

PROGRAMA DE CURSO

FENÓMENOS DE TRANSPORTE

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Química Biotecnología y Materiales					
Nombre del curso	Fenómenos de transporte	Código	IQ3312	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Transport Phenomena</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	MA2002: Cálculo avanzado y aplicaciones, FI2001: Mecánica, CD2201: Módulo interdisciplinario					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes integren la base física de los fenómenos de transporte de movimiento, calor y masa, a partir de su origen molecular, para comprender la expresión matemática de estos fenómenos.

Para ello, los y las estudiantes son capaces de aplicar las ecuaciones de transferencia de movimiento, calor y masa para dar respuesta a problemas de transferencia en contextos profesionales e introducir a los estudiantes al análisis crítico de supuestos, evaluando sus potenciales efectos ambientales, sociales y económicos.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG) del perfil de egreso:

CE1: Concebir, dimensionar y diseñar conceptualmente procesos industriales, considerando prefactibilidad técnico-económica y aspectos sociales, normativos y de desarrollo sustentable.

CE2: Modelar y simular procesos industriales, aplicando herramientas de las ciencias, a fin de analizar la prefactibilidad técnica de los procesos.

CE4: Gestionar proyectos que involucren el uso de principios y recursos biológicos en áreas de la especialidad, tales como bioprocesos industriales, agroalimentos, recursos naturales, medioambiente y salud, entre otros.

CE7: Identificar oportunidades para el mejoramiento de procesos industriales a través del uso de conocimiento técnico y científico, considerando la sustentabilidad del proceso e integrando aspectos de innovación, tecnológicos, económicos, normativos, sociales y ambientales.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Ejecutar con su equipo de forma estratégica diversas actividades formativas propuestas, considerando la autogestión de sí mismo y la relación con el otro, asumiendo diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos y objetivos, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE4	RA1: Resuelve problemas de fenómenos de transporte, considerando los principios físicos de transferencia de calor, masa y movimiento, a fin de determinar la relación entre el comportamiento de fluidos en el medio ambiente y la operación de equipos de proceso.
CE2, CE4, CE7	RA2: Formula e implementa modelos de fenómenos de transporte para resolver problemas de transferencia en fluidos asociados a procesos industriales y ambientales, usando herramientas computacionales en el contexto profesional de la Ingeniería Civil Química e Ingeniería Civil en Biotecnología.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA3: Reporta, con criterios de claridad, concisión y precisión, avances, resultados y discusión sobre la modelación de fenómenos de transporte, evidenciando en su propuesta una línea de exposición/argumentación donde justifica la solución.
CG3	RA4: Analiza críticamente el impacto de sus decisiones profesionales en la propuesta de soluciones a problemas de fenómenos de transporte, considerando el impacto social, ambiental y económico de dichas decisiones.

CG4	RA5: Ejecuta las actividades y tareas conjuntas, mediante una planificación del quehacer, de la distribución de roles, un monitoreo y evaluación continua del propio desempeño como de cada miembro, para fortalecer el trabajo en equipo.
-----	--

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA3	Introducción a los fenómenos de transporte	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Nociones básicas de Fenómenos de Transporte. Transporte calor, masa, movimiento (ejemplos). 1.2. Mecanismos advectivo y difusivo de Transporte. 1.3. Criterios técnicos para organizar la información y buenas prácticas para reportar resultados a través de ejemplos de informes profesionales y presentaciones efectivas, claras y concisas.		El/la estudiante: 1. Identifica y analiza ejemplos de fenómenos de Transporte, considerando principios físicos asociados a la transferencia de calor, masa y movimiento. 2. Descompone un fenómeno de transporte observado en sus mecanismos advectivos y difusivos acoplados. 3. Elabora esquemas para organizar y estructurar un texto de manera coherente, a partir de ejemplos sobre reportes de fenómenos de transporte. 4. Analiza y corrige párrafos de informes o reportes del área de fenómenos de transporte, ajustándolos de acuerdo a criterios de claridad, concisión, precisión y coherencia.	
Bibliografía de la unidad		(1) capítulo 0. (2) capítulo 1.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA4	Transferencia de movimiento	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Derivada material. 2.2. Ecuación de continuidad. 2.3. Balance de Fuerzas. 2.4. La viscosidad. 2.5. Navier-Stokes. 2.6. Tensor de esfuerzo. 2.7. Transporte de movimiento y Navier – Stokes.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Lista y compara una serie de supuestos simplificadorios de un sistema de fluidos con el sistema real que se está analizando. 2. Relaciona la derivación matemática de la Ecuación de Continuidad con sus bases físicas, mediante balances de masa. 3. Utiliza el balance de fuerzas, considerando la derivación matemática de la Ecuación de Navier-Stokes con sus bases físicas. 4. Explica la naturaleza de la viscosidad y del esfuerzo viscoso, considerando conceptos fluidodinámicos y la ley de viscosidad de Newton. 5. Identifica fluidos newtonianos y no-newtonianos y su descripción con el modelo de Navier y Stokes. 6. Aplica el Tensor de Esfuerzo a ejemplos de fluidodinámica. 7. Simplifica la ecuación de Navier-Stokes para adaptar su uso a un problema, justificando sus resultados con argumentos claros y precisos. 8. Utiliza la ecuación diferencial de transferencia de movimiento para la resolución de problemas de flujo estable. 9. Argumenta sobre los supuestos técnicos adoptados para describir un fenómeno de transporte de movimiento, analizando críticamente sus efectos. 10. Utiliza una simplificación de la ecuación de Navier-Stokes para determinar el funcionamiento de un equipo real de transferencia de movimiento. 	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulos 1, 2 y 3. (2) Capítulos 3, 4, 5.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2	Transferencia de masa y energía: ecuaciones fundamentales	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Balances, flujos y flux. 3.2. Difusividad y Conducción: Leyes de Fourier y Fick. 3.3. Advección. 3.4. Ecuación de transferencia de calor y masa. 3.5. Equilibrio. 3.6. Gradiente y resistencias. 3.7. Condiciones de borde y múltiples fases. 3.8. Diferencias finitas.		El/la estudiante <ol style="list-style-type: none"> 1. Explica las diferencias entre flujo y flux, en el contexto de un análisis de un fenómeno global de transporte. 2. Relaciona las bases físicas con la derivación matemática de la ecuación de Transporte de Masa y Energía. 3. Explica el sentido físico de los términos de la ecuación de transporte de masa y energía, en más de una dimensión. 4. Plantea y resuelve ecuaciones de transferencia de masa y energía, analizando críticamente las soluciones obtenidas en el contexto de un problema fisicoquímico específico y sus condiciones ambientales. 5. Valida supuestos simplificadorios sobre los fenómenos físicos representados, analizando la importancia relativa de dos fenómenos o mecanismos de transferencia acoplados. 6. Resuelve la ecuación de transporte de masa y energía en dos dimensiones espaciales y tiempo, con la técnica de diferencias finitas. 7. Explica la similitud entre los fenómenos de transporte desde sus fundamentos moleculares. 	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulo 9, 17. (2) Capítulos 15, 16, 24 y 25.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3, RA4	Transferencia de masa y energía: ecuaciones simplificadas para el estado estacionario	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Coeficientes globales (h y kc). 4.2. Acople de resistencias al transporte: coeficiente global de transferencia multifase. 4.3. Adimensionales (Nusselt, Prandtl, Sherwood, Schmidt, Reynolds, Grashof). 4.4. Correlaciones del número de Nusselt. 4.5. Analogía de Chilton y Colburn. 4.6. Conducción en sólidos y fluidos estacionarios, en geometría plana y cilíndrica. 4.7. Transferencia de calor por convección. 4.8. Convección forzada y natural. 4.9. Ingeniería Responsable.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Utiliza la ecuación de transferencia de masa y energía adaptándola a distintas situaciones. Analiza el significado y representación de los números adimensionales. Estima el valor del coeficiente global de transferencia de calor (h) utilizando correlaciones entre números adimensionales. Usa la analogía de Chilton y Colburn en la estimación del valor del coeficiente global de transferencia de masa (kc). Estima el valor del coeficiente global de transferencia de calor multifase (U), dimensionando equipos de transferencia de calor en un nivel conceptual. Resuelve problemas de transferencia de masa y energía con estrategias basadas en adimensionales y ecuaciones simplificadas, analizando críticamente, según el contexto específico, los supuestos realizados y los resultados obtenidos Resuelve problemas de evaporación utilizando ecuaciones simplificadas de transferencia de masa y calor, y el calor latente de cambio de fase. Resuelve problemas de absorción utilizando ecuaciones simplificadas de transferencia de masa en dos fases. Analiza críticamente el impacto de sus decisiones en las propuestas de solución a problemas de transferencia, considerando el impacto social, ambiental y económico. 	
Bibliografía de la unidad		(1) capítulos 10, 11, 21 y 22. (2) Capítulo 19, 20, 21, 26, 28 y 29.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA2, RA3, RA4, RA5	Modelación de problemas de transferencia	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Modelación computacional de problemas de transferencia. 5.2. Escritura de informes técnicos y reporte de resultados. 5.3. Evaluación de desempeño.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Elabora un modelo de base fenomenológica de un equipo, problema industrial, biotecnológico, o ambiental y lo implementa computacionalmente utilizando conceptos de movimiento, masa y energía. 2. Diseña una solución para un problema real, mejorando la operación de un equipo industrial o dimensionando un equipo de transferencia, argumentando sobre las decisiones tomadas desde el ejercicio responsable de la Ingeniería. 3. Escribe reportes breves para informar los avances y resultados de su propuesta del modelo de fenómenos de transporte. 4. Evalúa el desempeño de los integrantes de su equipo y el propio al desarrollar las actividades, argumentando sobre el nivel de responsabilidad, el aporte técnico y la capacidad de comunicación y escucha activa. 	
Bibliografía de la unidad		(3) texto completo.	

E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas.
- Desarrollo de un proyecto grupal.
- Exposiciones (se ejercita, evalúa y retroalimenta en el proyecto grupal).
- Redacción de informes (se ejercita, evalúa y retroalimenta en el proyecto grupal).

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del curso el cuerpo académico a cargo informará sobre el tipo de evaluación a realizar, la cantidad y ponderaciones correspondientes.

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

- Controles (2).
- Informes y presentación (proyecto grupal de modelación).
- Coevaluaciones y autoevaluación (proyecto).
- Examen.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Bird, R.B., Stewart, W.E. y Lightfoot, E.N. (2007). Transport Phenomena. John Wiley & Sons Inc., 2nd Ed.
- (2) Welty, J.R. Wicks, C.E., Wilson R.E., Rorrer G. (2001). “Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer”, John Wiley & Sons Inc., 4th Ed.
- (3) Opencourseware, MIT. (2014). “Transport Phenomena in Materials Engineering”, “Transport Processes” and “Transport Processes in the environment”. <http://ocw.mit.edu/>.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Felipe Díaz Alvarado
Validado por:	Validador académico par: Humberto Palza CTD de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales (IQBM)
Revisado por:	Área de Gestión Curricular