



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario

Rosario, 14 de diciembre de 2023.-

VISTO el Expediente ID N° 8156526, relacionado con la presentación del Programa Analítico de la asignatura "Fenómenos de Transporte", correspondiente a la carrera Ingeniería Química – Plan 2023, y

CONSIDERANDO

Que la presentación realizada obedece a la implementación del nuevo Diseño Curricular aprobado por el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional – Ordenanza CSU 1875.

Que dicho Programa Analítico cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza analizó el Expediente y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura "Fenómenos de Transporte" de la carrera Ingeniería Química– Plan 2023, que se agrega como Anexo I de la presente resolución.

ARTÍCULO 2°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN N° 735

UTN
FRRo
C.D.
S.R.

Ing. Rubén Fernando CICCARELLI
Decano

Ing. Antonio Luis MUIÑOS
Secretario Académico

<p>Carrera: Ingeniería Química</p> <p>Asignatura: Fenómenos de Transporte</p> <p>Programa analítico - Plan 2023 (Ord. N° 1875)</p>
--

Datos administrativos de la asignatura			
Nivel en la carrera:	III	Modalidad de dictado:	Anual
Plan:	2023	Tipo de asignatura:	De la especialidad
Bloque de conocimiento:	Tecnologías aplicadas		
Área de conocimiento:	Especialidad		
Carga horaria presencial semanal:	5 hs. cátedra	Carga horaria total:	120 hs. reloj
Carga horaria no presencial semanal:	0 hs. reloj	% de horas reloj no presenciales:	0 %

Asignaturas correlativas previas
<p>Para cursar y rendir debe tener cursada/s:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Introducción a Equipos y Procesos — Análisis Matemático II — Física II <p>Para cursar y rendir debe tener aprobada/s:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Álgebra y Geometría Analítica — Análisis Matemático I — Química

Asignaturas correlativas posteriores
<p>Asignatura/s que la requieren cursada:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Operaciones Unitarias I — Tecnología de la Energía Térmica — Operaciones Unitarias II — Ingeniería de las Reacciones Químicas — Procesos Biotecnológicos <p>Asignatura/s que la requieren aprobada:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Proyecto Final

Presentación. Fundamentación.
<p>El estudio y profundización de los Fenómenos de Transporte proporciona al Ingeniero las herramientas para abordar conceptualmente las transferencias de momento, calor y materia, para su posterior aplicación tanto en el análisis de las operaciones unitarias específicas como al desarrollo de los procesos que las utilizan. Se estudian las leyes de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía, mecanismos de transferencia y sus velocidades, utilizando modelos que permiten resolver los balances microscópicos y macroscópicos correspondientes.</p>

Esta asignatura se encuentra ubicada en el tercer nivel, resultando ser un nexo entre los conocimientos que se adquieren a nivel de ciencias básicas con los que posteriormente se aplicarán en las asignaturas correspondientes a la especialidad. Por lo tanto, es un propósito que el alumno se forme utilizando los conocimientos adquiridos en las asignaturas correlativas precedentes (Álgebra y Geometría Analítica, Análisis Matemático I y II, Física I y II, y Química), los relacione entre sí y obtenga soluciones generales y/o particulares, que luego podrá aplicar en las siguientes etapas de la carrera y en su ocupación profesional como egresado. Contribuye al desarrollo de las actividades reservadas de la profesión y al perfil de egreso, iniciando al alumno en el diseño y cálculo de equipos, así como también perfeccionando sus habilidades de comunicación para relacionarse e interactuar con sus pares.

Objetivos establecidos en el DC

- Analizar los fenómenos de transporte de cantidad de movimiento, energía y masa para ser aplicados en balances microscópicos y macroscópicos.
- Estimar propiedades de transporte para su aplicación en operaciones unitarias.

Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

Competencias genéricas tecnológicas (CG):

CG.1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

Nivel de aporte

Alto

CG.4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

Medio

Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)

Nivel de aporte

CG.6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Medio

CG.7. Comunicarse con efectividad.

Medio

CG.9. Aprender en forma continua y autónoma.

Alto

Competencias específicas de la carrera

Nivel de aporte

CE.1. Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.

Medio

CE.2. Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.

Bajo

Contenidos mínimos establecidos en el DC

- Fluidos. Transporte de cantidad de movimiento, energía y masa.
- Balances microscópicos. Ecuaciones de variación o cambio.
- Transporte en el límite de una fase.
- Coeficientes de transporte.
- Correlaciones.
- Análisis dimensional.

Contenidos desarrollados

Eje conceptual N° 1. Mecanismos de transporte y predicción de propiedades (10 horas reloj).

Contenidos: Conceptos de equilibrio y evolución. Fuerza impulsora y resistencias. Caracterización de flujos de fluidos: laminares y turbulentos, compresibles e incompresibles. Regímenes estacionarios y transitorios. Teoría general del transporte molecular de cantidad de movimiento, energía calorífica y materia. Ley de Newton, Ley de Fourier y Ley de Fick. Mecanismos de transporte de energía calorífica: conducción, convección y radiación. Influencia de la presión, temperatura y composición sobre la viscosidad, la conductividad térmica y la difusividad de materia. Estimación de las propiedades de transporte.

Eje conceptual N° 2. Balances envolventes y ecuaciones diferenciales para sistemas isotérmicos de fluidos puros (15 horas reloj).

Contenidos: Balances de materia y cantidad de movimiento en envolturas en estado estacionario. Conceptos de derivadas parcial, total y sustancial. Notación vectorial y tensorial. Aplicaciones a la obtención de perfiles de velocidad y esfuerzos de corte en régimen laminar en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas a sistemas de flujo en estado estacionario. Condiciones límites. Número de Reynolds. Ecuación de Hagen-Poiseuille. Flujo Couette. Ecuación de continuidad. Ecuación del movimiento. Simplificaciones: Navier-Stokes, Euler y régimen de Stokes. Ecuación de la energía mecánica.

Eje conceptual N° 3. Balances envolventes y ecuaciones diferenciales para sistemas no-isotérmicos. Fluidos puros (15 horas reloj).

Contenidos: Balances en envolturas para energía calorífica. Condiciones límites. Conducción con y sin generación interna. Envolturas simples y compuestas. Distribuciones de temperaturas en envolturas. Coeficientes de transmisión del calor en interfases. Ecuaciones diferenciales para la transmisión del calor: Ecuaciones de la energía mecánica, calorífica y total. Distribuciones de temperatura. Formas especiales y simplificadas de las ecuaciones. Convección forzada y libre. El concepto de radio crítico. Superficies extendidas.

Eje conceptual N° 4. Balances envolventes y ecuaciones diferenciales para sistemas multicomponentes (13 horas reloj).

Contenidos: Balances en envolturas para mezclas binarias. Aplicaciones: difusión en estado estacionario en medio estanco, contradifusión equimolar, difusión con reacción química homogénea y heterogénea, absorción en película descendente. Ecuación de Continuidad en mezclas binarias. Ecuaciones de variación para sistemas binarios y de varios componentes. Condiciones límites. Formas especiales y simplificadas. Aplicaciones.

Eje conceptual N° 5. Transporte de energía por radiación térmica (10 horas reloj).

Contenidos: Energía radiante, conceptos. Poder emisor de los cuerpos. Concepto de cuerpo negro. Emisividad. Cuerpo gris. Leyes de Stefan-Boltzmann, Planck y Wien. Radiación entre

superficies. Factores de visión. Factores de intercambio. Intercambio de energía entre cuerpos grises. Pantallas de radiación. Emisividad de gases.

Eje conceptual N° 6. Análisis dimensional, turbulencia y capa límite (10 horas reloj).

Contenidos: Análisis dimensional de las ecuaciones de variación (continuidad, movimiento y energía calorífica). Números adimensionales. Turbulencia: Flujo turbulento, características. Ecuaciones empíricas del perfil de velocidad. Capa límite: Concepto de capa límite, efectos de las superficies. Capa límite hidrodinámica, térmica y de masa. Desarrollo de la capa límite. Longitud de entrada. Separación de capa límite. Relaciones entre las capas límite. Números de Prandtl y Schmidt.

Eje conceptual N° 7. Transporte en interfases y balances macroscópicos en sistemas isotérmicos. Fluidos puros (15 horas reloj).

Contenidos: Definición del factor de fricción, relación con el Número de Reynolds. Métodos de estimación. Factor de fricción en conductos y alrededor de objetos sumergidos. El coeficiente de arrastre alrededor de un objeto sumergido. Resistencia de fricción y de forma. Balances macroscópicos de materia, de cantidad de movimiento y energía mecánica aplicados a diagramas de flujo simples de plantas de proceso. Expresiones para estado estacionario. Estimación de pérdidas por fricción en tuberías y accesorios. Ecuaciones de Fanning y Darcy-Weisbach. Diagrama de Moody. Usos y aplicaciones.

Eje conceptual N° 8. Transporte en interfases y balances macroscópicos en sistemas no isotérmicos. Fluidos puros (17 horas reloj).

Contenidos: Análisis del perfil de temperatura en fluidos en movimiento. Diferencia media de temperatura, tipos. Definición del coeficiente de transferencia de calor. Número de Nusselt. Coeficientes globales. El problema de Graetz. Convección forzada y libre. Determinación de los coeficientes de transmisión del calor para fluidos por el interior de conductos y alrededor de objetos sumergidos. Correlaciones utilizadas. Condensación. Evaporación. Balances macroscópicos de Energía. Introducción al cálculo de superficies de intercambio de calor.

Eje conceptual N° 9. Transporte en interfases y balances macroscópicos en sistemas multicomponentes (15 horas reloj).

Contenidos: Concepto de equilibrio entre fases. Coeficientes de transferencia de materia, individuales y globales. Predicción de coeficientes de transferencia. Teoría de la doble película. Ejemplos y aplicaciones. Los balances macroscópicos de materia, cantidad de movimiento, energía y energía mecánica para sistemas multicomponentes. Analogías entre transporte de cantidad de movimiento, energía calorífica y materia.

Bibliografía obligatoria

- Bird R. B., Stewart, W. E. & Lightfoot, R. N. (2002). Fenómenos de transporte. Buenos Aires: Reverté.
- Bird R. B., Stewart, W. E. & Lightfoot, R. N. (2006). Fenómenos de transporte. (2ª. ed.). Mexico: Limusa Wiley.
- Geankoplis, C. J. (1999). Procesos de transporte y operaciones unitarias. (3ª. ed.). Mexico: CECSA Welty.
- J. R., Wilson, R. E., & Wicks, C. E. (2008). Fundamentos de la transferencia de momento, calor y masa. Mexico: Limusa Wiley

Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura

- Bennet, C. O. & Myers, J. E. (1979). Transferencia de cantidad de movimiento, calor y materia I. Buenos Aires: Reverté.
- Bennet, C. O. & Myers, J. E. (1979). Transferencia de cantidad de movimiento, calor y materia II. Buenos Aires: Reverté.
- Bird, R. B., Stewart, W. E., Lightfoot, E. N. & Klingenberg, D. J. (2015). Introductory transport phenomena.

Estados Unidos: Wiley.

Cengel, Y. A. & Cimbala, J. M. (2006). Mecánica de los fluidos: fundamentos y aplicaciones. México: McGraw-Hill 2006

Cengel, Y. A. & Ghajar, A. J. (2007). Fundamentos de transferencia de calor y masa. México: McGraw-Hill

Incropera, F. P. & De Witt, D. (1999). Fundamentos de transferencia de calor. (4a Ed.). México: Pearson.

McCabe, W.L., Smith, J.C. & Harriot, P. (2007) Operaciones unitarias en ingeniería química. México: McGraw-Hill

Green, D. W. (Ed.) & Perry R. H. (Ed.) (1986). Manual del ingeniero químico (3a. ed.). México: McGraw-Hill

Treybal, R. E. (1981). Operaciones de transferencia de masa (2a. ed.). México: McGraw-Hill

Van den Akker, H. & Mudde, R. (2023). Mass, momentum and energy transport phenomena: A consistent balances Approach. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783111246574>

Wong, H. Y. (1981). Manual de fórmulas y datos esenciales de transferencia de calor para ingenieros. Buenos Aires: Géminis

Metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación

El equipo docente diseña e implementa estrategias de aprendizaje activas y centradas en el estudiantado orientadas al desarrollo de las competencias de egreso, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el apartado 6 del Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Química. Se configuran también estrategias de evaluación formativas y sumativas, enunciándose las formas e instrumentos de evaluación a utilizar para poder acreditar el desarrollo de las competencias indicadas en los niveles esperados. A los efectos, se especifican las modalidades de aprobación directa, aprobación no directa (regularización) y examen final de la asignatura. Estos apartados se describen en detalle en el plan anual de actividades de la asignatura.