Guía docente de la asignatura

Fenómenos de Transporte (M43/56/5/1)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 03/07/2025

Máster	Máster Universitario en Ingeniería Química
MÓDULO	Ingeniería de Procesos y Productos
RAMA	Ingeniería y Arquitectura
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Primero	**Créditos**	6	**Tipo**	Obligatorio	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

En el caso de utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de las mismas. Se deben seguir las recomendaciones contenidas en el documento de "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial en la UGR" publicado en esta ubicación:
https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenidoo

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Mecanismo de transporte molecular y estimación de las difusividades del transporte de cantidad de movimiento, calor y materia. Cálculo de distribuciones de velocidad, temperatura y concentraciones. Turbulencia. La capa límite. Transporte convectivo. Coeficientes de transporte. Analogías entre los transportes de cantidad de movimiento, calor y materia.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:26
Código seguro de verificación (CSV): 62C1D4286E342ED8C4FA88F0327486B5 Pág. 1 de 6

investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.
- CG05 - Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos.
- CE02 - Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT03 - Elaborar y escribir informes y otros documentos de carácter científico y técnico.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 62C1D4286E342ED8C4FA88F0327486B5
05/05/2026 - 11:26
Pág. 2 de 6

resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.
- CG05 - Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos.
- CE02 - Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT03 - Elaborar y escribir informes y otros documentos de carácter científico y técnico.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Adquirir los conocimientos fundamentales del transporte de una propiedad extensiva, tanto de forma general como particularizada a los casos del transporte de cantidad de movimiento, calor y materia.
- Entender los mecanismos de transporte molecular y convectivo, resaltando en todo momento las similitudes que existen entre los transportes de cantidad de movimiento, energía y materia.
- Enunciar y desglosar las leyes de conservación, tanto en su forma diferencial como en su forma integral, particularizando en casos concretos.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 62C1D4286E342ED8C4FA88F0327486B5
05/05/2026 - 11:26
Pág. 3 de 6

- Cuantificar la velocidad de transferencia a través de las leyes del transporte molecular y aplicarla a la obtención de las distribuciones de velocidad, temperatura y concentración en sólidos o durante el flujo laminar de un fluido, en régimen estacionario y transitorio.
- Estimar las propiedades del transporte molecular mediante teorías o correlaciones empíricas.
- Entender el concepto de promedio temporal y fluctuación de propiedades y aplicarlos en las ecuaciones de conservación.
- Entender las teorías fenomenológicas de la turbulencia y la teoría de la capa límite.
- Utilizar los conceptos de coeficientes individual y global de transporte para evaluar la velocidad de transferencia convectiva de una propiedad en una fase o a través de una interfase y aplicarlo al diseño de operaciones y procesos de la Ingeniería Química.
- Aplicar el análisis dimensional en la estimación de los coeficientes de transporte.
- Enunciar y aplicar las analogías entre fenómenos de transporte.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

BLOQUE I: INTRODUCCION A LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE -TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO

1. Introducción a los fenómenos de transporte: Fenómenos de transporte en Ingeniería Química. Niveles de descripción de los fenómenos de transporte. Nomenclatura.
2. Viscosidad y mecanismos de transporte de cantidad de movimiento: Ley de viscosidad de Newton. Generalización de la ley de Newton. Dependencia de la viscosidad con la presión y la temperatura. Transporte de cantidad de movimiento por convección.
3. Balances de cantidad de movimiento en envolturas y distribuciones de velocidad para flujo unidimensional en régimen laminar en estado estacionario: Balances de cantidad de movimiento en envolturas y condiciones límite. Flujo de una película descendente. Flujo a través de un tubo circular. Flujo entre dos tubos concéntricos. Flujo de dos fluidos inmiscibles adyacentes.
4. Ecuaciones de conservación en sistemas isotérmicos: Ecuación de continuidad total. Ecuación de movimiento. Ecuaciones de conservación en términos de la derivada sustancial. Uso de las ecuaciones de conservación para la resolución de problemas. Análisis dimensional de las ecuaciones de conservación.
5. Transporte de cantidad de movimiento en flujo turbulento: Introducción al flujo turbulento. Ecuaciones de conservación promedias. Introducción a los coeficientes de transporte individuales y globales. Coeficiente de transporte de cantidad de movimiento y factor de fricción.

BLOQUE 2: TRANSFERENCIA DE MASA

6. Fundamentos y conceptos generales de la transferencia de masa. Primera ley de Fick de la difusión. Velocidades de las especies en difusión. Cálculo de difusividades. Segunda ley de Fick para la difusión.
7. Ecuaciones de continuidad para distintas geometrías. Condiciones de contorno más comunes. Etapas para la resolución de problemas de difusión. Difusión molecular en estado estacionario.
8. Difusión molecular en estado estacionario con reacción química. Reacción química heterogénea. Reacción química homogénea.
9. Difusión molecular en estado no estacionario. Métodos de separación de variables y transformadas de Laplace. Difusión molecular en estado no estacionario en medio finito

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 62C1D4286E342ED8C4FA88F0327486B5
05/05/2026 - 11:26
Pág. 4 de 6

en condiciones de resistencia superficial despreciable. Gráficos concentración-tiempo para geometrías simples.

BLOQUE 3: TRANSFERENCIA DE CALOR

10. Transporte por conducción. Conductividad térmica, cálculo y estimación. Ecuaciones para sistemas no isotérmicos. Conducción con generación. Conducción en estado no estacionario multidimensional.
11. Transporte convectivo. Coeficientes de transporte. Convección forzada y libre. Coeficientes de convección en distintas geometrías.
12. Analogías entre transporte de cantidad de calor y transporte de materia y cantidad de movimiento.

PRÁCTICO

Seminarios/Talleres
Desarrollo de ejercicios aplicados con MatLab/Octave para transporte de cantidad de movimiento y calor.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Fenómenos de Transporte, 2ª Edición. R.B. Bird, W.E. Stewart y E.N. Lightfoot, Limusa Wiley (2012).
- Advances Transport Phenomena, Analysis, modelling and computations. P.A. Ramachandran, Ed. Cambridge University Press (2014).
- Operaciones básicas de la ingeniería química. V. Bravo Rodríguez et al. (1997, 2003).
- Ingeniería química. vol 2. Fenómenos de Transporte. E. Costa Novella et al., Ed. Alhambra Universidad (1984).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Perry´s Chemical Engineers' Handbook, 8th Ed. McGraw-Hill (2008).
- Coulson & Richardson's Chemical engineering. vol 1. Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer, 6ª Ed. Coulson et al., Butterworth-Heinemann (1999).
- Transport phenomena fundamentals, 2nd Ed. Joel L. Plawsky, CRC Press – Marcel Dekker (2009).
- Transport phenomena, 2nd Ed. W. J. Beek et al., McGraw-Hill (1999).
- Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, 6th Ed. J. Welty et al., Wiley (2015).
- Transferencia de calor. Holman, J. McGraw-Hill Interamericana de España, (2002).
- Principles of heat and mass transfer (7th ed.). Incropera, F. John Wiley & Sons, (2013).

ENLACES RECOMENDADOS

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 11:26
Código seguro de verificación (CSV): 62C1D4286E342ED8C4FA88F0327486B5 Pág. 5 de 6

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD03 Prácticas de laboratorio o de ordenador
- MD04 Realización de trabajos

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

Trabajos y actividades de clase, 50% (Competencias: CG1, CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG5, CT3, CE1, CE2):

- Transporte de cantidad de movimiento: 1 punto
- Transferencia de masa: 1.67 puntos
- Transferencia de calor: 2.33 puntos

Pruebas escritas, 50% (Competencias: CG1, CG5, CB6, CB9, CE1, CE2)

- Transporte de cantidad de movimiento: 2.33 puntos
- Transferencia de masa: 1.67 puntos
- Transferencia de calor: 1 punto

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- Prueba teórico-práctica sobre todo el contenido impartido, 70%
- Prueba escrita sobre los trabajos/seminarios y prácticas desarrollados, 30%

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- Prueba teórica sobre el temario detallado de la asignatura, 50%
- Prueba práctica sobre el temario detallado de la asignatura, 50%

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 62C1D4286E342ED8C4FA88F0327486B5
05/05/2026 - 11:26
Pág. 6 de 6