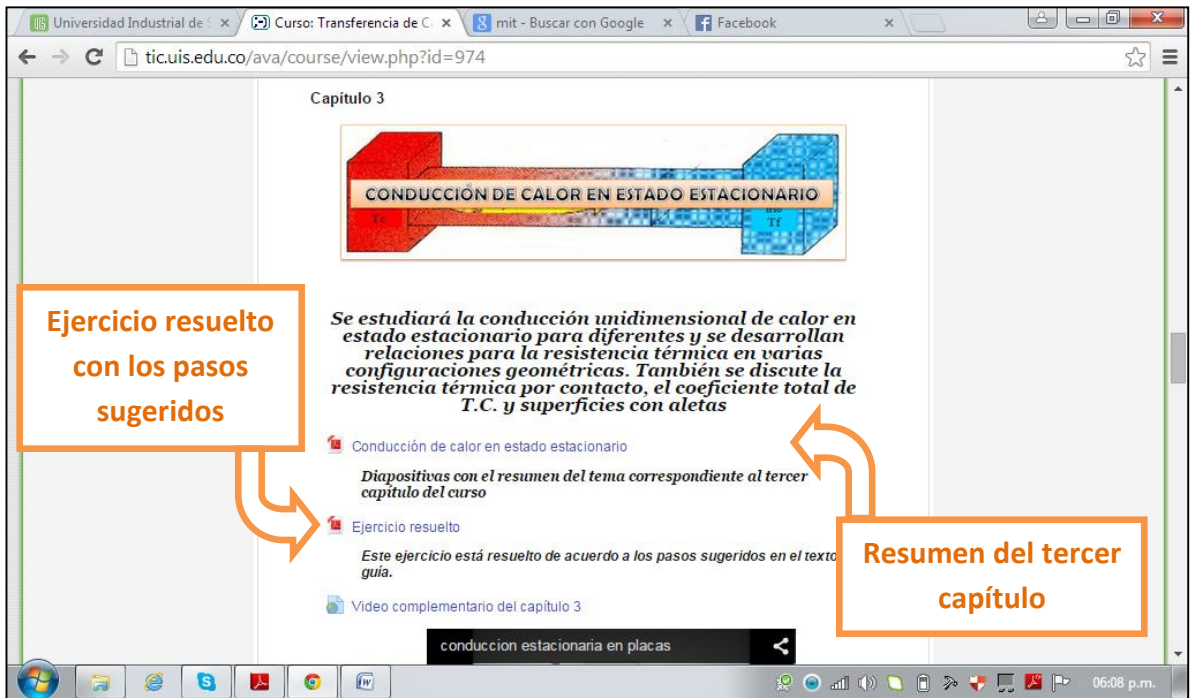


Figura 27. Captura de imagen con videos y cuestionario del capítulo 3



Figura 28. Captura de imagen con ejercicio y resumen del capítulo 4

Capítulo 4

CONDUCCIÓN DE CALOR EN RÉGIMEN TRANSITORIO

Se hará un análisis de sistemas en los cuales la temperatura de un cuerpo varía con el tiempo pero permanece uniforme en cualquier instante. Luego se considera la variación de la temperatura con el tiempo así como con la posición para problemas unidimensionales y multidimensionales.

- Conducción de calor en régimen transitorio
- Diapositivas con el resumen del tema correspondiente al cuarto capítulo del curso*
- Ejercicio resuelto
- Este ejercicio está resuelto de acuerdo a los pasos sugeridos en el texto guía.*
- Video complementario del capítulo 4

Ejercicio resuelto con los pasos sugeridos

Resumen del cuarto capítulo

Figura 29. Captura de imagen con video y cuestionario del capítulo 4.

Este ejercicio está resuelto de acuerdo a los pasos sugeridos en el texto guía.

Video complementario del capítulo 4

UMH - Fundamentos de Procesos: TRANSMI...

0:00 / 5:44

Se estudia en un laboratorio la transferencia de calor por conducción en un cuerpo esférico y cómo varía su temperatura a medida que avanza el tiempo

Cuestionario capítulo 4

Preguntas abiertas y de selección múltiple referentes al tema del cuarto capítulo

Capítulo 5

Cuestionario del cuarto capítulo

Video complementario del cuarto capítulo

Figura 30. Captura de imagen con resumen y video del capítulo 5.

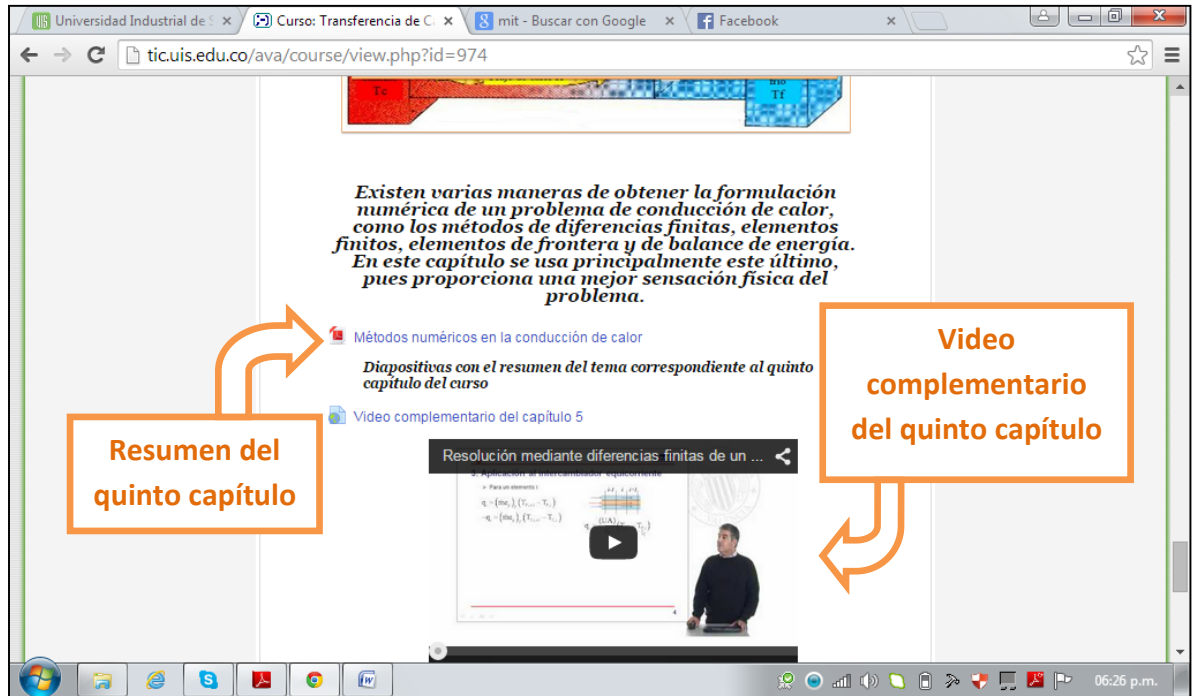


Figura 31. Captura de imagen con video y cuestionario del capítulo 5.



6. DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PRUEBA PILOTO CON LOS ESTUDIANTES DEL CURSO TRANSFERENCIA DE CALOR

Después de haber desarrollado los objetos de aprendizaje y dejarlos a disposición de los estudiantes por medio del MOODLE, el paso a seguir es hacer una inducción para que los participantes de esta plataforma sepan darle el uso correcto y de esta manera puedan aprovechar al máximo tan buenos recursos.

Esta prueba piloto se desarrolló con los estudiantes de Ingeniería mecánica que cursan la asignatura de Transferencia de calor con el profesor Jorge Luis Chacón Velasco, y se realizó de la siguiente manera:

- Familiarización con la plataforma Moodle por parte de los estudiantes.
- Explicación de las herramientas utilizadas en los objetos de aprendizaje.
- Participación de los estudiantes a través del foro virtual a cerca de los objetos de aprendizaje.
- Conclusiones sobre las opiniones de los estudiantes que participaron en el foro virtual.

Para cumplir con este objetivo propuesto, el profesor Jorge Luis Chacón Velasco, dispuso de una de sus clases para hacer la respectiva familiarización de los estudiantes con la plataforma MOODLE y cada uno de los recursos virtuales dispuestos allí como objetos de aprendizaje para la materia de Transferencia de calor.

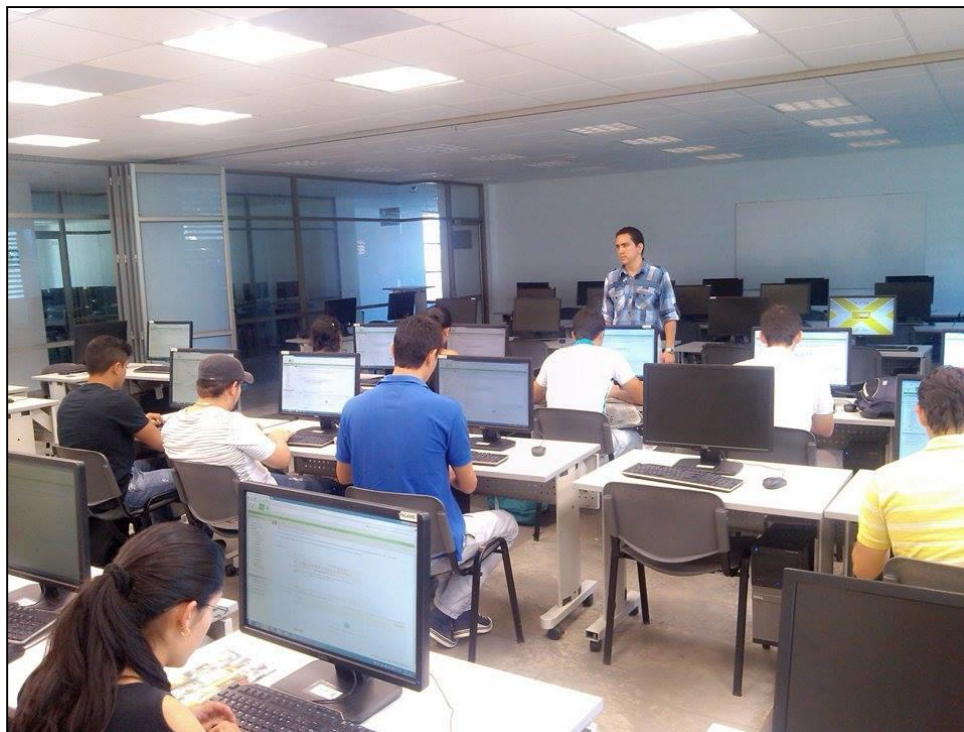
El día 6 de febrero de 2015, se realizó la socialización y la explicación de cada uno de los objetos de aprendizaje contenidos en el aula virtual, con los estudiantes del curso de Transferencia de calor. Los recursos mencionados anteriormente son: el resumen de cada uno de los capítulos correspondientes a la transferencia de calor por conducción, videos explicativos, foros, cuestionarios conceptuales, ejercicios resueltos bajo la metodología sugerida en el texto guía, programa de resolución de problemas concernientes a la conducción de calor de forma paramétrica y links de descarga de material teórico referente a la asignatura.

A continuación se muestran dos fotos como evidencia de la actividad realizada con los estudiantes en un aula del CENTIC. Figuras 32 y 33.

Figura 32. Foto de actividad de familiarización de los O.A.



Figura 33. Foto de actividad de familiarización de los O.A.

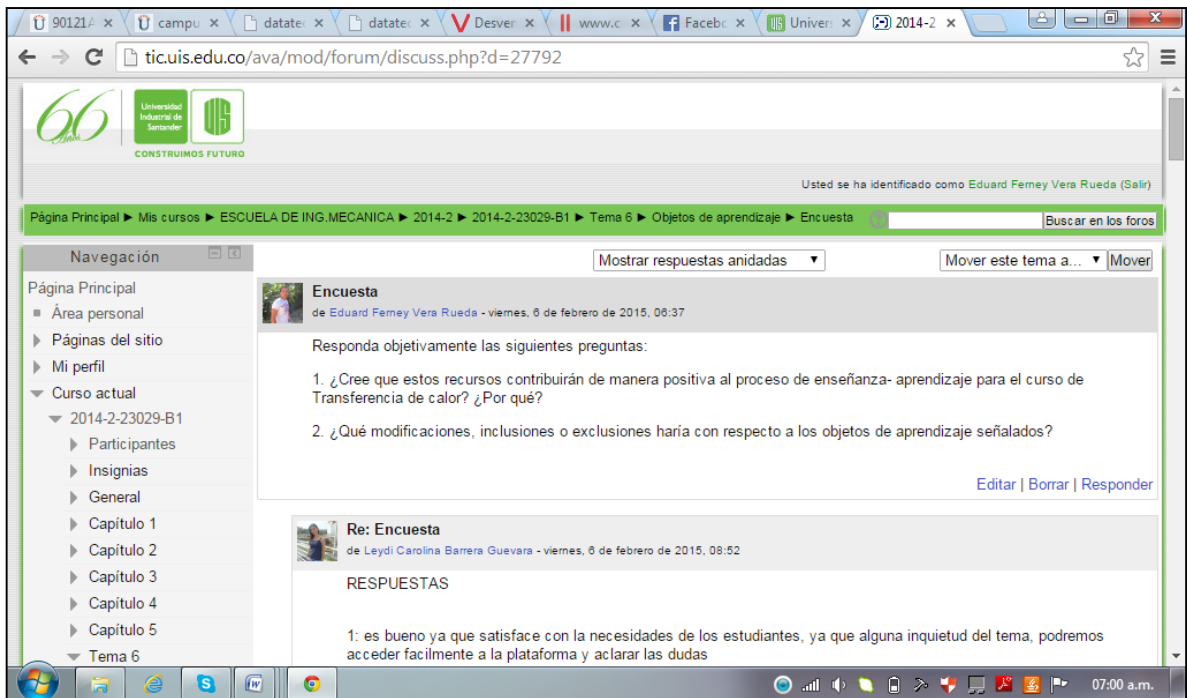


El paso a seguir en esta actividad, era la participación de los estudiantes a través de un foro virtual. Se creó este espacio en la plataforma y se dio el tiempo para que después de la exposición de presentación y explicación de los O. A., cada uno de los presentes en el aula expresara su punto de vista con respecto a los recursos manejados en la plataforma. Se plantearon dos preguntas puntuales de la siguiente manera:

1. ¿Cree que estos recursos contribuirán de manera positiva al proceso de enseñanza- aprendizaje para el curso de Transferencia de calor? ¿Por qué?

- ¿Qué modificaciones, inclusiones o exclusiones haría con respecto a los objetos de aprendizaje señalados?

Figura 34. Captura de pantalla del foro realizado con respecto a los O.A



Esta práctica tenía como objetivo la interacción de los estudiantes con la plataforma y con cada uno de los Objetos de aprendizaje que están allí dispuestos, así como también se pretendía conocer la opinión de los directamente implicados en la formación a través de estas herramientas tan valiosas.

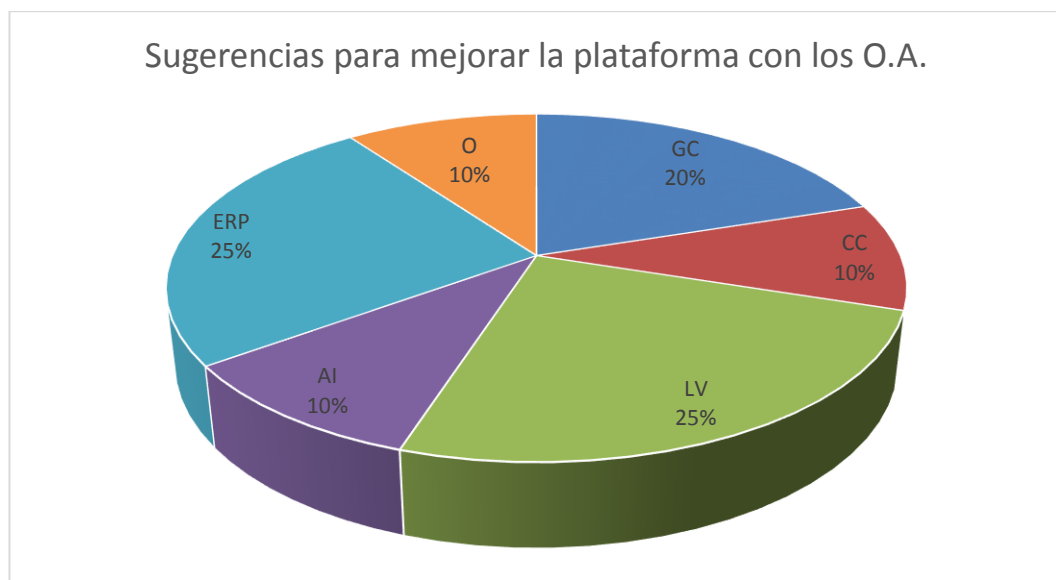
A la primera cuestión, la respuesta fue, básicamente, la misma. El 100% del total de los estudiantes contestó que estaban de acuerdo con que estos recursos serán de gran ayuda para la formación de los futuros ingenieros mecánicos en el área de transferencia de calor.

La segunda pregunta obtuvo respuestas más variadas. Éstas se pueden distribuir en seis grupos diferentes, de acuerdo a la opinión de cada estudiante acerca de las modificaciones, inclusiones o exclusiones de O.A., de la siguiente manera:

- Grabaciones de las clases realizadas en el aula (GC).
- Incluir los temas de convección y conducción (CC).
- Crear laboratorios virtuales (LV).
- Se muestren artículos informativos con respecto a la asignatura (AI).
- Se anexen más ejercicios propuestos y resueltos (ERP).
- Otros (O).

Se tomó una muestra de veinte estudiantes para que participaran del foro. En la figura 35 se muestra la distribución de las opiniones expresadas por los encuestados acerca de la plataforma y los objetos de aprendizaje.

Figura 35. Distribución porcentual de las sugerencias de los encuestados



CONCLUSIONES

- El uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's) en el proceso de enseñanza y aprendizaje constituyen un gran avance en el desarrollo de educación a nivel mundial, generando un aprendizaje colaborativo entre el docente y los estudiantes y dando muy buenas opciones para el desarrollo de objetos de aprendizaje.
- Mediante la investigación y la recopilación de información, bajo la asesoría y orientación del profesor Jorge Luis Chacón Velasco y dando continuidad al trabajo de grado “DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA TRANSFERENCIA DE CALOR EN AMBIENTES EDUCATIVOS VIRTUALES”, el cual fue realizado en esta misma escuela, se elaboraron los objetos de aprendizaje que contribuirán con el desarrollo de las competencias en la asignatura de Transferencia de calor por conducción para los estudiantes de Ingeniería mecánica en la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.
- Los objetos de aprendizaje se desarrollaron para el área de transferencia de calor por conducción y se dividieron en cuatro temas o unidades específicas de la asignatura. A saber, “Ecuación de la conducción de calor”, “Conducción de calor en estado estacionario”, “Conducción de calor en régimen transitorio” y

“Métodos numéricos en la conducción de calor”. A su vez, estos O.A. se constituyeron mediante las siguientes herramientas: Resúmenes de la teoría de la transferencia de calor por conducción para cada uno de los temas del contenido, videos explicativos complementarios para cada uno de los capítulos mencionados, un tutorial básico para el manejo del software *MatLab*, cuestionarios de preguntas abiertas, falsa o verdadera, tipo ensayo, respuesta corta y de selección múltiple que involucran el análisis conceptual con respecto a la transferencia de calor por conducción, foros virtuales que promueven la interacción entre el docente y los estudiantes, ejercicios resueltos bajo la metodología propuesta en el texto guía y Talleres propuestos para resolver analíticamente y mediante métodos numéricos.

- A través de la plataforma MOODLE, se dejaron los objetos de aprendizaje a disposición de los estudiantes de la asignatura de Transferencia de calor, ya que ésta constituye una excelente herramienta, tanto para los alumnos como para el docente, gracias a que es de fácil acceso, cómoda utilización y ofrece múltiples opciones de recursos educativos.
- Se realizó una jornada de familiarización de los objetos de aprendizaje con los estudiantes de Transferencia de calor del profesor Jorge Luis Chacón Velasco, y mediante esta actividad se dio explicación a estos alumnos de cada uno de los recursos virtuales utilizados. Estos aportaron sus opiniones al respecto a través de un foro virtual. De esta forma se pudo concluir que los estudiantes

están de acuerdo con que estas herramientas contribuyen positivamente para su proceso de formación como profesionales de calidad. Y de la misma manera, sugirieron algunas modificaciones las cuales han de tenerse en cuenta para futuras modificaciones o mejoras de la plataforma: El 20% de los estudiantes encuestados sugirieron que se hicieran grabaciones de las clases realizadas en el aula, el 10% que se incluyeran también los temas de convección y radiación, el 25% pide que se creen laboratorios virtuales, a un 10% les gustaría que se mostraran artículos informativos con respecto a la asignatura y el 25% de los participantes en el foro argumenta que sería bueno que hubiese más ejercicios propuestos y resueltos. La gráfica de la respectiva distribución porcentual se realizó en el capítulo número 6, “Diseño, desarrollo e implementación de una prueba piloto con los estudiantes del curso Transferencia de calor”.

BIBLIOGRAFÍA

APARICIO, Ronald; FUCIÑOS, Raúl. Diseño curricular basado en competencias para la enseñanza/aprendizaje de la asignatura de transferencia de calor en ambientes educativos virtuales.

ARBELÁEZ LÓPEZ, Ruby. CORREDOR MONTAGUT, Martha Vitalia. PÉREZ ANGULO, Martha Ilce. Concepciones sobre competencias. Ed. CEDEDUIS, Universidad Industrial de Santander, 2009.

BLOOM, Benjamín (1981). Taxonomía de los objetivos de la educación. Buenos aires: Ateneo. 309p.

CENGEL, Yunus A. Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico. Ed. McGraw-Hill. Sextaedición. México, 2010.

FRAZER, M.J, 1982. Solving Chemical Problems, Chemical Society Review, 11(2), p. 171-190.

GARRETT, M.R. 1988, Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias, Enseñanza de las Ciencias. 6(3), p. 224-230.

INCROPERA, Frank P. De Witt, David P. Fundamentos de la transferencia de calor. Cuarta edición. Ed. Pearson Prentice Hall. México, 1999.

JESSUP C, Margie N. Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales. Universidad Pedagógica Nacional.

KEMPA, R.F. 1986, Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva. Enseñanza de las Ciencias, 4(2), p. 99-110.

NIÑO ROJAS, Víctor Miguel (2003). Competencias en la comunicación. Hacia las prácticas del discurso. Bogotá: Ecoe. 296p.

OSUNA ACEVEDO, Sara. Foros didácticos y aprendizaje colaborativo. Learningreview.

Plan de acciones para la convergencia europea. Los objetos de aprendizaje como recurso para la docencia universitaria: criterios para su elaboración. Universidad Politécnica de Valencia. 4p.

Reusable Learning Object Strategy: Designing and Developing Learning Objects for Multiple Learning Approaches. Cisco systems. 2003

Susan E. Metros. EDUCASE, Center for applied Research. Research Bulletin: Volumen 2002 Issue 19, Octubre 1, 2002

VAN DIJK, Teun (1989). Estructuras y funciones del discurso. España: Siglo XXI. 204p

[Uso de la TIC] Disponible en <<http://www.colombiaaprende.edu.co>>

[Propuestas uso de TIC] Disponible en <<http://tic.uis.edu.co/ava/course/view.php?id=1455>>

[Definición de palabra cuestionario] Disponible en
<<http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=cuestionarios>>

[Diapositivas de profesor David Fuentes] Disponible en
<http://tic.uis.edu.co/ava/pluginfile.php/188121/mod_resource/content/0/presentaciones/Conduccion_en_estado_estable_unidimensional_sin_generacion.pdf>

[Plataforma Moodle] Disponible en <<https://moodle.org/login/index.php>>

[DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ENSEÑANZA
APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA TRANSFERENCIA DE CALOR EN
AMBIENTES EDUCATIVOS VIRTUALES] Disponible en
<<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/5721/2/121746.pdf>>

ANEXOS

A. TABLA DE RELACIÓN PROPÓSITOS- CONTENIDOS SEGÚN “DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ENSEÑANZA/ APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN AMBIENTES EDUCATIVOS VIRTUALES” EN EL ÁREA DE CONDUCCIÓN.

PROPÓSITO	CONTENIDO TEMÁTICO	SABER	HACER
<p>Modelar el fenómeno físico del proceso de conducción y obtener su respectiva ecuación diferencial</p>	<p>Modelo para la conducción</p> <p>Ecuación general de la conducción</p> <p>Casos de la conducción</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saber la procedencia de los flujos de calor en un sistema termodinámico que conduce el calor 2. Conocer la representación matemática de los efectos relevantes de la conducción de calor por medio de la ecuación general de la conducción 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el concepto de calor generado, almacenado y conducido 2.1 Definir los volúmenes de control (o sistemas) de acuerdo a la forma del cuerpo 2.2 Establecer los balances de energía para cada uno de los volúmenes de control (ecuación general en términos de calor) 2.3 Transformar la ecuación de calor en una ecuación de temperaturas utilizando las relaciones de transformación (Ley de Fourier) 2.4 Obtener la forma simplificada (conductividad y área constante) de la ecuación general de la conducción 2.5 Definir el concepto de Difusividad Térmica 2.6 Analizar cada uno de los términos de la ecuación general de la conducción
<p>Obtener la solución de la ecuación diferencial que gobierna el fenómeno de la conducción (ecuación del modelo)</p>	<p>Proceso de solución de la ecuación general de la conducción</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender el proceso de solución de las distintas particularizaciones de la ecuación general de la conducción 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1 Identificar la forma particular de la ecuación general de conducción según el fenómeno analizado (modelación del problema) 1.2 Establecer la función general de temperatura a partir de la forma particular de la ecuación general de conducción 1.3 Particularizar la solución de la función general de temperatura a partir de las condiciones de frontera apropiada

PROPOSITO	CONTENIDO TEMÁTICO	SABER	HACER
Reconocer que tipos de condiciones de frontera sirven para solucionar la ecuación general de conducción	Condiciones iniciales y de frontera	1. Averiguar los distintos tipos de condiciones de frontera necesario para la solución de las formas particulares de la ecuación general de la conducción	1.1 Definir la condición de frontera de 1ª clase en la que se conoce la temperatura en alguna posición del sistema 1.2 Definir la condición de frontera de 2ª clase en la que se conoce el valor del flujo de calor 1.3 Definir la condición de frontera de 3ª clase en la que se conoce el flujo de calor como relación de la pared con el ambiente de manera convectiva 1.4 Definir la condición de frontera de 4ª clase con fronteras móviles 1.5 Definir la condición de frontera de 5ª clase en la que se combina los efectos de la radiación con la convección
Crear modelos de los problemas prácticos de conducción de calor unidimensional en estado estable sin generación	Modelo de la conducción unidimensional en estado estable sin generación	1. Conocer el modelamiento de la conducción 1-D en estado estable sin generación	1.1 Identificar las condiciones necesarias para modelar un flujo de calor de conducción 1-D en estado estable sin generación 1.2 Obtener a partir de la ecuación general de conducción la ecuación particular correspondiente a este caso considerando solamente conducción 1-D en estado estable sin generación
Obtener la representación matemática simplificada del modelo de transferencia de calor por conducción unidimensional en estado estable sin generación, su análisis conceptual y análisis de relación de variables	Resistencia térmica Derivaciones de la perfil de temperatura y flujo de calor Pared compuesta y pared en serie Resistencia térmica despreciable Coeficiente global de transferencia de calor Disminución de la transferencia de calor colocando una resistencia adicional	2. Conocer la distribución de temperatura en un sistema termodinámico 1-D que transfiere calor con su entorno en estado estable sin generación 3. Conocer la aplicación de la ecuación de conducción en estado estable sin generación	2. Establecer la solución particular de la ecuación de conducción 1-D sin generación en paredes planas y en tuberías con las condiciones de frontera apropiadas 3.1 Determinar la distribución de temperaturas en casos donde el flujo de calor conducido atraviese áreas de sección constante y variable 3.2 Determinar la analogía entre la conducción de calor y la carga eléctrica 3.3 Analizar los casos en que se incide calor por convección o radiación en paredes planas o tuberías para la determinación del flujo de calor y la distribución de temperaturas 3.4 Analizar las situaciones de interfaz variable (proceso de fusión o solidificación) 3.5 Determinar la analogía entre la conducción de calor y la carga eléctrica 3.6 Definir el concepto de resistencia térmica de contacto 3.7 Determinar los valores de la resistencia térmica de una de las paredes en serie mediante ejercicios de comparación numérica 3.8 Definir el concepto de resistencia térmica

PROPOSITO	CONTENIDO TEMÁTICO	SABER	HACER
			despreciable 3.9 Definir el concepto de coeficiente global de transferencia 3.10 Analizar el aumento y disminución del coeficiente global de transferencia mediante ejercicios en los que se varíen los coeficientes convectivos y conductivos en una pared plana 3.11 Analizar las variaciones de la resistencia térmica en sistemas radiales mediante ejercicios de comparación numérica 3.12 Determinar el radio crítico de aislamiento derivando la solución particular de la ecuación de conducción de calor para sistemas radiales como forma de aumento de la resistencia térmica 3.13 Determinar el espesor crítico de aislamiento sobre un cilindro
Crear modelos de los problemas prácticos de conducción de calor unidimensional en estado estable con generación	Modelo de la conducción unidimensional en estado estable con generación	1. Conocer el modelamiento de la conducción 1-D en estado estable con generación	1.1 Identificar casos donde se presente generación de energía térmica 1.2 Obtener a partir de la ecuación general de conducción la ecuación particular correspondiente a este caso considerando solamente conducción 1-D en estado estable con generación
		2. Conocer la distribución de temperatura en un sistema termodinámico 1-D que transfiere calor con su entorno en estado estable con generación	2. Establecer la solución particular de la ecuación de conducción 1-D con generación en paredes plana y en tuberías
Obtener la representación matemática simplificada del modelo de transferencia de calor por conducción unidimensional en estado estable con generación, su análisis conceptual y análisis de relación de variables	Distribución de temperaturas en placas planas y cilindros huecos	3. Conocer la aplicación de la ecuación de conducción en estado estable con generación	3.1 Localizar los puntos de máxima temperatura dentro o fuera del sólido en cuestión, por el método de sustitución o por el de prueba y error 3.2 Identificar el efecto de la generación de calor en la distribución de temperaturas en la conducción de calor unidimensional y en estado estable en paredes planas y sistemas radiales teniendo en cuenta las variaciones de las condiciones ambientales 3.2 Hallar los flujos de calor en problemas de conducción 1-D con generación en estado estable
Reconocer el propósito de las superficies extendidas y cuales son sus distintos tipos	Introducción a las superficies extendidas Clasificación de las superficies extendidas	1. Conocer la manera de aumentar la transferencia de calor de un sistema cuando el coeficiente de convección es bajo aumentando el área superficial 2. Conocer los distintos tipos de superficies extendidas	1.1 Definir el concepto de aletas 1.2 Determinar el uso de aletas como una forma de aumentar la transferencia de calor en un sistema determinado disminuyendo la resistencia térmica por convección 2. Clasificar las superficies extendidas de acuerdo a: relación con el tipo de base, posición relativa a la superficie base y la forma de la sección transversal al flujo de calor
Crear modelos de los problemas prácticos de conducción de calor	Condiciones y simplificaciones para la determinación del flujo de calor y distribución de	3. Conocer el modelamiento de las aletas de sección constante y sección variable	3. Establecer la condición de simplificación del modelo de aletas de sección constante como: estado estable, flujo

PROPOSITO	CONTENIDO TEMÁTICO	SABER	HACER
en aletas	temperaturas de aletas		bidimensional, espesor de aleta relativamente pequeño (efecto de la temperatura insignificante en un sentido)
Obtener la representación matemática simplificada del modelo de transferencia de calor en aletas, su análisis conceptual y análisis de relación de variables	Calor de aleta Efecto del parámetro h/km y de la longitud de aleta Longitud corregida Aletas con flujo de calor despreciable en el extremo Aletas con convección en el extremo Aletas largas Aletas de aguja Eficiencia de aletas Aleta óptima Aletas con área de sección transversal variable Eficiencia global de la superficie	4. Conocer la distribución de temperatura en una aleta que transfiere calor con su entorno 5. Conocer la aplicación de la ecuación general de la aleta	4.1 Establecer balances de energía sobre volúmenes de control diferencial en la aleta 4.2 Transformar la ecuación con las relaciones de transformación indicadas (Fourier y ley de Newton) 4.3 Obtener la ecuación general de la aleta 4.4 Introducir variables seleccionadas para transformar la forma de la ecuación general de la aleta a una forma más sencilla 4.5 Aplicar las condiciones de frontera apropiadas a la nueva ecuación general de la aleta para obtener la solución de la distribución de temperaturas en una aleta 5.1 Calcular el flujo de calor en una aleta 5.2 Analizar el efecto del término h/km sobre la resistencia térmica en aletas 5.3 Analizar la relación entre la longitud de una aleta y su calor disipado 5.4 Analizar las aletas con flujos de calor despreciable en el extremo, con convección en el extremo, largas(infinita) y de agujas 5.5 Definir el concepto de eficiencia de una aleta
			5.6 Manejar las gráficas de eficiencia de los distintos tipos de aletas 5.7 Evaluar la efectividad del uso de determinado arreglo de aletas en un sistema 5.8 Argumentar el tipo de aletas necesarias para cada diseño de sistemas térmicos 5.9 Definir el concepto de eficiencia superficial
Crear modelos de los problemas prácticos de conducción de calor bidimensional en estado estable sin generación	Modelo de la conducción bidimensionalidad en estado estable sin generación	1. Conocer el modelamiento de la conducción 2-D en estado estable sin generación	1.1 Identificar los casos en que la temperatura sea función de dos coordenadas espaciales y ninguna de ellas pueda ser despreciada 1.2 Obtener a partir de la ecuación general de conducción la ecuación particular correspondiente a este caso considerando solamente conducción 2-D en estado estable sin generación
Reconocer los distintos métodos de solución del problema de conducción bidimensional en estado estable sin generación	Clasificación de los métodos de solución de problemas de bidimensionalidad	2. Conocer los métodos de solución para los problemas de conducción bidimensional en estado estable y sin generación	2. Clasificar los métodos de solución de problemas de conducción 2-D en estado estable y sin generación dependiendo de la forma y el tamaño del volumen de control que se escoja para realizar los balances de energía en: Analítico, gráfico y numérico

PROPOSITO	CONTENIDO TEMATICO	SABER	HACER
Obtener la representación matemática analítica y gráfica simplificada del modelo de transferencia de calor por conducción bidimensional en estado estable sin generación, su análisis conceptual y análisis de relación de variables	Método de solución analítico Metodología de la construcción de una gráfica de flujo Factor de forma de conducción Ecuaciones de diferencias finitas Métodos de balance de energía en las redes nodales	3. Conocer la distribución de temperatura en un sistema termodinámico 2-D que transfiere calor con su entorno en estado estable sin generación mediante: a. Método analítico b. Método gráfico 4. Conocer la aplicación de la ecuación de conducción en estado estable sin generación de: a. Método analítico b. Método gráfico	3.a.1 Establecer la solución de la ecuación particular de la conducción para este caso de conducción en 2-D sin generación en placas plana mediante el análisis de homogeneidad de las condiciones de frontera 3.b.1 Identificar todas las líneas de simetría relevantes en el sistema seleccionado 3.b.2 Identificar las líneas de simetría como adiabáticas y como líneas de flujo de calor 3.b.3 Dibujar líneas de temperatura constante dentro del sistema 3.b.4 Crear una red de cuadrados curvilíneos con las líneas de flujo de calor ya determinadas 4.b.1 Definir el concepto de factor de forma en conducción 4.b.2 Analizar los distintos tipos de factores de forma para algunas configuraciones 4.b.3 Calcular el flujo de calor bidimensional en sistemas que tengan fronteras isotérmicas de forma
		3. Conocer la distribución de temperatura en un sistema termodinámico 2-D que transfiere calor con su entorno en estado estable sin generación mediante: c. Método numérico 4. Conocer la aplicación de la ecuación de conducción en estado estable sin generación de:	3.c.1 Realizar la ubicación de los puntos donde se desea conocer el valor de las temperaturas 3.c.2 Establecer los volúmenes de control asociados a cada nodo de la discretización 3.c.3 Establecer los balances de energía para el volumen de control
Obtener la representación matemática numérica simplificada del modelo de transferencia de calor por conducción bidimensional en estado estable sin generación, su análisis conceptual y análisis de relación de variables		c. método numérico	3.c.4 Transformar las ecuaciones de balance de energía en términos de temperaturas mediante relaciones de transformación (ley de Fourier y ley de Newton) Calcular el flujo de calor bidimensional en una placa plana rectangular con condiciones de frontera determinadas 4.c.1 Analizar los casos en que existen superficies convexas o cóncavas para la solución numérica 4.c.2 Analizar los efectos de generación de calor en el método numérico de solución 4.c.3 Analizar el uso de la discretización en los método de solución 4.c.4 Calcular el flujo de calor con las ecuaciones resultantes de la distribución de temperatura
Crear modelos de los problemas prácticos de conducción de calor unidimensional en estado transitorio sin generación	Modelamiento de la conducción unidimensional en estado transitorio sin generación	1. Conocer el modelamiento de la conducción 1-D en estado transitorio sin generación	1.1 Identificar los casos de conducción en que la temperatura varíe en forma significativa con la temperatura 1.2 Obtener a partir de la ecuación general de conducción la ecuación particular correspondiente a este caso considerando solamente conducción 1-D en estado transitorio sin generación
	Clasificación de los métodos de	2. Conocer las aproximaciones de la solución del problema de conducción 1-D en estado	2. Clasificar los aproximación de solución de problemas de conducción 1-D en estado

PROPOSITO	CONTENIDO TEMÁTICO	SABER	HACER
Reconocer los distintos métodos de solución del problema de conducción unidimensional en estado transitorio	solución de problemas de conducción transitoria unidimensional y sin generación	transitorio y sin generación	transitorio y sin generación dependiendo de la forma y el tamaño del volumen de control que se escoja para realizar los balances de energía en: Analítico, gráfico y numérico
Obtener la representación matemática simplificada del modelo de transferencia de calor por conducción unidimensional en estado transitorio sin generación, su análisis conceptual y análisis de relación de variables	<p>Solución adimensional o relativa</p> <ul style="list-style-type: none"> -Parámetros relativos básicos y derivados <p>Simplificaciones para la solución del problema de la conducción transitoria unidimensional</p> <ul style="list-style-type: none"> -Capacidad calórica concentrada -Sólido semiinfinito -Sólido infinito <p>Cartas de Heisler</p>	<p>3. Conocer la historia de las temperaturas en un sistema termodinámico 1-D que transfiere calor con su entorno en estado transitorio sin generación mediante el método analítico</p> <p>4. Conocer la aplicación de la ecuación de conducción en estado estable sin generación de el método analítico</p>	<p>3.1 Aplicar los principios del análisis dimensional a la ecuación de conducción en estado transitorio</p> <p>3.2 Definir el concepto operacional de el número de Fourier y el número de Biot</p> <p>3.3 Analizar la relación entre la resistencia a la conducción y la resistencia a la convección en un sólido en estado transitorio mediante las variaciones del número de Biot</p> <p>3.4 Identificar los principios básicos de el método de capacidad calórica concentrada (Resistencia Interna Despreciable) para la solución de algunos problemas de conducción en estado transitorio con o sin generación de calor</p> <p>3.5 Determinar la historia de temperaturas y la historia gráfica para los casos en que existe o no generación para $Biot < 0.1$</p> <p>3.6 Identificar los principios básicos de el método de sólido infinito para la solución de algunos problemas de conducción en estado</p>

			<p>operacional de la función error</p> <p>3.8 Calcular el tiempo que requiere los sólido para alcanzar alguna temperatura o a la inversa cuando experimenta cambios súbitos en su ambiente térmico</p> <p>3.9 Interpretar las gráficas de Heisler y las funciones de Bessel como parte de la solución para la conducción transitoria</p> <p>4.1 Calcular el flujo de calor en el sistema cada instante que transcurre la transferencia</p> <p>4.2 Hallar la energía total emitida o absorbida durante un lapso de tiempo en un sistema que intercambia calor</p>
Crear modelos de los problemas prácticos de conducción de calor multidimensional en estado transitorio	Modelamiento de la conducción multidimensional en estado transitorio	1. Conocer el modelamiento de la conducción multidimensional en estado transitorio	1. Identificar las simplificaciones pertinentes para solucionar los problemas de conducción transitoria multidimensional (sin generación, simétrica)
Obtener la representación matemática analítica simplificada del modelo de transferencia de calor por conducción multidimensional en estado transitorio con su respectiva aplicación		<p>2. Conocer la historia de las temperaturas en un sistema termodinámico multidimensional que transfiere calor con su entorno en estado transitorio sin generación mediante:</p> <p>a. Método analítico</p>	2.a Combinar las soluciones analíticas de los casos de transitoriedad 1-D en forma de productos para hallar la solución de transitoriedad multidimensionalidad

Anexo B.			
FORMATO PARA EL CONTENIDO DE LAS ASIGNATURAS DE LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS PRESENCIALES.			
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
FACULTAD DE FISICOMECÁNICAS			
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
<u>TRANSFERENCIA DE CALOR</u>			
Código: 23029			Número de Créditos:5
Intensidad horaria semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos: 21802 23024
TAD		TI: 10	
Teóricas: 5	Prácticas: 0		
<p>Justificación: La Transferencia de Calor es la ciencia que estudia la transmisión de energía térmica debido a una diferencia de temperaturas, centrándose en determinar la manera y la velocidad a la que se produce ese intercambio de energía.</p> <p>Este curso le aporta al futuro Ingeniero Mecánico la capacidad para utilizar herramientas teóricas y computacionales aplicadas a la resolución de problemas de transferencia de calor. En la práctica ingenieril, un entendimiento de los mecanismos de transferencia de calor es cada vez más importante debido a que se aplica en diversas áreas. Por ejemplo, el diseño de vehículos, refrigeración y climatización, sistemas electrónicos, edificios y variadas aplicaciones industriales (turbinas de gas y de vapor, compresores, sistemas no convencionales de energía). Por lo tanto, el curso brindará al alumno las habilidades y los conocimientos para formular y evaluar proyectos relacionados con el diseño de sistemas y equipos para transferencia de calor.</p> <p>En nuestra vida diaria aplicamos de manera espontanea los principios de transferencia de calor para ganar confort térmico, usamos ropa más gruesa para disminuir el frío o nos ubicamos en la sombra para evitar la radiación en un día soleado.</p> <p>La asignatura de transferencia de Calor aplica los conocimientos y habilidades adquiridas en las asignaturas del área de ciencias térmicas básicas tales como, termodinámica y mecánica de fluidos. También proporciona una base para asignaturas del área de ciencias aplicadas, tales como, sistemas térmicos y potencia fluida.</p>			
<p>Propósito de la asignatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar instrucción fundamental de la Transferencia de Calor según los requerimientos ingenieriles, empleando los métodos y el lenguaje usados en la industria. • Comprender los procesos físicos, las leyes y mecanismos que gobiernan la transferencia de calor. • Conocer las herramientas necesarias para obtener soluciones cuantitativas de problemas que involucran uno o más de los modos de transferencia de calor. 			

Competencias:

COMPETENCIAS COGNITIVAS

En el transcurso de la asignatura se espera que el estudiante:

- Defina las áreas de aplicación de la transferencia de calor.
- Describa los mecanismos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación.
- Identifique las ecuaciones para la conducción de calor, las condiciones de frontera y sus aplicaciones en sistemas unidimensionales.
- Interpreta las ecuaciones de conducción de calor en estado transitorio y su aplicación en los problemas transferencia de calor.
- Explique los conceptos fundamentales de transferencia de calor por convección.
- Reconoce los conceptos teóricos y prácticos que gobiernan la transferencia de calor por convección forzada y libre.
- Aplique los conceptos adquiridos al diseño de intercambiadores de calor.
- Identifique el mecanismo y las ecuaciones fundamentales de la transferencia de calor por radiación.
- Defina los conceptos básicos de la transferencia de calor por radiación.

COMPETENCIAS ACTITUDINALES Y AXIOLÓGICAS

- Busca y analiza información proveniente de fuentes diversas.
- Asume con responsabilidad los compromisos con la asignatura.
- Trabaja en equipo.
- Lee y escribe correctamente.

CONTENIDO:

1. Introducción*

- 1.1. Justificación del estudio de la Transferencia de calor
- 1.2. Descripción de los mecanismos de la Transferencia de calor

2. Transferencia de calor por conducción*

- 2.1. Introducción. Tipos de conducción
- 2.2. Ecuación general y balance de energía
- 2.3. Condiciones de frontera
- 2.4. Conducción en estado estable, unidimensional sin generación
- 2.5. Conducción en estado estable, unidimensional con generación
- 2.6. Conducción en estado estable, bidimensional sin generación
- 2.7. Conducción en estado estable, bidimensional con generación. Método analítico y numérico
- 2.8. Conducción en estado transitorio, unidimensional. Método analítico y numérico

- 3.4. Régimen laminar y turbulento en una placa plana
- 3.5. Determinación del h en conductos circulares
- 3.6. Correlación del h en tubos con flujo transversal
- 3.7. Bancos de tubos. Arreglos, paso
- 3.8. Intercambiadores de calor. Doble tubo y casco y tubo
- 3.9. Convección natural en placas, cilindros verticales y horizontales
- 3.10. Convección natural en espacios cerrados

4. Transferencia de calor por radiación*

- 4.1. Introducción
- 4.2. Absortividad. Reflectividad. Transmisividad
- 4.3. El cuerpo negro. Emisividad. Ley Stefan-Boltzman
- 4.4. Energía de un cuerpo negro entre dos

<p>2.9. Conducción en estado transitorio, bidimensional</p> <p>3. Transferencia de calor por convección*</p> <p>3.1. Introducción</p> <p>3.2. Ecuaciones de continuidad, momento y energía</p> <p>3.3. Teoría de la semejanza</p>	<p>longitudes de onda</p> <p>4.5. Factor de visión. Método del plano cruzado</p> <p>4.6. Intercambio de calor por radiación en recintos cerrados, superficies negras</p> <p>4.7. Intercambio de calor por radiación entre dos superficies isotérmicas curvas recintos cerrados, superficies grises</p> <p>4.8. Intercambio de calor por radiación en recintos cerrados con un gas isotérmico participante</p> <p>4.9. Radiación térmica de los gases</p> <p>*En todos los contenidos está incluida la responsabilidad del estudiante en la asignatura y su capacidad de comunicación oral y escrita.</p>
--	--

Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje:

Modelo Pedagógico: Síntesis, basado en el procesamiento de información, etapa de acrecentamiento y estructuración.

La clase se desarrolla de manera magistral en la cual el profesor plantea el esquema general de solución del modelo a analizar y a partir de estos modelos se hacen desarrollos de esquemas específicos, se desarrollan ejercicios de aplicación general y específica. Se realizará en forma permanente discusión de los temas en clase y se presentarán aplicaciones en sistemas de ingeniería, otorgando espacio para exposición de temas por parte de los estudiantes y para su participación activa en planteamiento de casos y soluciones.

Cada una de las formas básicas de transferencia de calor (conducción, convección y radiación) se presenta de forma secuencial. Para cada una de ellas se inicia con un planteamiento riguroso de las ecuaciones básicas que gobiernan estos fenómenos, enfocándose en el sentido físico de cada uno de sus términos. La enseñanza se apoya en la resolución de problemas usando lápiz y papel como un método para favorecer el aprendizaje de los conceptos abarcados en el curso. Además, soportada por trabajos de aplicación en sistemas informáticos y cálculo electrónico usando software comercial o propio.

Se realizarán laboratorios con el propósito de contrastar los conceptos teóricos aprendidos en clase con la experimentación, para que el alumno pueda poner en práctica el uso del método científico en la transferencia de calor. Además, de ser posible se programará una visita industrial a una empresa.

Las estrategias pedagógicas son:

- La exposición: presentación de contenidos por parte del profesor.
- La lectura y la escritura: lectura de textos, presentación de reportes orales y escritos.
- Estudio de casos: debates y discusión en clase. Análisis de alternativas de solución.
- Resolución de problemas: solución de situaciones problemáticas contextualizadas. Planteamiento de problemas para ser resueltos por parte de los estudiantes, con el objeto de afianzar los conocimientos adquiridos.
- Proyectos de curso: proyecto a realizar en el transcurso del semestre con la tutela del profesor.

Sistema de Evaluación:

Indicadores de logros

- Las estrategias y argumentaciones utilizadas para resolver los problemas planteados.
- La capacidad argumentativa, el nivel de escucha y comunicación que evidencien los estudiantes en los debates que el profesor promueva en el salón de clase.

- La pertinencia de sus preguntas en los desarrollos teóricos de la asignatura.
- Tiene sentido crítico y de análisis objetivo en la solución de problemas fundamentales de transferencia de calor.
- Cumple con los compromisos con la calidad esperada.

Estrategias de evaluación

El curso será evaluado mediante mínimo cuatro notas parciales, resultantes de pruebas en clase así:

- Mínimo tres exámenes parciales programados de común acuerdo con los estudiantes.
- Promedio de “quices” que parcialmente versarán sobre los temas de cada examen parcial que serán realizados en cualquier fecha sin aviso previo.
- Resolución de talleres y problemas en clase.
- Realización de un proyecto a lo largo del semestre.

Equivalencia cuantitativa

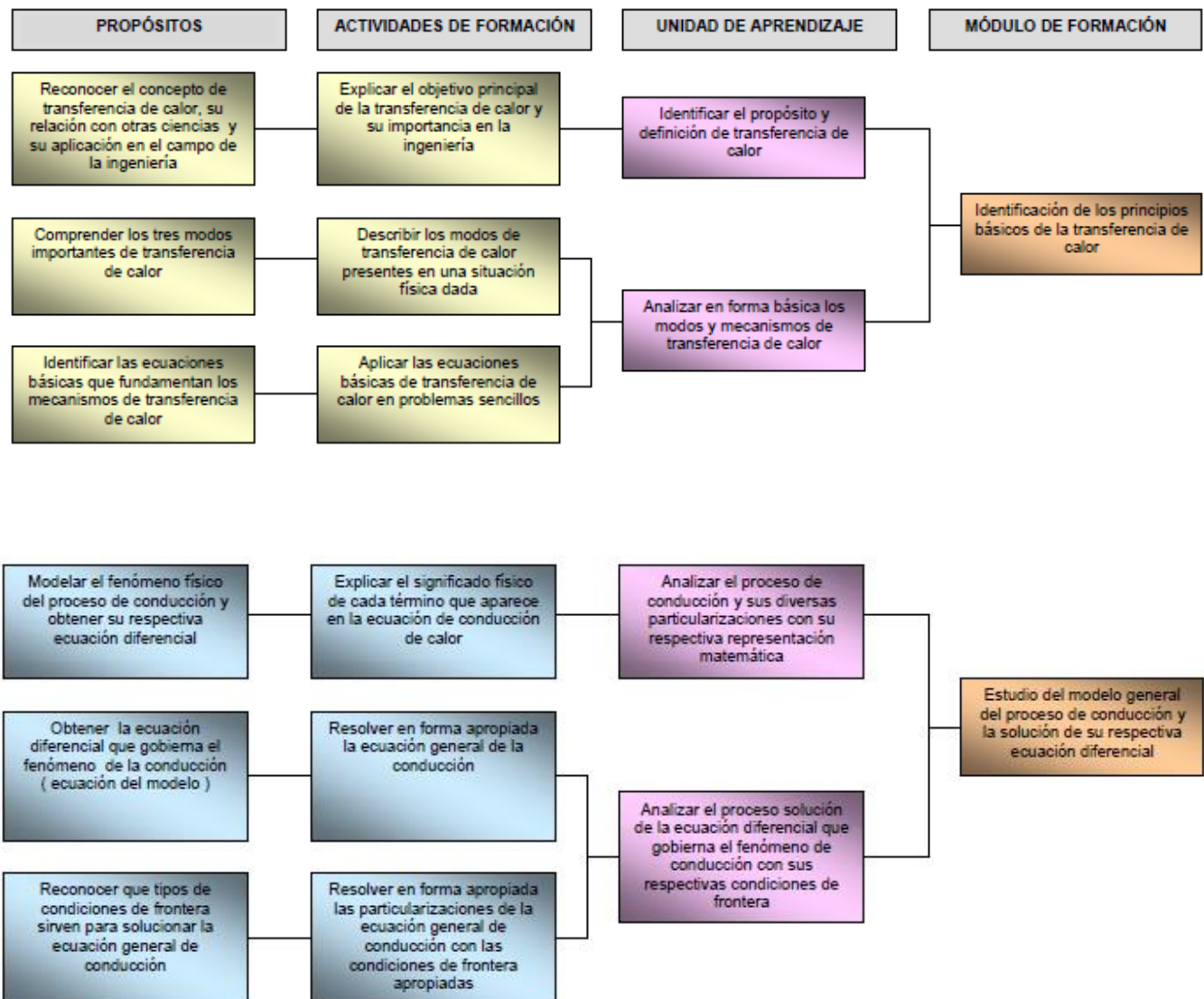
- Las fechas de evaluación estarán determinadas por el calendario académico oficial y acordadas con los estudiantes.
- Las ponderaciones para cada una de las evaluaciones serán asignadas por el profesor de común acuerdo con los estudiantes.

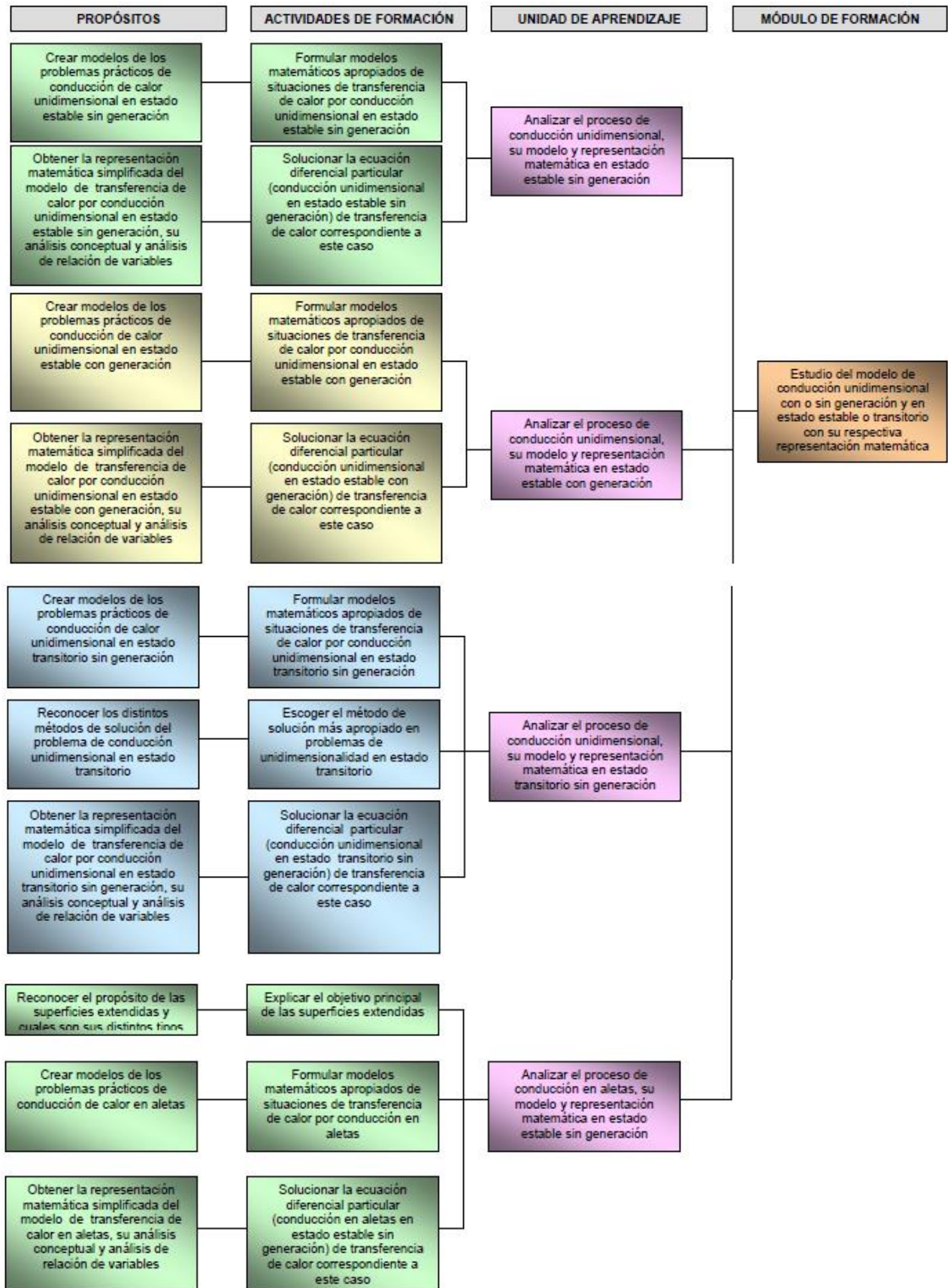
Bibliografía:

- 📖 HOLMAN, J. P. Heat Transfer. McGraw – Hill, 1992
- 📖 INCROPERA, F. P. & DEWITT, D. P. Fundamentos de Transferencia de Calor. Prentice Hall, 1999
- 📖 KERN, Donald. Procesos de Transferencia de Calor. CECSA, 2006
- 📖 MILLS, A. F. Transferencia de Calor. Irwin, 1995
- 📖 CENGEL, Y. A. &GHAJAR, A. J. Transferencia de Calor y Masa: fundamentos y aplicaciones. McGraw Hill, 2011
- 📖 FERNANDEZ ORO, J. M. Técnicas Numéricas en Ingeniería de Fluidos. Reverté, 2012

B.

C. DIAGRAMA DE LOS MÓDULOS DE FORMACIÓN SEGÚN “DISEÑO CURRICULAR BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA ENSEÑANZA/ APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN AMBIENTES EDUCATIVOS VIRTUALES” EN EL ÁREA DE CONDUCCIÓN.





D. CONDUCCIÓN DE CALOR EN ESTADO ESTACIONARIO

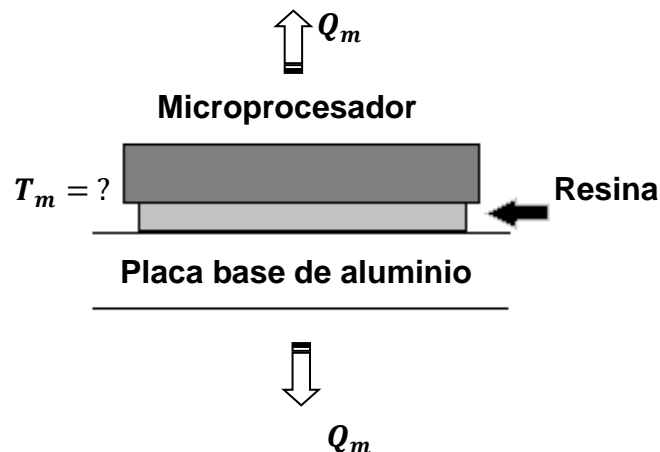
Un microprocesador que se supone de espesor despreciable está unido a una placa de circuito impreso de aluminio ($k = 238 \text{ W/m K}$) de 8 mm de espesor mediante una capa de resina epoxi de espesor despreciable, a la que se puede asociar una resistividad térmica de contacto de $0.9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ K/W}$. La cara superior del microprocesador y la cara inferior de la placa están en contacto con aire a 298 K con coeficiente de convección $h = 100 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Si en condiciones normales el microprocesador disipa 10 kW/m^2 , determinar cuál será su temperatura de funcionamiento.

Paso 1. Enunciado del problema.

Básicamente, lo que el problema pide es hallar la temperatura de funcionamiento del microprocesador a la cual no debe sobre pasar unos límites establecidos por el fabricante del micro controlador. El microprocesador está adherido a una placa de aluminio mediante una resina y se produce una disipación de energía del microprocesador hacia el medio ambiente debido a que $T_m > T_a$ en condiciones normales de operación.

Paso 2. Esquema.



Paso 3. Suposiciones y aproximaciones.

- Se asume flujo de calor del microprocesador en estado estacionario $\dot{q}_m = 10 \text{ KW}/\text{m}^2 \approx \text{Constante}$
- Aunque la disipación de calor \dot{q}_m existe en el eje X, Y y Z, se asume el flujo de calor más significativo a lo largo del eje Z. Es decir, flujo unidimensional.
- Las propiedades termo-físicas de los materiales se consideran constantes: $K_a, R_c, h_a \approx \text{Constantes}$
- El espesor del microprocesador es insignificante, por lo tanto $L_m=0, R_m=0$
- Igualmente con la resina. $L_R=0, R_R=0$

Paso 4. Aplicación de leyes físicas: Balance de energía para el microprocesador.

$$\dot{q}_m = \dot{q}_1 + \dot{q}_2 = \text{Constante}$$

$$\dot{q}_1 = \frac{T_m - T_a}{R_{\text{convección1}}}$$

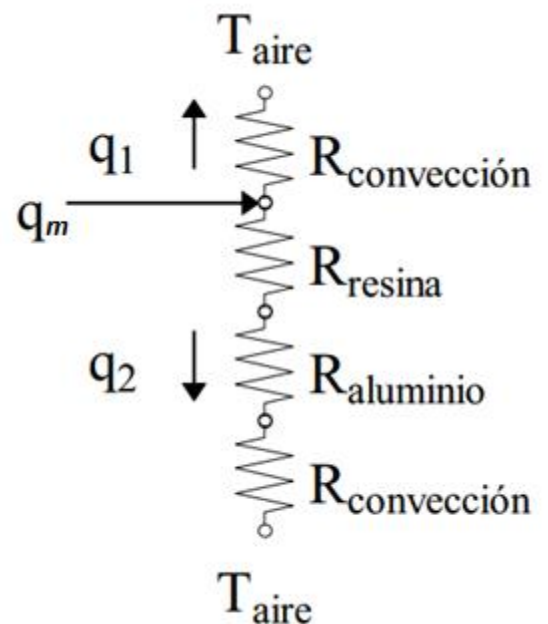
$$R_{\text{convección}} = \frac{1}{h_a A_m}$$

$$\dot{q}_2 = \frac{T_m - T_a}{R_{T2}}$$

$$R_{T2} = R_{\text{resina}} + R_{\text{aluminio}} + R_{\text{convección2}}$$

$$R_{\text{aluminio}} = \frac{L_{\text{aluminio}}}{K_{\text{aluminio}} A_{\text{aluminio}}}$$

$$R_{\text{convección2}} = \frac{1}{h_a A_{\text{aluminio}}}$$



Paso 5. Propiedades:

- $K_{aluminio} = 238 \frac{W}{mK}$
- $R_{resina} = 0,9 \times 10^{-4} \frac{m^2K}{W}$
- $T_a = 298 K$
- $h_a = 100 \frac{W}{m^2K}$
- $\dot{q}_m = 10 \frac{KW}{m^2}$

Paso 6. Cálculos:

$$\dot{q}_m = \frac{T_m - T_{resina}}{\frac{1}{h}} + \frac{T_m - T_a}{R_{resina} + \frac{L_{aluminio}}{K_{aluminio}} + \frac{1}{h_a}}$$

$$T_m = \frac{\dot{q}_m}{\frac{1}{h_a} + \frac{1}{R_{resina} + \frac{L_{aluminio}}{K_{aluminio}} + \frac{1}{h_a}}} + T_a$$

$$T_m = 348 K \approx 75,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\dot{q}_1 = 5,03 \frac{KW}{m^2}$$

$$\dot{q}_2 = 4,97 \frac{KW}{m^2}$$

Paso 7. Razonamiento, verificación y discusión:

Los valores obtenidos parecen tener lógica, ya que en un funcionamiento real de una máquina, ésta disipa calor. El ejemplo más cercano es el de un computador portátil.

En la realidad se debería colocar un disipador sobre la capa superior del microprocesador para evitar que se desoldara.

Se debería obtener una temperatura en la superficie de 36° C, es decir, que debería tener un refrigerador o disipador que realice este trabajo.

El funcionamiento de un procesador de computador depende de su temperatura de tal manera que a mayor temperatura, se obtiene un rendimiento menor. Es por esta razón que algunas unidades de procesamiento avanzado utilizan un tipo de refrigeración líquida.

E. INFORMACIÓN ESPECIFICADA DE EJERCICIOS RESUELTOS MEDIANTE SOFTWARE

➤ Ejercicio 1:

Se va a analizar el comportamiento de la temperatura y la transferencia de calor a lo largo de diferentes puntos de distancia respecto al centro de una aleta, en este caso es una brida, representado en la figura E1. El análisis y resolución del ejercicio se va realizar utilizando la metodología de los 7 pasos:

1) Enunciado del problema:

Se trata de tubo de espesor (e), radio externo (r_t) con condiciones internas de temperatura (T_i) y coeficiente de transferencia de calor interno (h_i) al cual está sujeto una brida de radio externo (r_b), espesor (t) y longitud de aleta (L), sometida a condiciones externas de ambiente, como la temperatura del aire (T_{air}) y coeficiente de transferencia de calor externo (h_e). Se va a determinar la temperatura en la punta de la brida (T_6) y el calor transferido por la brida al ambiente (Q_t); también se va a analizar la distribución de temperaturas en la brida a lo largo de diferentes radios especificados en la figura E1, los cuales están distanciados entre sí, para efectos de cálculo una longitud (Δx).

2) Esquema del problema

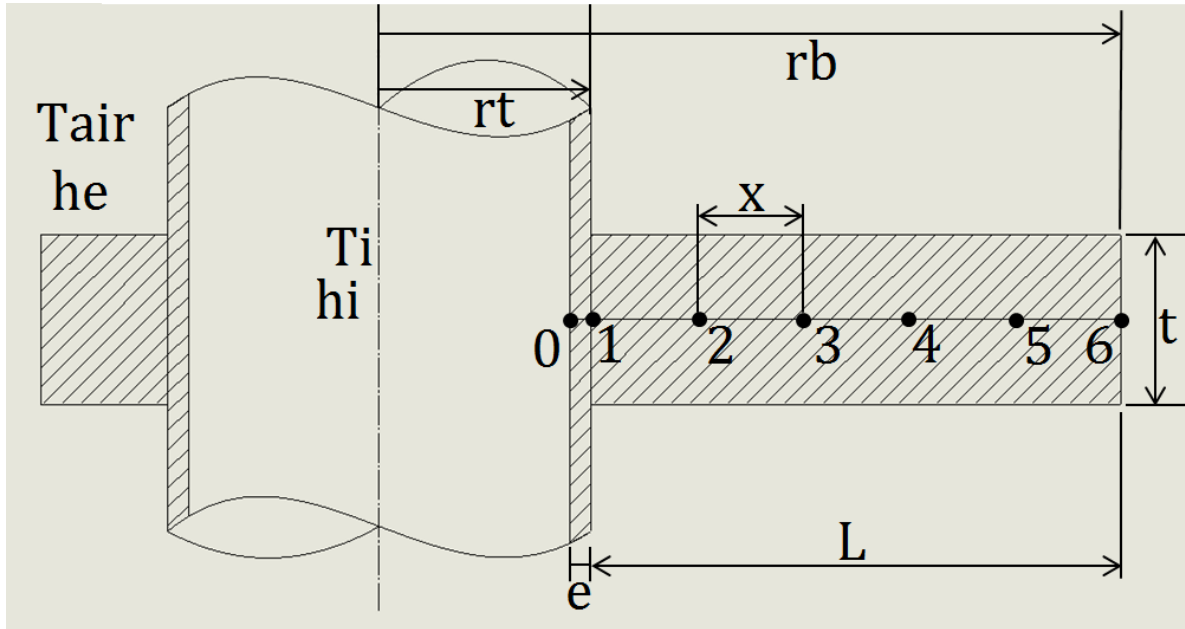


Figura E1: Corte de la brida con datos representativos para su resolución

3) Suposiciones y aproximaciones

- Transferencia de calor por conducción y convección en la aleta en estado estacionario
- Material isotrópico para la brida
- Se mantiene constante el h de convección a lo largo de la longitud de la brida
- Se asume la temperatura interna mayor que la temperatura ambiente
- El flujo de calor en la punta de la brida se asume como cero

$r_0 = 0.046$	$\Delta e = 0.004$	$r_{01} = 0.048$
$r_1 = 0.05$	$\Delta X = 0.01$	$r_{12} = 0.055$
$r_2 = 0.06$	$t = 0.02$	$r_{23} = 0.065$
$r_3 = 0.07$	$T_i = 250$	$r_{34} = 0.075$
$r_4 = 0.08$	$T_{air} = 12$	$r_{45} = 0.085$
$r_5 = 0.09$	$T_{alr} = 290$	$r_{56} = 0.095$
$r_6 = 0.1$		

4) Aplicación de leyes físicas

- Balances de energía en cada uno de los radios especificados, externo e interno:

$$h_i \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_0 \cdot [T_i - T_0] + k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{01} \cdot \left[\frac{T_1 - T_0}{\Delta e} \right] = 0$$

$$k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{01} \cdot \left[\frac{T_0 - T_1}{\Delta e} \right] + k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{12} \cdot \left[\frac{T_2 - T_1}{\Delta X} \right] + 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot \left[\frac{r_1 + r_{12}}{2} \right] \cdot \frac{\Delta X}{2} \cdot [h_e \cdot (T_{air} - T_1) + \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_{alr}^4 - [T_1 + 273]^4)] = 0$$

$$k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{12} \cdot \left[\frac{T_1 - T_2}{\Delta X} \right] + k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{23} \cdot \left[\frac{T_3 - T_2}{\Delta X} \right] + 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_2 \cdot \Delta X \cdot [h_e \cdot (T_{air} - T_2) + \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_{alr}^4 - [T_2 + 273]^4)] = 0$$

$$k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{23} \cdot \left[\frac{T_2 - T_3}{\Delta X} \right] + k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{34} \cdot \left[\frac{T_4 - T_3}{\Delta X} \right] + 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_3 \cdot \Delta X \cdot [h_e \cdot (T_{air} - T_3) + \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_{alr}^4 - [T_3 + 273]^4)] = 0$$

$$k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{34} \cdot \left[\frac{T_3 - T_4}{\Delta X} \right] + k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{45} \cdot \left[\frac{T_5 - T_4}{\Delta X} \right] + 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_4 \cdot \Delta X \cdot [h_e \cdot (T_{air} - T_4) + \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_{alr}^4 - [T_4 + 273]^4)] = 0$$

$$k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{45} \cdot \left[\frac{T_4 - T_5}{\Delta X} \right] + k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{56} \cdot \left[\frac{T_6 - T_5}{\Delta X} \right] + 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_5 \cdot \Delta X \cdot [h_e \cdot (T_{air} - T_5) + \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_{alr}^4 - [T_5 + 273]^4)] = 0$$

$$k \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_{56} \cdot \left[\frac{T_5 - T_6}{\Delta X} \right] + 2 \cdot \left[2 \cdot \pi \cdot t \cdot \frac{\Delta X}{2} \cdot \left(\frac{r_6 + r_{56}}{2} \right) + 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_6 \right] \cdot [h_e \cdot (T_{air} - T_6) + \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_{alr}^4 - [T_6 + 273]^4)] = 0$$

- Calor total transferido y calor transferido en cada radio especificado:

$$\dot{Q} = \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 + \dot{Q}_3 + \dot{Q}_4 + \dot{Q}_5 + \dot{Q}_6$$

$$\dot{Q}_1 = h_e \cdot 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot \left[\frac{r_1 + r_{12}}{2} \right] \cdot \frac{\Delta X}{2} \cdot [T_1 - T_{air}] + \epsilon \cdot \sigma \cdot 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot \left[\frac{r_1 + r_{12}}{2} \right] \cdot \frac{\Delta X}{2} \cdot [(T_1 + 273)^4 - T_{alr}^4]$$

$$\dot{Q}_2 = h_e \cdot 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_2 \cdot \Delta X \cdot [T_2 - T_{air}] + \epsilon \cdot \sigma \cdot 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_2 \cdot \Delta X \cdot [(T_2 + 273)^4 - T_{alr}^4]$$

$$\dot{Q}_3 = h_e \cdot 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_3 \cdot \Delta X \cdot [T_3 - T_{air}] + \epsilon \cdot \sigma \cdot 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_3 \cdot \Delta X \cdot [(T_3 + 273)^4 - T_{alr}^4]$$

$$\dot{Q}_4 = h_e \cdot 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_4 \cdot \Delta X \cdot [T_4 - T_{air}] + \epsilon \cdot \sigma \cdot 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_4 \cdot \Delta X \cdot [(T_4 + 273)^4 - T_{alr}^4]$$

$$\dot{Q}_5 = h_e \cdot 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_5 \cdot \Delta X \cdot [T_5 - T_{air}] + \epsilon \cdot \sigma \cdot 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_5 \cdot \Delta X \cdot [(T_5 + 273)^4 - T_{alr}^4]$$

$$\dot{Q}_6 = h_e \cdot 2 \cdot \left[2 \cdot \pi \cdot t \cdot \left(\frac{r_6 + r_{56}}{2} \right) \cdot \frac{\Delta X}{2} + 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_6 \right] \cdot [T_6 - T_{air}] + \epsilon \cdot \sigma \cdot 2 \cdot \left[2 \cdot \pi \cdot t \cdot \left(\frac{r_6 + r_{56}}{2} \right) \cdot \frac{\Delta X}{2} + 2 \cdot \pi \cdot t \cdot r_6 \right] \cdot [(T_6 + 273)^4 - T_{alr}^4]$$

Código en Matlab:

Nota: Para una mejor comprensión del código es necesario tener conocimientos mínimos de Matlab o en lenguajes de programación, la sugerencia es mirar el video tutorial subido en la plataforma Moodle el cual es mencionado en la sección 4.2 del presente libro.

En este código están registradas las leyes físicas correspondientes al paso cuatro con comandos de Matlab para resolver las ecuaciones y obtener los resultados.

```
%PROGRAMACION
clc
%Condiciones
hi = str2double(get(handles.hio, 'string'));
he = str2double(get(handles.heo, 'string'));
k = str2double(get(handles.ko, 'string'));
Ti = str2double(get(handles.Tio, 'string'));
Tair= str2double(get(handles.Tairo, 'string'));
rt = str2double(get(handles.rto, 'string'));
rb = str2double(get(handles.rbo, 'string'));
t = str2double(get(handles.to, 'string'));
e = str2double(get(handles.eo, 'string'));
x=0.01;
epsilon = 0.8;
sigmaa = 5.67e-8;
Talr = 290;

%Determinacion de los radios
r0= rt-e;
r1=rt;
r2=rt+x;
r3=rt+2*x;
r4=rt+3*x;
r5=rt+4*x;
r6=rb;

%Determinacion de los radios medios
r01=(r0+r1)/2;
r12=(r1+r2)/2;
```

```

r23=(r2+r3)/2;
r34=(r3+r4)/2;
r45=(r4+r5)/2;
r56=(r5+r6)/2;

%Ecuaciones en diferencias finitas
%Mediante el Metodo de Newton Raphson
syms T0 T1 T2 T3 T4 T5 T6;

A=[%Condicion de frontera para Nodo 0
    hi*(2*pi*t*r0)*(Ti-T0)+k*(2*pi*t*r01)*(T1-T0)/e
    %Nodo 1
    k*(2*pi*t*r01)*(T0-T1)/e+k*(2*pi*t*r12)*(T2-
T1)/x+2*(2*pi*t*(r1+r12)/2)*(x/2)*(he*(Tair-T1)+epsilon*sigmaa*(Tair^4-
(T1+273)^4))
    %Nodo 2
    k*(2*pi*t*r12)*(T1-T2)/x+k*(2*pi*t*r23)*(T3-
T2)/x+2*(2*pi*t*r2*x)*(he*(Tair-T2)+epsilon*sigmaa*(Tair^4-(T2+273)^4))

    %Nodo 3
    k*(2*pi*t*r23)*(T2-T3)/x+k*(2*pi*t*r34)*(T4-
T3)/x+2*(2*pi*t*r3*x)*(he*(Tair-T3)+epsilon*sigmaa*(Tair^4-(T3+273)^4))
    %Nodo 4
    k*(2*pi*t*r34)*(T3-T4)/x+k*(2*pi*t*r45)*(T5-
T4)/x+2*(2*pi*t*r4*x)*(he*(Tair-T4)+epsilon*sigmaa*(Tair^4-(T4+273)^4))
    %Nodo 5
    k*(2*pi*t*r45)*(T4-T5)/x+k*(2*pi*t*r56)*(T6-
T5)/x+2*(2*pi*t*r5*x)*(he*(Tair-T5)+epsilon*sigmaa*(Tair^4-(T5+273)^4))
    %Condicion de frontera para Nodo 6
    k*(2*pi*t*r56)*(T5-
T6)/x+2*((2*pi*t*(x/2)*(r56+r6)/2)+(2*pi*t*r6))*(he*(Tair-
T6)+epsilon*sigmaa*(Tair^4-(T6+273)^4))];

x0=[100;100;100;100;100;100;100];

%Resolviendo para las temperaturas
Z=newtonsi(A,x0,0.00001,100);

Tem0=Z(1,1);
Tem1=Z(2,1);
Tem2=Z(3,1);
Tem3=Z(4,1);
Tem4=Z(5,1);
Tem5=Z(6,1);
Tem6=Z(7,1);

%Para el numero de decimales
Temp0=vpa(Tem0,4)
Temp1=vpa(Tem1,4)
Temp2=vpa(Tem2,4)
Temp3=vpa(Tem3,4)
Temp4=vpa(Tem4,4)
Temp5=vpa(Tem5,4)
Temp6=vpa(Tem6,4)

```

```

%Ahora para mostrar las temperaturas
set(handles.TM0, 'string', char(Temp0));
set(handles.TM1, 'string', char(Temp1));
set(handles.TM2, 'string', char(Temp2));
set(handles.TM3, 'string', char(Temp3));
set(handles.TM4, 'string', char(Temp4));
set(handles.TM5, 'string', char(Temp5));
set(handles.TM6, 'string', char(Temp6));

%Determinacion de la razon de Transferencia de Calor
%Se debe determinar la T.C. en cada nodo
%Nodo1
Q1=he*2*2*pi*t*(r1+r12)/2*x/2*(Temp1-
Tair)+epsilon*sigmaa*2*2*pi*t*(r1+r12)/2*x/2*((Temp1+273)^4-Tair^4);
%Nodo2
Q2=he*2*2*pi*t*r2*x*(Temp2-
Tair)+epsilon*sigmaa*2*2*pi*t*r2*x*((Temp2+273)^4-Tair^4);

%Nodo3
Q3=he*2*2*pi*t*r3*x*(Temp3-
Tair)+epsilon*sigmaa*2*2*pi*t*r3*x*((Temp3+273)^4-Tair^4);
%Nodo4
Q4=he*2*2*pi*t*r4*x*(Temp4-
Tair)+epsilon*sigmaa*2*2*pi*t*r4*x*((Temp4+273)^4-Tair^4);
%Nodo5
Q5=he*2*2*pi*t*r5*x*(Temp5-
Tair)+epsilon*sigmaa*2*2*pi*t*r5*x*((Temp5+273)^4-Tair^4);
%Nodo6
Q6=he*2*(2*pi*t*(r6+r56)/2*x/2+2*pi*t*r6)*(Temp6-
Tair)+epsilon*sigmaa*2*(2*pi*t*(r6+r56)/2*x/2+2*pi*t*r6)*((Temp6+273)^4-
Tair^4);

%Sumatoria de la velocidad de T.C. en la aleta
QT=Q1+Q2+Q3+Q4+Q5+Q6;
%Para en numero de decimales
Qal=vpa(QT,5)
%Ahora para mostrar la razon de T.C.
set(handles.calor, 'string', char(Qal));

```

5) Propiedades:

$$k = 52$$

$$\varepsilon = 0.8$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$$

$$h_i = 180$$

$$h_e = 25$$

6) Cálculos, interfaz de usuario en Matlab:

Está compuesta por la parte de ingreso de datos o PARÁMETROS y la parte de solución o RESULTADOS, la cual muestra la respectiva gráfica de temperatura respecto a los radios especificados, en la figura E2:

Se ingresan los datos correspondientes en cada una de las casillas de parámetros y posteriormente se procede a dar clic en calcular, inmediatamente el software arroja los resultados y la gráfica de distribución de temperaturas en la brida, como se aprecia en la figura E2.

Nota: En la figura E2 se pueden apreciar las unidades utilizadas para cada uno de los parámetros y resultados obtenidos.

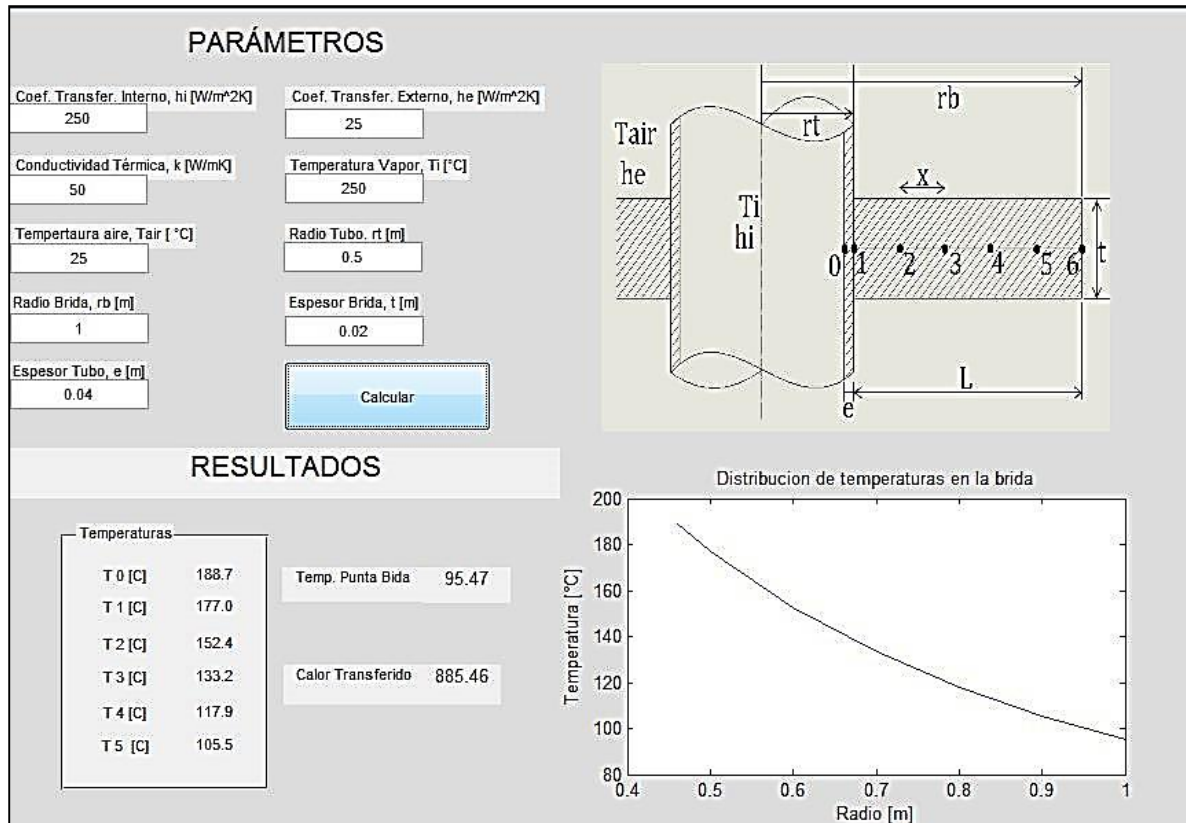
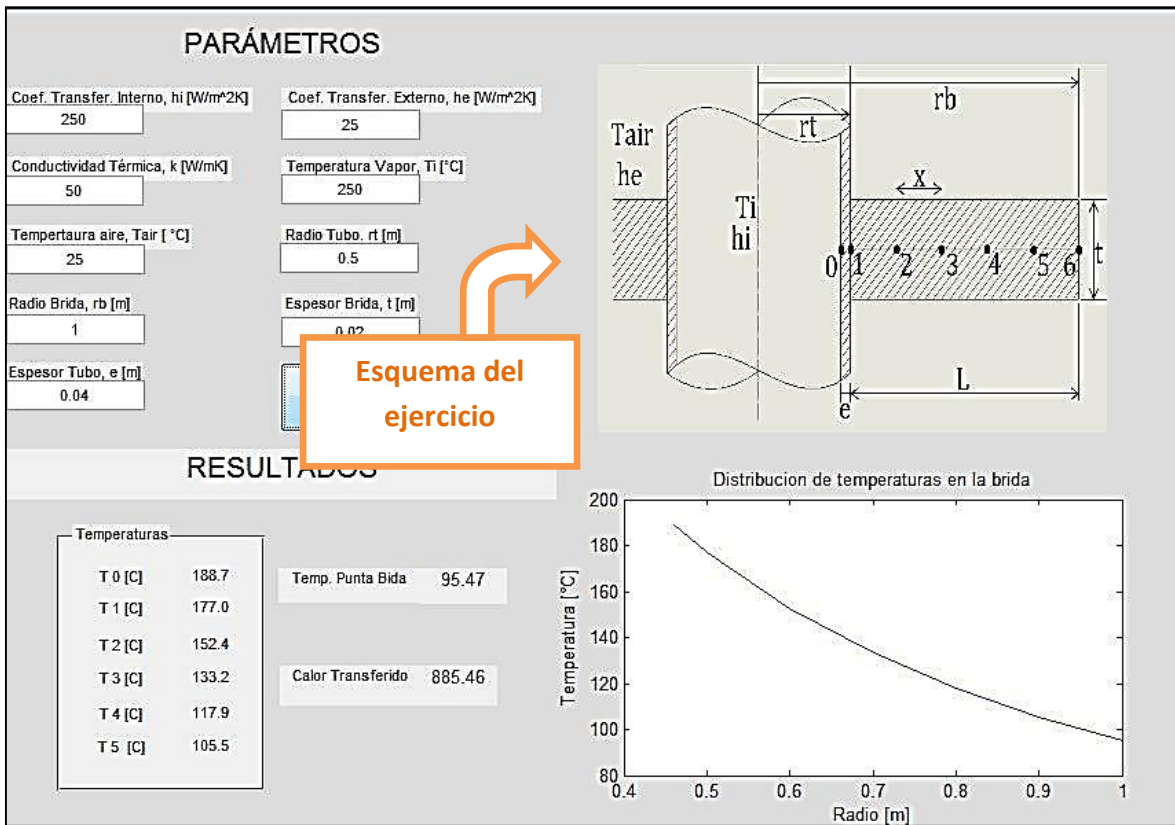
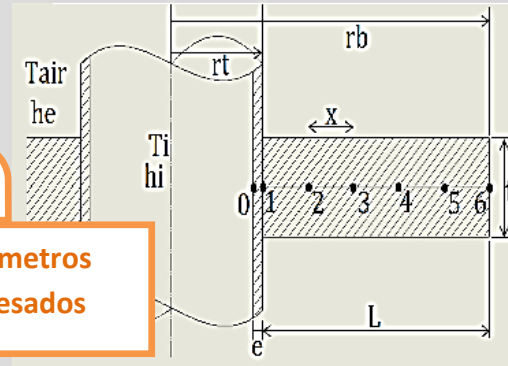


Figura E2: Interfaz de usuario en Matlab para realizar los cálculos



PARÁMETROS

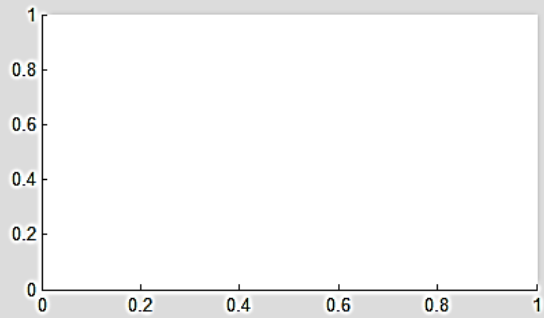
Coef. Transfer. Interno, h_i [W/m ² K]	Coef. Transfer. Externo, h_e [W/m ² K]
<input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="25"/>
Conductividad Térmica, k [W/mK]	Temperatura Vapor, T_i [°C]
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="250"/>
Temperatura aire, T_{air} [°C]	Radio Tubo, r_t [m]
<input type="text" value="25"/>	<input type="text" value="0.5"/>
Radio Brida, r_b [m]	Espesor Brida, t [m]
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0.02"/>
Espesor Tubo, e [m]	<input type="button" value="Calcular"/>
<input type="text" value="0.04"/>	

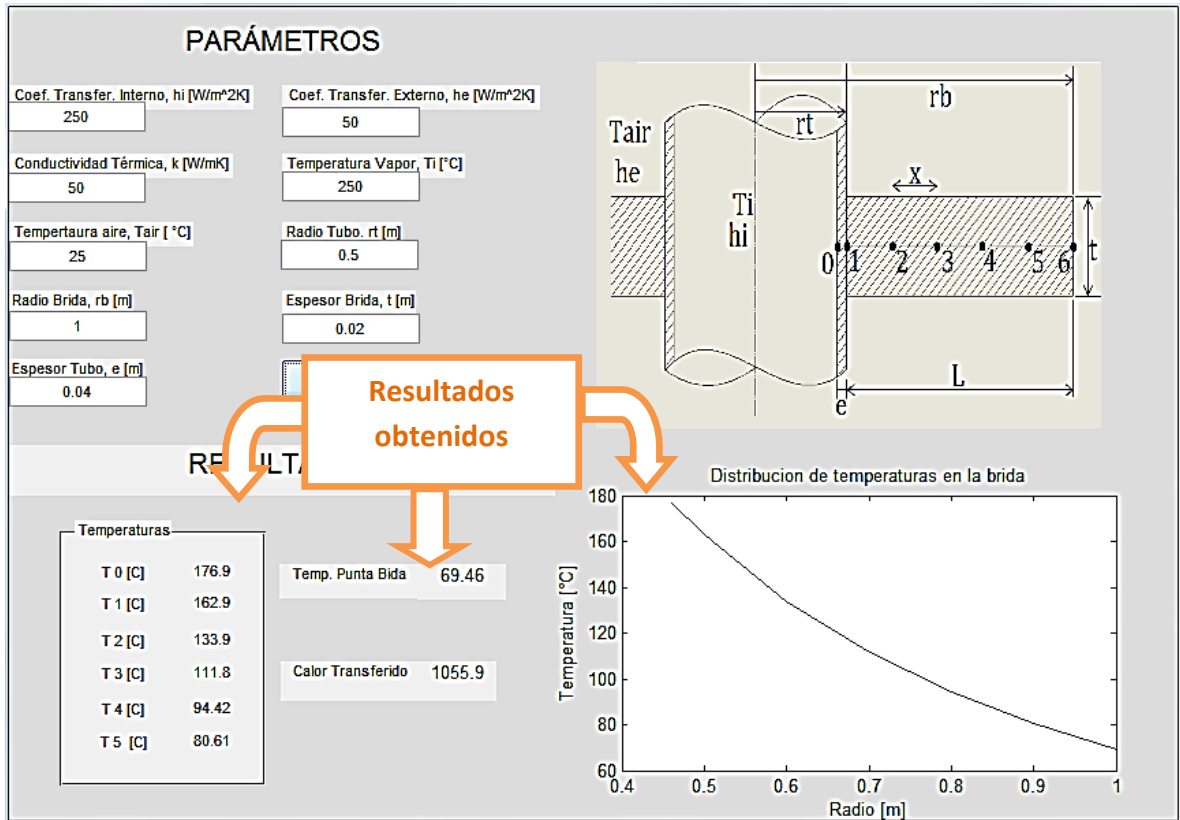


Parámetros ingresados

RESULTADOS

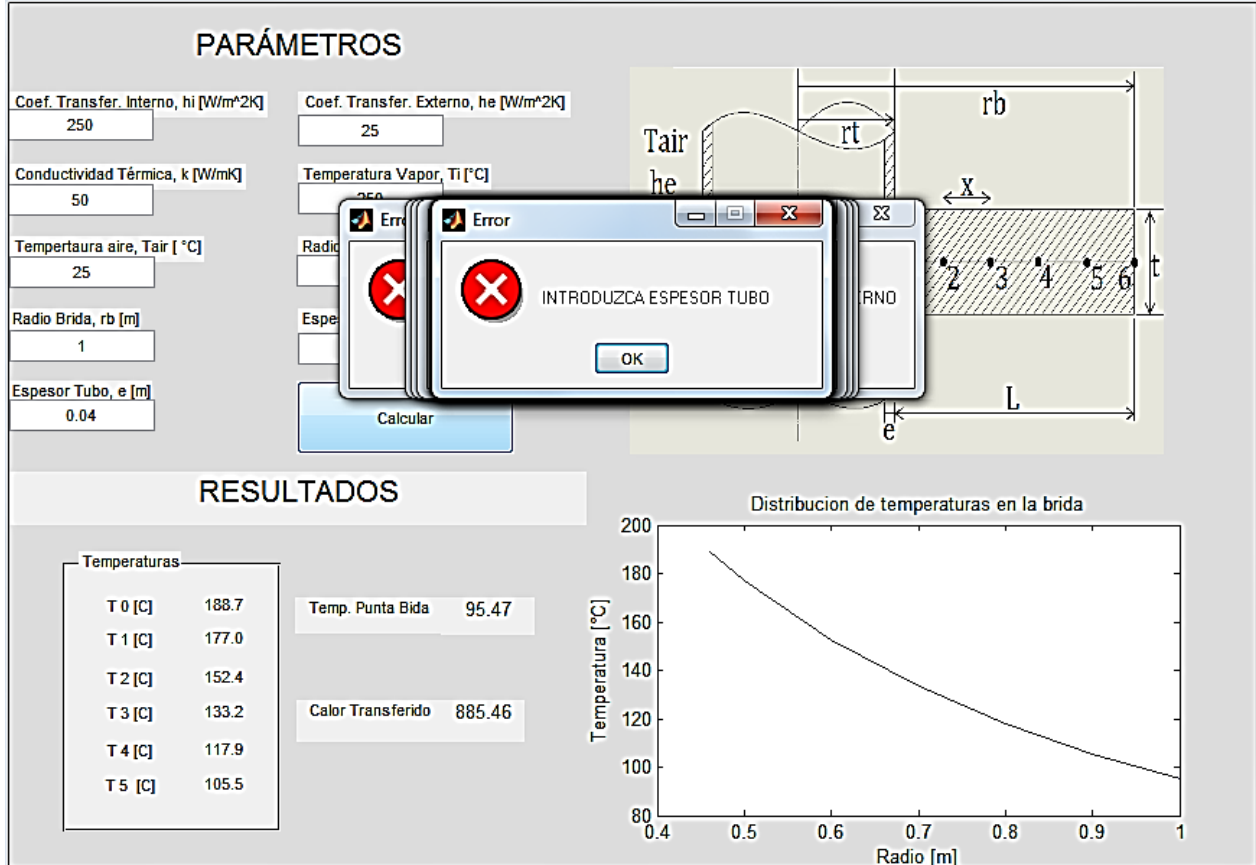
Temperaturas	
T 0 [C]	<input type="text" value="Temp. Punta Bida"/>
T 1 [C]	
T 2 [C]	
T 3 [C]	
T 4 [C]	
T 5 [C]	
	<input type="text" value="Calor Transferido"/>





Si no se ingresan datos y se pasa directamente a calcular, se llenaran las casillas con los datos por defecto de las suposiciones asumidas en el paso tres y saldrá un mensaje solicitando que se ingresen los datos correspondientes, como se muestra en la figura E3.

Figura E3: Interfaz de usuario cuando se calcular sin datos



7) Razonamiento, verificación y discusión

La gráfica de distribución de temperaturas en la brida nos muestra el comportamiento de la temperatura a lo largo de la misma, observándose una caída hasta llegar a una temperatura de 95.7 C desde una temperatura al interior del tubo de 188.7 C; ésta caída debida a una rata de transferencia de calor de 885.46 W.

La interfaz de Matlab mostrada en la figura E2 nos permite variar los parámetros a nuestra conveniencia para diferentes materiales de brida y condiciones interna y externa.

Este es un ejercicio con fines meramente didácticos por lo tanto fue pensado y desarrollado para la manipulación de los estudiantes, el cual los puede familiarizar con el uso de software para la resolución de ejercicios al sustituir la forma analítica tradicional, sin embargo, el análisis de transferencia de calor sigue siendo el mismo, convirtiéndose en una herramienta más para el uso académico en el curso de transferencia de calor.

F. INFORMACIÓN ESPECIFICADA DE EJERCICIOS RESUELTOS MEDIANTE SOFTWARE

➤ Ejercicio 2:

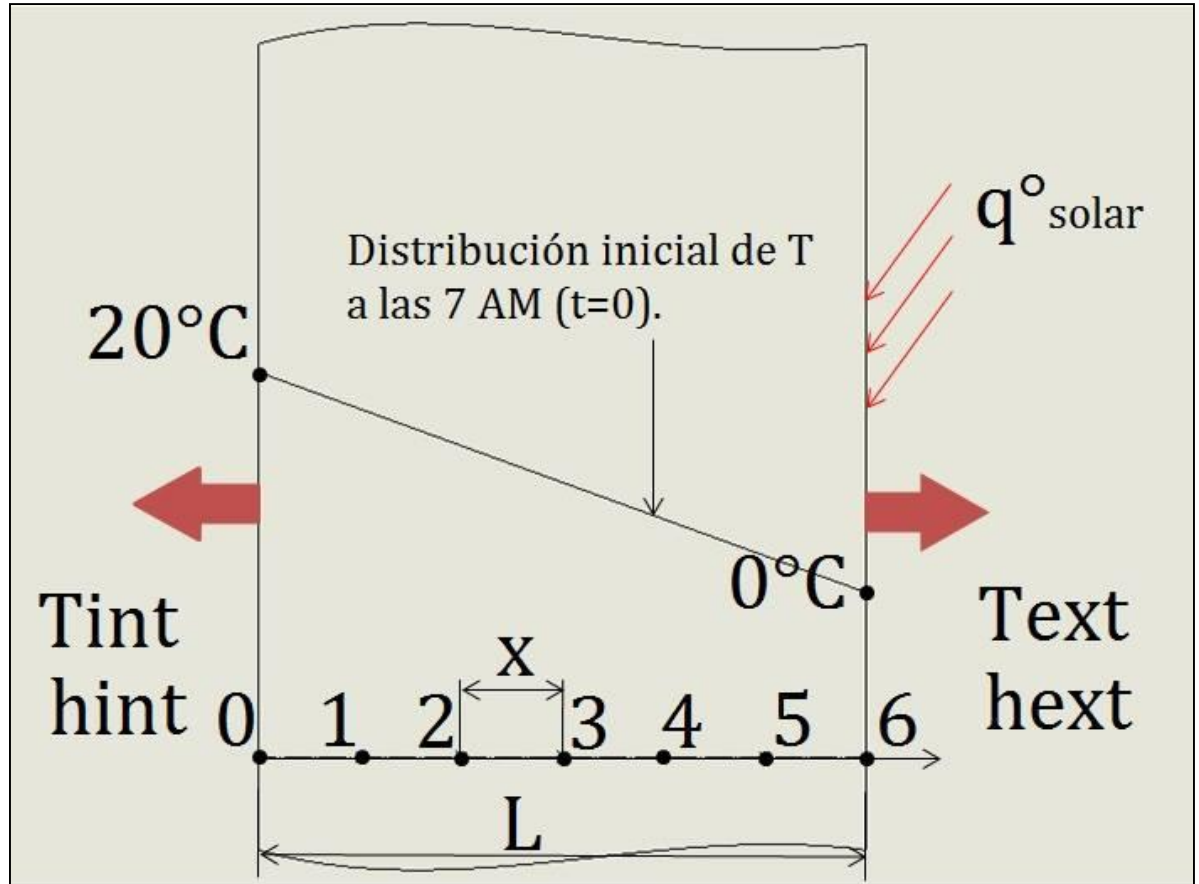
Se va a analizar el comportamiento de la temperatura y la transferencia de calor a través de una pared plana durante 48 horas empezando desde las 7am, con diferentes temperaturas en la parte interior y exterior, la cual puede ser la pared de una casa sometida a los rayos del sol (insolación), como se muestra en la figura F1.

1) Enunciado del problema

Una pared de una casa de espesor (L) con condiciones de temperatura interna (T_{int}) y coeficiente de transferencia de calor interno (h_{int}), como se muestra en la figura F1, está sometida en la superficie opuesta a unas condiciones de temperatura externa (T_{ext}), coeficiente de transferencia de calor externo (h_{ext}) e insolación (q), la distribución inicial de temperatura a la 7am, es decir, para efectos de cálculo, son condiciones iniciales en un tiempo cero ($t=0$), $T_{int} = 20\text{ C}$ y $T_{ext} = 0\text{ C}$. Se determinará el calor transferido a través del muro (Q) durante las 48 horas, para esto se divide en intervalos de tiempo de 12 horas y se graficará el comportamiento de las temperaturas de cada punto o nodo (*Temperaturas nodales*), los cuales estarán separados una distancia (X) asumida en los datos; durante el tiempo sugerido.

2) Esquema del problema

Figura F1: Corte de una pared plana con sus condiciones respectivas para su resolución



3) Suposiciones y aproximaciones

- Se asume que la transferencia de calor por conducción en la pared es unidimensional y únicamente en las superficies laterales. Las áreas principales de transferencia de calor miden $2.8 \times 7 \text{ (m}^2\text{)}$
- Existe simetría térmica
- Las propiedades termo físicas del material se asumen uniformes y constantes
- No existe generación de calor al interior de la placa

$$x = 0.05$$

Temperaturas nodales iniciales 7AM

$$T_{00} = T_{int}$$

$$T_{10} = \left[\frac{T_1 - T_{int}}{L} \right] \cdot 0.05 + T_{int}$$

$$T_{20} = \left[\frac{T_1 - T_{int}}{L} \right] \cdot 0.1 + T_{int}$$

$$T_{30} = \left[\frac{T_1 - T_{int}}{L} \right] \cdot 0.15 + T_{int}$$

$$T_{40} = \left[\frac{T_1 - T_{int}}{L} \right] \cdot 0.2 + T_{int}$$

$$T_{50} = \left[\frac{T_1 - T_{int}}{L} \right] \cdot 0.25 + T_{int}$$

$$T_{60} = T_1$$

Mediante el uso de Microsoft office Excel se generaron los datos de temperatura ambiente e insolación (aleatorios) en cada intervalo de tiempo, en total se utilizaron 192 intervalos de tiempo con su respectiva temperatura en cada nodo (0,1,2,3...), ambientes exterior e interior e insolación, este archivo Excel fue usado posteriormente en el código de Matlab para ser utilizado como dato suministrado, a continuación se muestra una toma de imagen de dicho archivo en la figura F2:

Figura F2: Muestra de la tabla utilizada en el archivo de Excel para generar los datos de insolación.

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet. At the top, there is a ribbon with the 'ARCHIVO' tab selected. Below the ribbon, the address bar shows 'C38' and the formula bar shows '580'. The spreadsheet contains a table with the following data:

	A	B	C
1	Intervalos	Temperatura ambiente, C	Insolacion, w/m ²
2	0	0	375
3	1	0	375
4	2	0	375
5	3	0	375
6	4	0	375
7	5	0	375
8	6	0	375
9	7	0	375
10	8	0	375
11	9	0	375
12	10	0	375
13	11	0	375
14	12	0	375
15	13	4	750
16	14	4	750
17	15	4	750
18	16	4	750
19	17	4	750
20	18	4	750
21	19	4	750
22	20	4	750
23	21	4	750
24	22	4	750
25	23	4	750
26	24	4	750
27	25	6	580
28	26	6	580
29	27	6	580
30	28	6	580
31	29	6	580
32	30	6	580
33	31	6	580
34	32	6	580
35	33	6	580
36	34	6	580
37	35	6	580
38	36	6	580
39	37	1	95
40	38	1	95

4) Aplicación de leyes físicas, código de Matlab:

Nota: Para una mejor comprensión del código es necesario tener conocimientos mínimos de Matlab, una sugerencia es mirar el video tutorial subido en la plataforma Moodle el cual es mencionado en la sección 4.2 del presente libro.

En este código se registran las leyes físicas y ecuaciones necesarias para la resolución del problema a través de comandos de Matlab propios de un lenguaje de programación, como la utilización de vectores, matrices y ciclos condicionantes.

```
%PROGRAMACION
clc
%Condiciones
Tint = str2double(get(handles.Tintt, 'string'));
L     = str2double(get(handles.Lt, 'string'));
hint = str2double(get(handles.hintt, 'string'));
hext = str2double(get(handles.hextt, 'string'));
K     = str2double(get(handles.kt, 'string'));
alpha= str2double(get(handles.difut, 'string'));
T1    = str2double(get(handles.A, 'string'));
deltatiem= str2double(get(handles.tiesc, 'string'));
kabso=0.76;

%Numero de nodos
x=0.05;
M= L/x + 1

%Para determinar el limite superior del intervalo de t
%Examinando los nodos de frontera(0 y M)
tao0=1/(2+2*hint*x/K);
taoM=1/(2+2*hext*x/K);

%se determina cual es el nodo critico
%implementcion del if
if tao0 < taoM;
```

```

        taopr=tao0;
else
        taopr=taoM;
end

deltat=x^2*taopr/alpha;
Tiem1=vpa(deltat,6);
%imprime el intervalo de tiempo maximo
set(handles.tiemax, 'string', char(Tiem1));

%Escogido un nuevo delta t, recalculamos tao
tao=alpha*deltatiem/x^2

%Temperaturas nodales iniciales
%7AM
T00=Tint;
T10=(T1-Tint)/L *0.05+Tint;
T20=(T1-Tint)/L *0.10+Tint;
T30=(T1-Tint)/L *0.15+Tint;
T40=(T1-Tint)/L *0.20+Tint;
T50=(T1-Tint)/L *0.25+Tint;
T60=T1;

%Determinar el numero de intervalos
W=2*24*3600/deltatiem

%Para llamar la T ambiente y la insolacion del archivo excel
Textt=xlsread('Temp y qsol.xlsx','hoja1','B2:B194');
qsolt=xlsread('Temp y qsol.xlsx','hoja1','C2:C194');

%Ecuaciones en diferencias finitas
%Implementacion del for
for i=0:W
    %Nodo 0 interior sujeto a conveccion
    Te0(i+1)=(1-2*tao-2*tao*hint*x/K)*T00+2*tao*T10+2*tao*Tint*hint*x/K;
    %Nodo 1
    Te1(i+1)=tao*(T00+T20)+(1-2*tao)*T10;
    %Nodo 2
    Te2(i+1)=tao*(T10+T30)+(1-2*tao)*T20;
    %Nodo 3
    Te3(i+1)=tao*(T20+T40)+(1-2*tao)*T30;
    %Nodo 4
    Te4(i+1)=tao*(T30+T50)+(1-2*tao)*T40;
    %Nodo 5
    Te5(i+1)=tao*(T40+T60)+(1-2*tao)*T50;
    %Nodo 6 exterior sujeto a conveccion y flujo de calor
    Te6(i+1)=(1-2*tao-
2*tao*hext*x/K)*T60+2*tao*T50+2*tao*Textt(i+1)*hext*x/K+2*tao*kabso*qsolt
(i+1)*x/K;

        T00=Te0(i+1);
        T10=Te1(i+1);
        T20=Te2(i+1);
        T30=Te3(i+1);
        T40=Te4(i+1);
        T50=Te5(i+1);

```

```

        T60=Te6(i+1);

end

%Distribucion de temperatura 6h despues
i=24;
% Para pasar a entero
Temp0=vpa(Te0(i),3);
Temp1=vpa(Te1(i),3);
Temp2=vpa(Te2(i),3);
Temp3=vpa(Te3(i),3);
Temp4=vpa(Te4(i),3);
Temp5=vpa(Te5(i),3);
Temp6=vpa(Te6(i),3);
%Para aparecer en pantalla
set(handles.edit28, 'string', char(Temp0));
set(handles.edit29, 'string', char(Temp1));
set(handles.edit30, 'string', char(Temp2));
set(handles.edit31, 'string', char(Temp3));
set(handles.edit32, 'string', char(Temp4));
set(handles.edit33, 'string', char(Temp5));
set(handles.edit34, 'string', char(Temp6));

%Distribucion de temperatura 12h despues
i=48;
% Para pasar a entero
Temp0=vpa(Te0(i),3);
Temp1=vpa(Te1(i),3);
Temp2=vpa(Te2(i),3);
Temp3=vpa(Te3(i),3);
Temp4=vpa(Te4(i),3);
Temp5=vpa(Te5(i),3);
Temp6=vpa(Te6(i),3);
%Para que aparecer en pantalla
set(handles.edit35, 'string', char(Temp0));
set(handles.edit36, 'string', char(Temp1));
set(handles.edit37, 'string', char(Temp2));
set(handles.edit38, 'string', char(Temp3));
set(handles.edit39, 'string', char(Temp4));
set(handles.edit40, 'string', char(Temp5));
set(handles.edit41, 'string', char(Temp6));

%Distribucion de temperatura 18h despues
i=72;
% Para pasar a entero
Temp0=vpa(Te0(i),3);
Temp1=vpa(Te1(i),3);
Temp2=vpa(Te2(i),3);
Temp3=vpa(Te3(i),3);
Temp4=vpa(Te4(i),3);
Temp5=vpa(Te5(i),3);
Temp6=vpa(Te6(i),3);

%Para que aparecer en pantalla
set(handles.edit42, 'string', char(Temp0));
set(handles.edit43, 'string', char(Temp1));

```

```

set(handles.edit44, 'string', char(Temp2));
set(handles.edit45, 'string', char(Temp3));
set(handles.edit46, 'string', char(Temp4));
set(handles.edit47, 'string', char(Temp5));
set(handles.edit48, 'string', char(Temp6));

%Distribucion de temperatura 24h despues
i=96;
% Para pasar a entero
Temp0=vpa(Te0(i),3);
Temp1=vpa(Te1(i),3);
Temp2=vpa(Te2(i),3);
Temp3=vpa(Te3(i),3);
Temp4=vpa(Te4(i),3);
Temp5=vpa(Te5(i),3);
Temp6=vpa(Te6(i),3);
%Para que aparecer en pantalla
set(handles.edit49, 'string', char(Temp0));
set(handles.edit50, 'string', char(Temp1));
set(handles.edit51, 'string', char(Temp2));
set(handles.edit52, 'string', char(Temp3));
set(handles.edit53, 'string', char(Temp4));
set(handles.edit54, 'string', char(Temp5));
set(handles.edit55, 'string', char(Temp6));

%Distribucion de temperatura 30h despues
i=120;
% Para pasar a entero
Temp0=vpa(Te0(i),3);
Temp1=vpa(Te1(i),3);
Temp2=vpa(Te2(i),3);
Temp3=vpa(Te3(i),3);
Temp4=vpa(Te4(i),3);
Temp5=vpa(Te5(i),3);
Temp6=vpa(Te6(i),3);
%Para que aparecer en pantalla
set(handles.edit56, 'string', char(Temp0));
set(handles.edit57, 'string', char(Temp1));
set(handles.edit58, 'string', char(Temp2));
set(handles.edit59, 'string', char(Temp3));
set(handles.edit60, 'string', char(Temp4));
set(handles.edit61, 'string', char(Temp5));
set(handles.edit62, 'string', char(Temp6));

%Distribucion de temperatura 36h despues
i=144;
% Para pasar a entero
Temp0=vpa(Te0(i),3);
Temp1=vpa(Te1(i),3);
Temp2=vpa(Te2(i),3);
Temp3=vpa(Te3(i),3);
Temp4=vpa(Te4(i),3);
Temp5=vpa(Te5(i),3);
Temp6=vpa(Te6(i),3);
%Para que aparecer en pantalla
set(handles.edit63, 'string', char(Temp0));

```

```

set(handles.edit64, 'string', char(Temp1));
set(handles.edit65, 'string', char(Temp2));
set(handles.edit66, 'string', char(Temp3));
set(handles.edit67, 'string', char(Temp4));
set(handles.edit68, 'string', char(Temp5));
set(handles.edit69, 'string', char(Temp6));

```

```

%Distribucion de temperatura 42h despues

```

```

i=168;

```

```

% Para pasar a entero
Temp0=vpa(Te0(i),3);
Temp1=vpa(Te1(i),3);
Temp2=vpa(Te2(i),3);
Temp3=vpa(Te3(i),3);
Temp4=vpa(Te4(i),3);
Temp5=vpa(Te5(i),3);
Temp6=vpa(Te6(i),3);

```

```

%Para que aparecer en pantalla

```

```

set(handles.edit70, 'string', char(Temp0));
set(handles.edit71, 'string', char(Temp1));
set(handles.edit72, 'string', char(Temp2));
set(handles.edit73, 'string', char(Temp3));
set(handles.edit74, 'string', char(Temp4));
set(handles.edit75, 'string', char(Temp5));
set(handles.edit76, 'string', char(Temp6));

```

```

%Distribucion de temperatura 48h despues

```

```

i=192;

```

```

% Para pasar a entero
Temp0=vpa(Te0(i),3);
Temp1=vpa(Te1(i),3);
Temp2=vpa(Te2(i),3);
Temp3=vpa(Te3(i),3);
Temp4=vpa(Te4(i),3);
Temp5=vpa(Te5(i),3);
Temp6=vpa(Te6(i),3);

```

```

%Para que aparecer en pantalla

```

```

set(handles.edit77, 'string', char(Temp0));
set(handles.edit78, 'string', char(Temp1));
set(handles.edit79, 'string', char(Temp2));
set(handles.edit80, 'string', char(Temp3));
set(handles.edit81, 'string', char(Temp4));
set(handles.edit82, 'string', char(Temp5));
set(handles.edit83, 'string', char(Temp6));

```

```

%Para graficar las temperaturas

```

```

%Temperatura nodo 0, linea amarillo

```

```

%Temperatura nodo 1, linea violeta

```

```

%Temperatura nodo 2, linea rojo

```

```

%Temperatura nodo 3, linea verde

```

```

%Temperatura nodo 4, linea azul

```

```

%Temperatura nodo 5, linea negro

```

```

%Temperatura nodo 6, linea celeste

```

```

i=0:1:W;

```

```

figure

```

```

plot(i,Te0,'y', i,Te1,'m', i,Te2,'r', i,Te3,'g', i,Te4,'b', i,Te5,'k',
i,Te6,'c')
title('Temperaturas nodales')
xlabel('Intervalos i')
ylabel('Temperatura [C]')

%Calor transferido hacia la casa por el muro
%Cantidad neta de calor
%Area del muro
alto=2.8; %metros
largo=7; %metros
Area=alto*largo

Q=0;
Qtoti=0;
%implementcion del for
for i=1:W

    Q(i)=hint*Area*((Te0(i+1)+Te0(i))/2-Tint)*deltatiem/3600;
    Qtot(i)=Qtoti+Q(i);
    Qtoti=Qtot(i);

end

%12 h despues
i=48;
Qmuro=vpa(Qtot(i),5);
%Para que aparezca en pantalla
set(handles.edit84, 'string', char(Qmuro));

%24 h despues
i=96;
Qmuro=vpa(Qtot(i),5);
%Para que aparezca en pantalla
set(handles.edit85, 'string', char(Qmuro));

%36 h despues
i=144;
Qmuro=vpa(Qtot(i),5);
%Para que aparezca en pantalla
set(handles.edit86, 'string', char(Qmuro));

%48 h despues
i=192;
Qmuro=vpa(Qtot(i),5);
%Para que aparezca en pantalla
set(handles.edit87, 'string', char(Qmuro));

```

5) Propiedades:

$$h_{\text{int}} = 15$$

$$K = 0.8$$

$$L = 0.5$$

$$T_{\text{int}} = 20$$

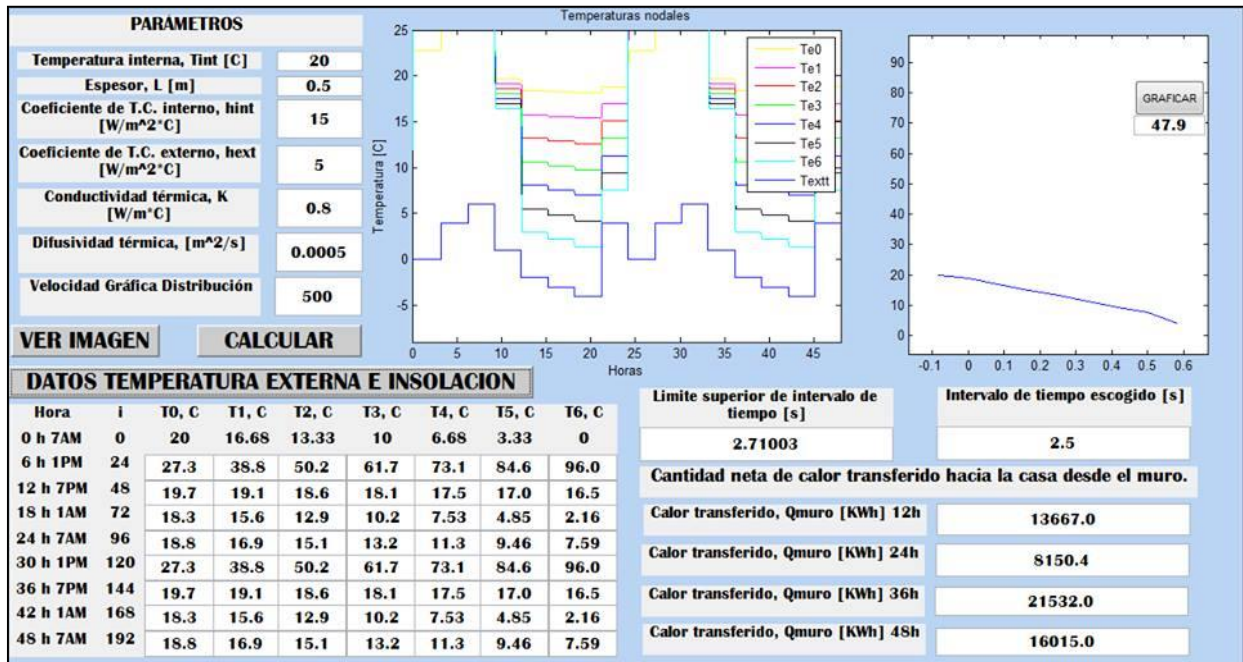
6) Cálculos, interfaz del usuario en Matlab:

Está compuesta por la parte de ingreso de datos o PARÁMETROS y la parte de solución o RESULTADOS, la cual muestra las respectivas gráficas, una de ellas es la temperaturas de cada nodo (nodales) respecto a las 48 horas y la otra la variación de la temperatura en el espesor durante cada intervalos de tiempo, cabe resaltar que esta gráfica es animada y es necesario utilizar Matlab para apreciarla, también hace parte de los resultados todos los datos de calor transferido que se aprecian en la figura F3.

Los datos de temperatura externa e insolación son obtenidos por el archivo Excel mencionado con anterioridad en el paso tres.

Nota: En la figura F3 se pueden apreciar las unidades utilizadas para cada uno de los parámetros y resultados obtenidos.

Figura F3: Interfaz de usuario en Matlab para la resolución del problema planteado



Las casillas de parámetros deben ser llenadas con los datos deseados así como la velocidad de la gráfica, en la interfaz de usuario mostrada en la figura F3 en la casilla e intervalo de tiempo escogido se selecciona un número menor al que aparece al dar clic en calcular, en la casilla de límite superior de intervalo de tiempo.

Los datos de temperatura externa e insolación que aparecen en la interfaz de usuario, figura F3, son resultados de los cálculos descritos en el código del software con la referencia respectiva de la tabla de Excel mencionada en el paso tres de la metodología de resolución de problemas en este anexo, se toma como base dichos datos del Excel y arroja los resultados de esta tabla en la interfaz

7) Razonamiento, verificación y discusión

Los resultados nos permiten observar que la mayor tasa de calor transferido ocurre a las 36 horas que corresponde a las 7pm del segundo día de análisis de la pared plana en las condiciones dadas, con un calor transferido de la pared de 21532 KWh.