



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

EXPTE-UNC:0050346/2019

CÓRDOBA, 127 FEB 2020

VISTO:

El presente expediente por el cual se solicita la autorización para el dictado del Curso de Posgrado: "FENÓMENOS DE DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE MASA"; y

CONSIDERANDO:

Que el perfeccionamiento continuo implica actualizar permanentemente los conocimientos, fundamentando nuevos criterios y requerimientos;

Que el Curso cuenta con el aval de la Escuela de Cuarto Nivel, de la Dirección de la carrera de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería y de la Secretaría Académica Investigación y Posgrado Área Ingeniería;

La autorización conferida por el H. Consejo Directivo, Texto Ordenado Resolución N° 1099-T-2009;

EL DECANO DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
RESUELVE:

Art. 1º.- Autorizar el dictado del Curso de Posgrado "FENÓMENOS DE DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE MASA", de 60 (sesenta) horas, a dictarse en los meses Mayo y Junio de 2020, con evaluación final y autorizar el cobro de los siguientes aranceles:

- Estudiantes del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería: NO ARANCELADO.
- Estudiantes de otras carreras de posgrado: PESOS SEISCIENTOS C/00/100 (\$600).
- Otros participantes: PESOS DOS MIL C/00/100 (\$2.000).

Art. 2º.- Designar como disertantes a:

- Dr. Nicolás Alberto GAÑÁN.
- Dra. María Laura GOÑI.
- Dra. Ivana María MAGARIO.
- Dr. Gerardo Oscar PISONI.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

EXPTE-UNC:0050346/2019

Art. 3º).- Designar como Tribunal Examinador a:

- Dr. Nicolás Alberto GAÑÁN.
- Dra. María Laura GOÑI.
- Dra. Ivana María MAGARIO.

Art. 4º).- Otorgar a este Curso validez para la Carrera del DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA.

Art. 5º).- Aprobar el Programa de Actividades y Temario a desarrollar, que como ANEXO I (que consta de 7 fojas) forma parte de la presente Resolución.

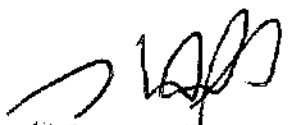
Art. 6º).- Designar como Responsable Académico y Administrador de los fondos al Dr. Nicolás Alberto GAÑÁN.

Art. 7º).- Deberá cumplimentarse lo establecido por la Ordenanza 4-HCS-95 y su modificatoria y la Resolución 307-HCD-96.


Art. 8º).- La Unidad Ejecutora de los fondos será el Área Económico Financiera de esta Facultad.

Art. 9º).- El Responsable Académico y Administrador de los fondos elevará dentro de los treinta días de finalizado el Curso, el Informe Académico y el Informe Financiero correspondiente.

Art. 10º).- Dese al Registro de Resoluciones, comuníquese al Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, al Área Económico Financiera, dese cuenta al H. Consejo Directivo y gírense las presentes actuaciones a la Secretaria Académica Investigación y Posgrado Área Ingeniería a fin de notificar a los interesados.

  
 Prof. Ing. DANIEL LAGO  
 SECRETARIO GENERAL  
 Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
 Universidad Nacional de Córdoba



  
 Ing. Pablo G. RECABARREN  
 DECANO  
 Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales  
 Universidad Nacional de Córdoba

RESOLUCION N° 98

98

REVISADO

13

INQ FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

v. Vélez Sarsfield 1600

5016 CORDOBA - República Argentina

ÁREA OPERATIVA



PLANILLA RESUMEN PARA SOLICITUD DE AUTORIZACION DE  
ACTIVIDADES EXTRA-CURRICULARES (CURSOS, SEMINARIOS, ETC.)

DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD:

**FENÓMENOS DE DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE MASA**

COMISIÓN O UNIDAD ACADÉMICA ORGANIZADORA:

Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada (IPQA). – FCEPyN - UNC.

RESPONSABLE ACADÉMICO Y ADMINISTRADOR DE LOS FONDOS

PROPUESTO:

Dr. Nicolás Gañán

NOMBRE Y APELLIDO DE LOS DISERTANTES:

Dr. Nicolás Gañán

Dra. María Laura Goñi

Dra. Ivana Magario

Dr. Gerardo Pisoni

DESTINATARIOS DE LA ACTIVIDAD:

Estudiantes de la carrera de doctorado en ciencias de la ingeniería y carreras afines.

Graduados universitarios en Ingeniería, Ciencias Químicas, Ciencias Biológicas, Ciencias Agropecuarias y disciplinas afines.

FECHA O PERIODO PROBABLE DE REALIZACIÓN: mayo y junio 2020

DURACIÓN EN HORAS DE LA ACTIVIDAD: 60 HS

EVALUACIÓN FINAL: SI

PROPUESTA DE TRIBUNAL EXAMINADOR

Dr. Nicolás Gañán

Dra. María Laura Goñi

Dra. Ivana Magario

MONTO DE ARANCELES:

Estudiantes del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería de la FCEPyN (UNC): Sin costo

Estudiantes de otras carreras de posgrado: \$600

Otros participantes: \$2000

UNIDAD EJECUTORA:

Área Económica Financiera (FCEPyN UNC)



24



## Curso de Postgrado: "FENÓMENOS DE DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE MASA"

**Unidad Académica organizadora:** Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada – FCEFyN – UNC.

**Responsable Académico:** Dr. Nicolás Gañán

### Objetivos del curso

- Despertar el interés en los estudiantes por el conocimiento de los fenómenos de transporte y en especial de la transferencia de masa
- Profundizar en el modelado de procesos difusivos en diferentes sistemas y geometrías.
- Comprender la importancia de los procesos difusivos acoplados a otros fenómenos.
- Desarrollar conceptos de fenómenos de transferencia de masa en sistemas biológicos e ingenieriles.

### Temario a Desarrollar

#### Programa resumido:

#### Tema 1: Fundamentos de los procesos difusivos

Introducción a los fenómenos de transporte. Conceptos básicos de difusión. Ley de Fick. Coeficientes de difusión. Difusión en sólidos, líquidos y gases. Difusión en polímeros. Difusión en diferentes geometrías. Estado estacionario y no estacionario. Métodos numéricos para resolución de problemas.

#### Tema 2: Procesos difusivos complejos

Difusión en soluciones concentradas. Ecuaciones de difusión. Balance de masa generalizado. Dispersión. Coeficientes de difusión para especies con interacciones fuertes. Difusión en sistemas multicomponentes. Métodos para la resolución de problemas.

#### Tema 3: Transferencia de masa interfacial

Coeficientes de transferencia de masa. Correlaciones y teorías de transferencia de masa. Absorción. Transferencia de masa en sistemas biológicos y de alimentos. Farmacocinética. Operaciones unitarias relacionadas con la transferencia de masa.

#### Tema 4: Difusión en reacciones químicas



8



Transferencia de masa en reacciones homogéneas y heterogéneas. Reacciones controladas por la difusión. Mecanismos de reacción heterogénea irreversible. Reacciones controladas por la dispersión.

#### Tema 5: Aplicaciones en membranas y liberación controlada

Membranas: ósmosis inversa y filtración. Liberación controlada por difusión del soluto. Liberación controlada por difusión del solvente. Equilibrio de fases y difusión.

#### **Destinatarios de la actividad**

El curso "*Fenómenos de difusión y transferencia de masa*" se encuentra dirigido a graduados universitarios en Ingeniería, Ciencias Químicas, Ciencias Biológicas, Ciencias Agropecuarias y disciplinas afines. Se recomienda contar con conocimientos básicos de análisis matemático, resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales, fisicoquímica, fenómenos de transporte, y el uso de software para cálculos.

#### **Nombre de los disertantes (se adjuntan CVs reducidos)**

- Dr. Nicolás Gañan
- Dra. María Laura Gofí
- Dra. Ivana Magario
- Dr. Gerardo Pisoni

**Fecha de realización:** mayo - junio 2020

**Duración:** 60 horas

**Modalidad:** Clases teórico-prácticas



## CRONOGRAMA PROPUESTO

Modalidad de clases: 6 horas semanales / 10 semanas: 60 hs.

<u>Clases</u>	
1	Introducción a los fenómenos de transporte. Conceptos matemáticos. Modelos básicos de la transferencia de masa. Definiciones. Primera Ley de Fick. Ejemplos.
2	Fundamentos de los procesos difusivos. Coeficientes de difusión. Variación con la presión y la temperatura. Teoría de la difusión en gases. Coeficientes de difusión en líquidos: Ecuación de Stokes-Einstein. Difusión en suspensiones coloidales. Ejemplos.
3	Coeficientes de difusión en sólidos. Difusión en polímeros. Polímeros disueltos en solventes y en otros polímeros. Difusión de compuestos de bajo peso molecular en polímeros. Ejemplos. Resolución de problemas.
4	Ecuación de la difusión. Métodos de solución con coeficiente de difusión constante. Medios infinitos y semi-infinitos. Difusión en diferentes geometrías: placa plana, cilindro y esfera. Difusión estacionaria y no estacionaria.
5	Métodos numéricos para resolución de problemas de difusión.
6	Difusión dependiente de la concentración. Convección y difusión en soluciones diluidas. Ejemplos. Resolución y discusión de problemas del tema 1.
7	Difusión en soluciones concentradas. Difusión y convección. Diferentes formas de la ecuación de difusión. Ecuaciones de Maxwell-Stefan. Balances de masa generalizados.
8	Dispersión. Coeficientes de dispersión en flujo laminar y turbulento. Ejemplos. Resolución de problemas.
9	Coeficientes de difusión para especies con interacciones fuertes: soluciones electrolíticas, asociativas, interacciones soluto-solvente. Difusión en sistemas multicomponentes: ecuaciones de flujo.
10	Termodinámica del no equilibrio. Resolución de ecuaciones de flujo multicomponente. Coeficientes de difusión ternarios. Ejemplos. Métodos para la medición experimental de coeficientes de difusión.
11	Métodos de medición experimental de coeficientes de difusión (continuación). Resolución y discusión de problemas del tema 2.





12	Transferencia de masa interfacial. Coeficientes de transferencia de masa. Definiciones. Correlaciones para estimación de coeficientes de transferencia de masa. Análisis dimensional. Ejemplos.
13	Teorías de la transferencia de masa: penetración, interfaces sólido-fluido, soluciones concentradas, teoría de la película. Equilibrio de fases y transferencia de masa. Absorción: problemas básicos, equipos, absorción de vapor diluido y concentrado.
14	Transferencia de masa en sistemas biológicos y de alimentos. Farmacocinética. Operaciones unitarias relacionadas con la transferencia de masa. Ejemplos.
15	Clase práctica: Resolución y discusión de problemas del tema 3.
16	Difusión con reacciones químicas heterogéneas. Reacciones controladas por la difusión. Ejemplos. Resolución de problemas típicos.
17	Difusión con reacciones químicas homogéneas. Transferencia de masa en reacciones de primer y segundo orden. Ejemplos. Resolución y discusión de problemas del tema 4.
18	Membranas: factores físicos. Permeabilidad. Separaciones, ósmosis inversa y filtración. Difusión facilitada. Difusión en medios porosos. Ejemplos.
19	Principios de liberación controlada: por difusión del soluto, por difusión del solvente. Equilibrio de fases y difusión. Barreras para el control de la difusión: agentes de retención, películas de materiales compuestos.
20	Clase práctica: Resolución y discusión de problemas del tema 5. Trabajo práctico integrador.

### Metodología a utilizar en el dictado

El curso se llevará a cabo en 20 clases presenciales de 3 horas cada una, en las cuales se desarrollarán los contenidos (60 horas efectivas de docentes frente a estudiantes). Las clases serán del tipo teórico-práctico en las cuales habrá una parte donde prevalecerá el método expositivo y otra parte en la que el docente expondrá problemas tipo y las herramientas y metodologías de modelado y resolución más comunes. Los alumnos contarán con una guía de problemas relacionados con los contenidos teóricos correspondientes. Se realizará la discusión de problemas de aplicación típicos, con el propósito de afianzar los conocimientos de cada unidad. Se plantea a su vez, aplicar el software Mathcad en diversos casos prácticos típicos y problemas complejos. En algunas





de estas clases se solicitará a los alumnos que dispongan de una computadora en la que se empleará el software indicado para resolución de problemas.

### **Evaluación final, metodología y profesores propuestos para realizarla (3)**

Evaluación: Consistirá en un trabajo práctico y un examen final escrito (que se tomará dos semanas posteriores a finalizado el curso)

#### Criterios de evaluación:

- Grado de conocimiento de los contenidos.
- Explicaciones coherentes y capacidad de síntesis
- Precisión conceptual: uso correcto de la terminología específica.
- Capacidad de integrar y relacionar los contenidos aprendidos.
- Capacidad de resolución de casos prácticos.

Tribunal evaluador: Dr. Nicolás Gañán, Dra. María Laura Gofí, Dra. Ivana Magario.

#### **Aranceles:**

Estudiantes del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería de la FCEFYN: Sin costo

Estudiantes de otras carreras de posgrado: \$600

Otros participantes: \$2000

#### **Entidad que operará como unidad ejecutora de recursos**

Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada (IPQA). – FCEFY N - UNC.

#### **Bibliografía General**

- Crank, J. 1975. *The Mathematics of Diffusion*. 2nd ed. Bristol: Oxford University Press.
- Crank, J. & Park, G. S. 1968. *Diffusion in Polymers*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Cussler, E. L. 2009. *Diffusion: Mass Transfer in Fluid Systems*. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Deen, W. M. 1998. *Analysis of Transport Phenomena*. New York: Oxford University Press, Inc.
- Deen, W. M. 1998. *Analysis of Transport Phenomena: Solutions Manual*. 1st ed. New York: Oxford University Press, Inc.



8



- Hines, A. L. & Maddox, R. N. 1985. *Mass Transfer. Fundamentals and Applications*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Bird, R. B., Stewart, W. E., Lightfoot, E. N. 2002. *Transport Phenomena*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Siepmann, J., Siegel, R. A., Siepmann, F. 2012. *Fundamentals and Applications of Controlled Release Drug Delivery*. New York: Springer.
- Treybal, R. E. 1981. *Mass-Transfer Operations*. 3rd ed. Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Vrentas, J. S. & Vrentas, C. M. 2013. *Diffusion and Mass Transfer*. Boca Raton: CRC Press.

Prof. Ing. DANIEL LAGO  
SECRETARIO GENERAL  
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba



Mgter. Ing. PABLO G. RECABARREN  
DECANO  
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba

8