

## PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
IQ3202	FENÓMENOS DE TRANSPORTE			
Nombre en Inglés				
Transport Phenomena				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3,0	1,5	5,5
Requisitos			Carácter del Curso	
<ul style="list-style-type: none"> <li>FI2001, MA2601, MA2002, CC1001, FI2004/CM2004</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Electivo de otras Licenciaturas</li> <li>Obligatorio Licenciatura en Ingeniería Química y Biotecnología</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultados de Aprendizaje</li> </ul>				
<p>Al final del curso el estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Integra los principios de transferencia de calor, masa y movimiento, para justificar la operación de equipos de proceso y otros sistemas de interés.</li> <li>Crea y usa un modelo basado en variables reales, para responder un problema en contexto profesional.</li> <li>Analiza críticamente el impacto de sus decisiones en la solución de problemas de transferencia.</li> <li>Estructura sus soluciones utilizando CDIO.</li> </ol>				

Metodología Docente	Evaluación General
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Clases expositivas.</li> <li>-Desarrollo de proyecto grupal.</li> <li>-Presentaciones grupales.</li> <li>-Aprendizaje en equipo.</li> <li>-Grupos de discusión.</li> <li>-Laboratorios (CEC) (módulos de trabajo generacional).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Instancias evaluativas</li> <li>• 5 Actividades coevaluadas</li> <li>• 2 Tareas individuales</li> <li>• Proyectos de diseño grupales (Informes y presentaciones)</li> <li>• Autoevaluación y coevaluación (no incluida en planilla de notas)</li> <li>• 1 Examen Final</li> </ul>

## Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Introducción	1
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nociones básicas de Fenómenos de Transporte.</li> <li>Mecanismos de Transporte.</li> <li>Organización del trabajo del semestre.</li> <li>Buenas prácticas: estructura de informes profesionales y presentaciones.</li> </ul>	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explica qué son los Fenómenos de Transporte.</li> <li>Identifica dónde están presentes los Fenómenos de Transporte.</li> <li>Divide un fenómeno observado en diferentes mecanismos de transporte acoplados.</li> <li>Estructura su equipo de trabajo.</li> <li>Organiza sus ideas para la creación de informes y presentaciones.</li> </ul>	

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Transferencia de movimiento	5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivada material.</li> <li>• Ecuación de continuidad.</li> <li>• Balance de Fuerzas.</li> <li>• La viscosidad.</li> <li>• Navier-Stokes.</li> <li>• Tensor esfuerzo.</li> <li>• Casos especiales: Hidrostática. Bernoulli. Hagen-Poiseuille.</li> <li>• Adimensionales(Euler, Fraude, Reynolds).</li> <li>• CDIO.</li> <li>• Diferencias finitas.</li> </ul>	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece hipótesis para la solución de un problema.</li> <li>• Construye un protocolo de solución de un problema con las etapas de CDIO.</li> <li>• Planifica el tiempo y profundidad de sus tareas.</li> <li>• Relaciona las bases físicas y la derivación matemática del Principio de Conservación de Masa y la Ecuación de continuidad.</li> <li>• Argumenta el significado físico de cada término en la Ecuación de Continuidad.</li> <li>• Relaciona las bases físicas y la derivación matemática del Principio de Conservación de movimiento, con un balance de fuerzas.</li> <li>• Explica la naturaleza de la Viscosidad y su rol en la Ec. de Navier-Stokes.</li> <li>• Aplica el tensor Esfuerzo en ejemplos de fluidodinámica.</li> <li>• Simplifica justificadamente la ecuación de Navier-Stokes para adaptar su uso a condiciones especiales: Hidrostática, Bernoulli y Hagen-Poiseuille.</li> <li>• Discute el origen y</li> </ul>	

	<p>significado físico de números adimensionales relevantes.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utiliza la ecuación diferencial de transferencia de movimiento para resolver problemas de flujo estable.</li><li>• Construye soluciones de Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales con herramientas de diferencias finitas.</li><li>• Plantea hipótesis simplificadoras para enfrentar problemas complejos. Compara términos y su relevancia relativa.</li><li>• Selecciona expresiones para representar el funcionamiento de un equipo real, que involucre transporte de movimiento.</li></ul>	
--	---	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3.1	Transferencia de masa y energía: análisis diferencial parcial	3
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> <li>Balances, flujos y flux. Densidad de flujo y velocidad media, definiciones.</li> <li>Formulación de ecuación de transferencia de energía y masa.</li> <li>Difusividad y Conducción (Fourier y Fick).</li> <li>Advección.</li> <li>Transporte multidimensional.</li> <li>Equilibrio y capa límite.</li> <li>Gradiente y resistencias.</li> <li>Condiciones de borde y multifases.</li> </ul>	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explica las diferencias entre flujo y flux.</li> <li>Conecta las bases físicas y la derivación matemática de la ecuación de Transporte de Masa y Energía.</li> <li>Explica el sentido físico de los términos de la ecuación de transporte de masa y energía, en más de una dimensión.</li> <li>Critica soluciones que involucran transferencia de masa y energía, en conexión con el contexto.</li> <li>Concluye la importancia relativa de dos fenómenos o mecanismos de transferencia acoplados.</li> <li>Resuelve la ecuación de transporte de masa y energía en dos dimensiones espaciales y tiempo, con la técnica de diferencias finitas.</li> </ul>	

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3.2	Transferencia de masa y energía: análisis global	3
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coeficientes globales (<math>h</math> y <math>k_c</math>).</li> <li>• Acople de resistencias al transporte: coeficiente global de transferencia multifases.</li> <li>• Adimensionales (Nusselt, Prandtl, Sherwood, Schmidt, Biot y Fourier).</li> <li>• Conducción en sólidos y fluidos estacionarios, en geometría plana y cilíndrica.</li> <li>• Transferencia de calor por convección.</li> <li>• Convección forzada y natural.</li> <li>• La <i>Buena Ingeniería</i>.</li> </ul>	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adapta la ecuación de transferencia de masa y energía a distintas situaciones.</li> <li>• Comprende el significado físico de números adimensionales relevantes.</li> <li>• Diagnostica mecanismos relevantes de transporte con el uso de adimensionales.</li> <li>• Estima el valor del coeficiente global de transferencia en multifases (<math>U</math> o <math>U_m</math>) y lo utiliza para dimensionar equipos de transferencia en un nivel conceptual.</li> <li>• Resuelve problemas de transferencia de masa y energía, usando estrategias basadas en adimensionales y ecuaciones simplificadas, criticando las implicancias posibles de sus supuestos en función del contexto.</li> <li>• Evalúa, en un nivel conceptual, diferentes soluciones y sus impactos en función del contexto.</li> <li>• Incorpora criterios de complejidad en sus juicios.</li> </ul>	

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Propiedades del Transporte Molecular	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Predicción de la viscosidad, conductividad térmica y difusividad en gases, líquidos y sólidos.</li> <li>• Predicción de parámetros de transporte convectivo.</li> <li>• Adaptación de fenomenología a diferentes regímenes de flujo.</li> </ul> <p>Nota: Esta unidad es abarcada, principalmente, en proyectos grupales.</p>	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecciona información y correlaciones, y las compone, para estimar parámetros físico-químicos relevantes en problemas de transporte.</li> <li>• Selecciona fenómenos y decide expresiones para representar la operación de un equipo real, de acuerdo a sus características fenomenológicas y geométricas.</li> <li>• Se plantea críticamente sobre su propio trabajo y las posibles soluciones.</li> </ul>	

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	Analogías entre mecanismos de transporte e integración de lo aprendido	1
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analogía molecular.</li> <li>• Parámetros adimensionales de semejanza (Chilton-Colburn).</li> </ul>	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica la similitud entre los fenómenos de transporte con argumentos moleculares.</li> <li>• Usa la analogía de Chilton y Colburn para estimar el valor de coeficientes globales de transferencia.</li> <li>• Plantea el transporte de otras entidades (diferentes a la masa, energía y movimiento).</li> <li>• Integra sus conocimientos de Transporte de movimiento, masa y energía, para crear un modelo de base fenomenológica de un equipo.</li> <li>• Diseña una solución de un problema real, usando estrategia CDIO y juzgando sus decisiones desde la Buena Ingeniería.</li> </ul>	



### Bibliografía General

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

Vigencia desde:	2014
Elaborado por:	Daniela Adán y Felipe Díaz Alvarado
Validado por:	Andrea Rodríguez y Andrés Monares
Revisado por:	Francisco Gracia