

**PAPIME 2017-2018**



Universidad Nacional Autónoma de México

Dirección General de Cómputo y de Tecnologías  
de Información y Comunicación

**DGTIC**

Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación  
y Mejoramiento de la Enseñanza

**PE110517**



**FQ**

Trabajo realizado con el apoyo del  
Programa UNAM-DGAPA-PAPIME  
PE110517



# Manual para el docente del uso de las lecciones interactivas en Mathematica



**Lección 12 de 16: Convección natural.**



## Índice general

|   |    |
|---|----|
| 1. Presentación.....                                    | 4  |
| 2. Algunas consideraciones.....                         | 5  |
| 3. Contenido de la materia Transporte de Energía.....   | 6  |
| 4. Lección interactiva.....                             | 8  |
| 4.1 Objetivos.....                                      | 8  |
| 4.2 Contenido.....                                      | 9  |
| 4.3 Actividades sugeridas y uso de los simuladores..... | 10 |
| 4.4 Técnicas de enseñanza y de aprendizaje.....         | 14 |
| 4.5 Bibliografía.....                                   | 14 |



## Presentación

### Estimado docente de Ingeniería Química Metalúrgica...

El siguiente manual tiene como propósito orientarle en el uso de las lecciones interactivas. Estos son pequeños cuadernos diseñados para enriquecer la enseñanza y los aprendizajes, pues incluyen distintos recursos como teoría, imágenes y simuladores que benefician la explicación de determinados temas; y son generados a partir del Software Mathematica.

Es importante mencionar que la información que integra la lección interactiva parte del programa de la materia Transporte de Energía de la Facultad de Química de la UNAM.

En ese sentido, el presente manual indica la lección interactiva a trabajar, algunas actividades sugeridas, así como ejercicios a ser desarrollados mediante los simuladores. El docente podrá adecuarlas en función de las necesidades que presenten sus alumnos.

#### Recuerde que...

Puede acceder al programa vigente de Transporte de Energía en la siguiente URL. Para ello oprima la tecla Ctrl + click.

<https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2017/03/1533te.pdf>

## **Algunas consideraciones**

Las lecciones interactivas realizadas para los estudiantes de la licenciatura de Ingeniería Química Metalúrgica, tienen la característica de poder desarrollarse en diferentes modalidades: presencial, semipresencial, a distancia o en línea.

En este sentido los recursos que se consideran necesarios para su estudio son: contar con un equipo de cómputo y tener acceso tanto a internet como a la Red Universitaria de Aprendizaje RUA.

La unidad cuatro “Transporte de energía en presencia de convección”, se encuentra estructurada en cuatro lecciones interactivas. Es por ello que el tiempo sugerido para abordar la presente lección “Convección natural”, sean seis horas. Cabe aclarar que éste puede variar en función de la modalidad por la que se opte.



## Contenido de la materia Transporte de Energía

A continuación, se muestra una tabla con las unidades en las que se distribuye el contenido de la materia Transporte de energía. Esta presentación es una pequeña extracción del plan de estudios de la misma.

También se incluye el nombre de las lecciones interactivas de las cuales puede disponer para impartir los temas. El número total de éstas son 16 y fueron diseñadas para ser estudiadas una por semana.

Además, se refiere el formato en el que se encuentra el recurso.

| Unidad temática que cubre  | Nombre de la lección interactiva        | Formato  |
|--|---|----------|
| <b>Unidad 1. Introducción al transporte de energía en los procesos metalúrgicos y de materiales.</b> | Introducción. Ecuaciones de transporte. | Notebook |
|  | Solución de ecuaciones de transporte.   | Notebook |
|  | Coefficiente de transporte.             | Notebook |
|  | Paredes compuestas.                     | Notebook |
| <b>Unidad 2. Transporte de energía por conducción en estado estable.</b>                             | Generación interna.                     | Notebook |
|  | Repaso de conducción estacionario.      | Notebook |

|  |   |          |
|--|---|----------|
| <b>Unidad 3. Transporte de energía por conducción en estado inestable.</b> | No estacionario. Introducción.                                      | Notebook |
|  | Estado no estacionario con gradientes (coordenadas no cartesianas). | Notebook |
|  | Repaso de Conducción no estacionario.                               | Notebook |
| <b>Unidad 4. Transporte de energía en presencia de convección.</b>         | Convección. Introducción.   | Notebook |
|  | Convección forzada.   | Notebook |
|  | <b>Convección natural.</b>  | Notebook |
|  | Repaso. Convección.   | Notebook |
| <b>Unidad 5. Transporte de energía por radiación.</b>                      | Radiación. Introducción.  | Notebook |
|  | Radiación. Factores de visión.                                      | Notebook |
|  | Repaso. Radiación.  | Notebook |



## Lección interactiva 12 de 16

### Convección natural.



#### Objetivos

- Conocer los grupos de números adimensionales que se usan para calcular la transferencia de energía por convección natural.
- Conocer los criterios para determinar la correlación que debe utilizarse.
- Usar hojas de Excel para realizar cálculos de transferencia de calor por convección forzada, en tuberías y alrededor de objetos sumergidos.
- Usar los simuladores para realizar cálculos de transferencia de calor, por convección forzada, en tuberías y alrededor de objetos sumergidos.



## Contenido de la lección interactiva

La siguiente imagen representa la lección interactiva elaborada en el programa Mathematica. Es conveniente que la comparta con sus estudiantes para tener claridad en los temas que se abordarán.

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación**

---

•

---

Asignatura de Transporte de Energía  
Convección natural

---

• • •

Problema

Objetivos

Números adimensionales para la transferencia  
de energía por convección natural

Cilindro horizontal

Placas y cilindros verticales

Esferas

Correlaciones para otras geometrías

Bibliografía

---

 **DGTIC**  
Dirección General de Cómputo y de Tecnologías  
de Información y Comunicación 



## Actividades sugeridas y uso de los simuladores

Solicite que se revisen y comenten los objetivos que tiene la lección interactiva.

### Tema: CILINDRO HORIZONTAL

#### Actividades:

1. Resolver el ejercicio sobre Pérdida de calor por convección libre desde una tubería horizontal.

Estimar la velocidad de pérdida de calor por convección libre por unidad de longitud, de una tubería horizontal de 15 cm de diámetro externo, si la temperatura de la superficie es de 38 °C y el aire que la rodea está a 1 atm y 27 °C.

### Tema: PLACAS Y CILINDROS VERTICALES

#### Actividades:

1. Resolver el ejercicio.

Una placa cuadrada plana de cobre de 2.5 x 2.5 m y de 0.1 cm de espesor, se enfriará en posición vertical. La temperatura inicial de la placa es 90 °C con el fluido ambiente a 30 °C. Si el medio fluido es aire atmosférico, calcule:

- a) El Gr.
- b) El coeficiente de transferencia de calor inicial.
- c) La tasa inicial de transferencia de calor por convección.
- d) La tasa inicial de cambio de temperatura para la placa.

2. Realizar de nuevo el ejercicio, pero ahora considerando que el medio fluido es agua.
3. Comentar las semejanzas y diferencias de ambos casos.
4. Resolver el ejercicio.

Una placa cuadrada de 0.6 m X 0.6 m está en un cuarto a 30 °C. Una de las caras de la placa se encuentra a 90 °C, mientras que la otra está aislada. ¿Cuál es la tasa de transferencia de calor si la placa está horizontal con la cara caliente hacia abajo?

## **Tema: ESFERAS**

### **Actividades:**

1. Calcular la cantidad de energía transferida por un foco de diámetro de 10 cm a temperatura de 3000 °C, expuesto al aire a 20 °C.
2. Realizar de nuevo el ejercicio, pero ahora variando la temperatura del aire.

## **Tema: CORRELACIONES PARA OTRAS GEOMETRÍAS**

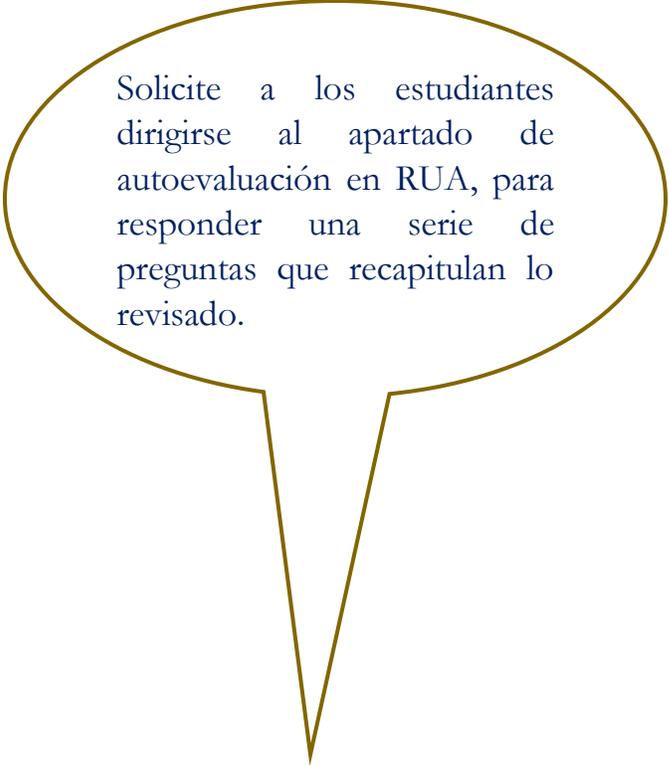
### **Actividades:**

#### **1. Resolver el ejercicio.**

Un disco horizontal de 1 m de diámetro gira en aire a 25 °C. Si el disco está a 100 °C, estimar el número de revoluciones por minuto al que la convección natural para el disco estacionario se vuelve menor de 10 % de la transferencia de calor para un disco rotatorio.

Sugerencia, en el caso de que el disco no gira, utilizar la correlación para una placa con los valores de perímetro y área correspondientes al caso del círculo.

Finalmente, haga mención de los principales temas que se abordaron de la lección interactiva a modo de síntesis y atienda las dudas que expongan los estudiantes.



Solicite a los estudiantes dirigirse al apartado de autoevaluación en RUA, para responder una serie de preguntas que recapitulan lo revisado.

Técnicas de  
enseñanza y  
aprendizaje

Expositiva

Cuestionamiento

Ejercicios

Diálogo

Uso de Excel



## Bibliografía

- [1] Bird, R. B.; Stewart, W. E & Lightfoot, E. N. (2006). *Fenómenos de transporte*. (2 ed.). México: Reverté ediciones, S.A. DE C.V.
- [2] Cengel, Y. & Turner, R. (2012). *Fundamentals of Thermal Fluid Sciences*. (4<sup>a</sup> ed.) Estados Unidos: McGraw-Hill Education.
- [3] Kreith F.; Manglik R. & Bohn, M. (2012). *Principios de transferencia de calor*. México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

