



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

## FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

### SÍLABO DEL CURSO DE FENÓMENOS DE TRANSPORTE

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Área : Ingeniería
- 1.2. Código : FPR30
- 1.3. Requisito : FPR23, FPR25
- 1.4. Ciclo : VI
- 1.5. Semestre Académico : 2022-1I
- 1.6. Nro. de horas de clase : 07 horas semanales  
HT: 04 horas/ HP: 03 horas.
- 1.7. Créditos : 05
- 1.8. Docente : Luis Carrasco Venegas
- 1.9. Condición : Nombrado
- 1.10. Modalidad : Virtual

#### II. SUMILLA:

La asignatura de Fenómenos de Transporte pertenece al área de estudios específicos, es de naturaleza teórico-practico y de carácter obligatorio. Tiene como propósito lograr que el estudiante plantee modelos físicos relacionados al transporte de cantidad de movimiento, calor y masa, utilizando las ecuaciones de variación, tendientes a resolver problemas cotidianos ya sea de tipo académico o con aplicaciones industriales y/o ambientales.

El contenido del curso es:

Propiedades de transporte. Balance de cantidad de movimiento, energía y materia aplicada a un volumen de control. Balance de cantidad de movimiento, energía y materia en régimen estacionario y no estacionario mediante las ecuaciones de conservación. Transporte simultáneo de cantidad de movimiento, materia y energía. Balance macroscópico de cantidad de movimiento, energía y materia. Coeficientes de transporte. Transporte en flujo turbulento. Se compone de las siguientes unidades

**Unidad 1:** Transporte difusional de cantidad de movimiento.

**Unidad 2:** Transporte difusional de energía.

**Unidad 3:** Transporte difusional de materia.

### III. COMPETENCIAS A LAS QUE APORTA

#### 3.1. Competencias generales

##### CG1. Comunicación.

Transmite información que elabora para difundir conocimientos de su campo profesional, a través de la comunicación oral y escrita, de manera clara y correcta; ejerciendo el derecho de libertad de pensamiento con responsabilidad.

##### CG2. Trabaja en equipo.

Trabaja en equipo para el logro de los objetivos planificados, de manera colaborativa; respetando las ideas de los demás y asumiendo los acuerdos y compromisos.

##### CG3. Pensamiento crítico.

Resuelve problemas, plantea alternativas y toma decisiones, para el logro de los objetivos propuestos; mediante un análisis reflexivo de situaciones diversas con sentido crítico y autocrítico y asumiendo la responsabilidad de sus actos.

#### 3.2. Competencias específicas de la carrera

1. Actúa con responsabilidad social, con énfasis en la preservación del medio ambiente
2. Capaz de trabajar en equipo asumiendo diferentes roles.
3. Optimiza el uso de los recursos
4. Es proactivo y toma decisiones asertivas

### IV. COMPETENCIAS DEL CURSO

*Plantea modelos matemáticos de los fenómenos físicos a partir de los principios de conservación para obtener los parámetros de transporte.*

### V. ORGANIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD 1	TRANSPORTE DIFUSIONAL DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO
<b>Logro de Aprendizaje</b> Plantea modelos matemáticos de transporte difusivo de cantidad de movimiento a partir de los principios de conservación para obtener los parámetros de flujo de fluidos	

Al finalizar la unidad, el estudiante plantea y resuelve modelos matemáticos de transporte de cantidad de movimiento que contengan soluciones analíticas y/o numéricas de problemas físicos reales.

Semana Nro.	Contenidos	Actividades	Indicadores de logro	Instrumentos de evaluación
01	<p>La ley general del transporte difusional</p> <p>Las operaciones del álgebra vectorial y tensorial</p>	<p>Identifica las analogías de las leyes del transporte difusional</p> <p>Maneja el lenguaje del álgebra vectorial.</p>	<p>Deduce las leyes de viscosidad de Newton, de Fourier y de Fick.</p> <p>Demuestra algunas equivalencias usando las técnicas del álgebra vectorial</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario en línea</li> <li>• Listas de cotejo digital</li> <li>• Portafolio</li> <li>• Escala de apreciación o estimación</li> <li>• Ejercicios autocorrectivos interactivos</li> <li>• Rúbricas</li> </ul>
02	<p>Clasificación de los fluidos según su reología como newtonianos y no newtonianos.</p> <p>Problemas con fluidos newtonianos</p>	<p>Conoce los tipos de fluido en base a su reología</p>	<p>Identifica los reogramas de los diferentes tipos de fluidos y conoce sus parámetros de caracterización asociados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios autocorrectivos interactivos</li> </ul>
03	<p>Balace de cantidad de movimiento en coordenadas rectangulares FN.</p>	<p>Utiliza las ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento en coordenadas rectangulares aplicado a FN</p>	<p>El estudiante es capaz de resolver problemas de aplicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios autocorrectivos interactivos</li> </ul>
04	<p>Balace de cantidad de movimiento en coordenadas cilíndricas FN.</p>	<p>Utiliza las ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento en coordenadas cilíndricas aplicado a FN</p>	<p>El estudiante es capaz de resolver problemas de aplicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios autocorrectivos interactivos</li> </ul>
05	<p>Balances de cantidad de movimiento de los FNN.</p>	<p>Utiliza las ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento en coordenadas rectangulares y cilíndricas aplicado a FNN</p>	<p>El estudiante es capaz de resolver problemas de aplicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios autocorrectivos interactivos</li> </ul>

UNIDAD 2	TRANSPORTE DIFUSIONAL DE ENERGÍA			
<p><b>Logro de Aprendizaje</b></p> <p>Plantea modelos matemáticos de transporte difusivo de energía a partir de los principios de conservación para obtener los parámetros de energéticos</p> <p>Al finalizar la unidad, el estudiante plantea y resuelve modelos matemáticos de transporte de energía que contengan soluciones analíticas y/o numéricas de problemas físicos reales.</p>				
Semana	Contenidos	Actividades	Indicadores de	Instrumentos de

Nro.			logro	evaluación
06	Balances de energía en diversos sólidos de conductividad constante y variable en régimen estacionario	Utiliza las ecuaciones de conservación de energía en los sistemas de coordenadas conocidos	El estudiante es capaz de resolver problemas de aplicación	Ejercicios autocorrectivos interactivos
07	Balances de energía a paredes compuestas en los diferentes sistemas de coordenadas.	Utiliza adecuadamente las ecuaciones de conservación de energía en el desarrollo de transporte de energía en paredes compuestas	El estudiante es capaz de resolver problemas de aplicación	• Ejercicios autocorrectivos interactivos
08	Examen parcial	Conoce los principios básicos de transferencia de cantidad de movimiento y energía	Resuelve problemas propuestos de transporte de cantidad de movimiento y energía	• Evaluación de un cuestionario
09	Balances de energía a diversos tipos de superficies extendidas	Conoce las ecuaciones de conservación de energía aplicado a extensiones	Resuelve problemas concretos relacionado a los diversos tipos de superficies de enfriamiento	• Ejercicios autocorrectivos interactivos •
10	Balances de energía a sistemas que generan calor	Utiliza las ecuaciones de conservación de energía a sistemas que generan calor	Resuelve problemas de transferencia de calor con diferentes fuentes de generación	• Ejercicios autocorrectivos interactivos •

UNIDAD 3		TRANSPORTE DIFUSIONAL DE MATERIA		
<b>Logro de Aprendizaje</b>				
Plantea modelos matemáticos de transporte difusivo de energía a partir de los principios de conservación para obtener los parámetros de energéticos				
Al finalizar la unidad, el estudiante plantea y resuelve modelos matemáticos de transporte de energía que contengan soluciones analíticas y/o numéricas de problemas físicos reales.				
Semana Nro.	Contenidos	Actividades	Indicadores de logro	Instrumentos de evaluación
11	La osmosis, diálisis y difusión y la aplicación de los balances de materia en sólidos	Maneja los principios de transferencia de masa por osmosis, diálisis y difusión y la aplicación de los balances de materia en sólidos	El estudiante es capaz de resolver problemas de aplicación	Ejercicios autocorrectivos interactivos
12	Balances de materia de sistemas de dos componentes: Flujo a través de un gas estancado; contra difusión	Maneja los principios de balance de materia aplicado a la teoría de películas sobre una superficie sólida	El estudiante es capaz de resolver problemas de aplicación	• Ejercicios autocorrectivos interactivos
13	Transporte de materia en catalizadores sólidos	Maneja los principios de balance de materia aplicado a la transferencia de masa con reacción en catalizadores	El estudiante es capaz de resolver problemas de aplicación	• Evaluación de un cuestionario

14	<i>Transporte de materia en sistemas de flujo</i>	<i>Maneja los principios de balance de materia aplicado a la transferencia de masa a sistemas de flujo</i>	<i>El estudiante es capaz de resolver problemas de aplicación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios autocorrectivos interactivos</li> <li>•</li> </ul>
15	<i>Balances de materia, energía y cantidad de movimiento en régimen no estacionario</i>	<i>Utiliza las ecuaciones de conservación materia, energía y cantidad de movimiento para proponer modelos en régimen no estacionario</i>	<i>El estudiante es capaz de resolver problemas de aplicación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios autocorrectivos interactivos</li> <li>•</li> </ul>
16	<i>Examen final</i>	<i>Conoce los principios básicos de transferencia de energía y materia</i>	<i>Resuelve problemas propuestos de transporte energía y materia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de un cuestionario</li> </ul>
17	<i>Examen sustitutorio</i>	<i>Conoce el contenido total del curso</i>	<i>Resuelve problemas propuestos de cantidad de movimiento, energía y materia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de un cuestionario</li> </ul>

## VI. METODOLOGÍA

La Universidad Nacional del Callao, Licenciada por la SUNEDU tiene como fin supremo la formación integral del estudiante, quien es el eje central del proceso educativo de formación profesional; es así como el Modelo Educativo de la UNAC implementa las teorías educativas constructivista y conectivista, y las articula con los componentes transversales del proceso de enseñanza – aprendizaje, orientando las competencias genéricas y específicas. Este modelo tiene como propósito fundamental la formación holística de los estudiantes y concibe el proceso educativo en la acción y para la acción. Además, promueve el aprendizaje significativo en el marco de la construcción o reconstrucción cooperativa del conocimiento y toma en cuenta los saberes previos de los participantes con la finalidad que los estudiantes fortalezcan sus conocimientos y formas de aprendizaje y prosperen en la era digital, en un entorno cambiante de permanente innovación, acorde con las nuevas herramientas y tecnologías de información y comunicación.

La Facultad de Ingeniería Química de la UNAC, en cumplimiento con lo dispuesto en la Resolución Viceministerial N°085-2020-MINEDU del 01 de abril de 2020, de manera excepcional y mientras duren las medidas adoptadas por el Gobierno con relación al estado de emergencia sanitario, se impartirá educación remota no presencial haciendo uso de una plataforma virtual educativa: espacio en donde se imparte el servicio educativo de los cursos, basados en tecnologías de la información y comunicación (TICs).

La plataforma de la UNAC es el Sistema de Gestión Académico (SGA-UNAC) basado en Moodle, en donde los estudiantes, tendrán a su disposición información detallada del curso: el sílabo, la matriz formativa, ruta del aprendizaje, guía de entregables calificados, y los contenidos de la clase estructurados para cada sesión educativa. El SGA será complementado con las diferentes soluciones que brinda Google Suite for Education y otras herramientas tecnológicas

multiplataforma.

Las estrategias metodológicas para el desarrollo de las sesiones teóricas y prácticas permiten dos modalidades de aprendizaje en los estudiantes:

### **MODALIDAD SINCRÓNICA**

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que permiten la comunicación no presencial y en tiempo real entre el docente y los estudiantes.

Dentro de la modalidad sincrónica, se hará uso de:

- La plataforma para impartir los contenidos básicos del curso

### **MODALIDAD ASINCRÓNICA**

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que posibilitan el intercambio de mensajes e información entre los estudiantes y el docente, sin interacción instantánea. Dentro de la modalidad asincrónica, se hará uso de:

- Revisión de artículos.
- Resolución de ejercicios.
- Desarrollo de un trabajo de investigación formativa.

### **ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE**

Aula Virtual UNAC en *Moodle*, *Google Meet*, *Google Drive*.

### **INVESTIGACIÓN FORMATIVA**

Se promueve la búsqueda de artículos de investigación que sirven para elaborar una monografía sobre la aplicación de las herramientas matemáticas en la investigación en los diversos tópicos del curso de Fenómenos de Transporte. La exposición grupal de dicho trabajo permitirá conocer el nivel de desarrollo de las habilidades investigativas que ha logrado el estudiante.

### **RESPONSABILIDAD SOCIAL (académica, ambiental, investigación, gestión)**

La Universidad Nacional del Callao, dentro del ámbito educativo, hace frente a su función social respondiendo a las necesidades de transformación de la sociedad a nivel regional y nacional mediante el ejercicio de la docencia, la investigación y la extensión. En esa línea, la responsabilidad social académica de esa asignatura consiste en desarrollar trabajos que beneficien a un grupo humano o a la sociedad en general a través de la generación de tecnología.

## **VII. MEDIOS Y MATERIALES (RECURSOS)**

Se sugiere:

MEDIOS INFORMÁTICOS	MATERIALES
a) Computadora	a) Diapositivas de clase
b) Internet	b) Texto digital
c) Correo electrónico	c) Videos
d) Plataforma virtual	d) Tutoriales
e) Software educativo	e) Enlaces web
f) Pizarra digital	f) Artículos científicos

## VIII. SISTEMA DE EVALUACIÓN

- **Evaluación diagnóstica:** se debe realizar al inicio de ciclo para determinar los diferentes niveles de conocimientos previos con los que el estudiante llega al curso. Se sugiere usar un cuestionario en línea en base a bancos de preguntas.
- **Evaluación formativa:** es parte importante del proceso de enseñanza aprendizaje, es permanente y sistemático y su función principal es recoger información para retroalimentar y regular el proceso de enseñanza aprendizaje. Para garantizar el desarrollo de competencias, se sugiere usar recursos e instrumentos mixtos cuantitativos y cualitativos. Se debe trabajar en base a productos, como proyectos, análisis de casos, portafolios, ensayos, recursos audiovisuales, informes, guías, entre otros. Además, se sugiere usar como instrumentos de evaluación rúbricas, listas de cotejo, fichas de indagación, fichas gráficas, instrumentos de evaluación entre pares, entre otros.
- **Evaluación sumativa:** se establece en momentos específicos, sirve para determinar en un instante específico, el nivel del logro alcanzado, por lo general se aplica para determinar el nivel de conocimientos logrados. Para este tipo de evaluación, se aplica mayormente cuestionarios y pruebas objetivas en cualquier formato. Se sugiere usarse en un porcentaje mínimo dado que solo permiten la medición cuantitativa de los conocimientos.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será del tipo formativa y sumativa.

Evaluación formativa: La evaluación será personal y/o en equipo, durante todo el proceso de enseñanza – aprendizaje, se evaluará las competencias y habilidades. Actitudes: Responsabilidad, interés en la materia, honestidad, puntualidad, trabajo en equipo, orden y disciplina, coordinación y cooperatividad.

Evaluación Sumativa: Se evaluará mediante los exámenes escritos (examen parcial, examen final, promedio de prácticas, trabajo semestral), informes de trabajos asignados.

El estudiante debe realizar la totalidad de las tareas académicas encomendadas por el profesor, demostrar: interés, responsabilidad, disciplina, honradez y puntualidad.

Para ser evaluado en el examen sustitutorio, el alumno deberá tener como mínimo **siete (07)**.

Tipo de evaluación	Denominación	Peso (%)	Semana	Instrumento
Examen parcial	EP	25	08	Cuestionario
Examen final	EF	25	16	Cuestionario
Promedio de practicas	PP	20	16	Cuestionario
Trabajo de investigación	TI	20	15	Rubrica

El trabajo de investigación formativa será evaluado según las competencias logradas del curso utilizando el instrumento rubrica.

El puntaje total de las notas deberá ser mayor o igual a 52 puntos.

## **IX. REQUISITOS PARA APROBAR LA ASIGNATURA**

De acuerdo Reglamento General de Estudios de la Universidad Nacional del Callao, se tendrá a consideración lo siguiente:

- Participación activa en todas las tareas de aprendizaje.
- Asistencia al 70% como mínimo en la teoría y 80% a la práctica.
- La escala de calificación es de 00 a 20.
- El alumno aprueba si su nota promocional es 11
- Las evaluaciones son de carácter permanente.
- Las evaluaciones de las asignaturas son por unidades de aprendizaje.
- La nota de la unidad constituye una nota parcial y tiene un peso establecido en el sílabo. La nota final se obtiene con el promedio ponderado de las notas parciales.

## **X. FUENTES DE INFORMACIÓN**

Indicar las fuentes de información bibliográfica (los textos básicos y complementarios) y electrónica que el alumno debe disponer para el desarrollo de la asignatura, con una antigüedad de diez años como máximo. Citarlos usando referencias bibliográficas (ISO, APA 7.0 o VANCUVER).

### **9.1. Fuentes Básicas:**

Deben ser las principales que sirvan de base para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

### **9.2. Fuentes Complementarias:**

Son fuentes alternas que complementan y profundizan el proceso de enseñanza aprendizaje.

### 9.3. Publicaciones del docente

Se incluyen los artículos y proyectos de investigación publicados por el docente y que guardan relación con el curso.

## XI. NORMAS DEL CURSO

- Normas de etiqueta.: Normas que hay que cuidar para tener un comportamiento educado en la red.
  - Recuerde lo humano
  - Buena educación
  - Utilice buena redacción y gramática para redactar tus correos. Evita escribir con mayúscula sostenida porque se interpreta como si estuviera gritando.
  - Utilizar un lenguaje apropiado para no vulnerar los derechos de tus compañeros.
  - Evita el uso de emoticones.
- Otras declaradas en el estatuto y reglamento de estudios vigente.

## XII. REFERENCIAS

Bird, R.; Stewart, W.; Lightfoot, E. (2006), "Fenómenos de transporte", Edit. Limusa, México.

Bird, R.; Stewart, W.; Lightfoot, E. (1982), "Fenómenos de Transporte", Edit. Reverte S. A., Barcelona.

Carrasco, L.(2018), "Modelamiento de los fenómenos de transporte", Primera Edición, Editorial Macro, Lima

Carrasco, L.,(2012) "Fenómenos de transporte", Primera Edición, Editorial Macro, Lima.

Costa, E. (1984), "Ingeniería Química II: Fenómenos de transporte", Edit. Alambra, Madrid – España.

Hines, A.; Maddox, R., "Transferencia de masa, fundamentos y aplicaciones" (1990), Edit. Prentice – Hall Hispanoamericana S.A., México.

Fallen, R.W. (1993), "Fundamentals of transport phenomena", Edit. Mc Graw Hill Book, Company, New York

Theodore, L., (1995) "Transport phenomena for engineers international textbook company college division, intext", Educational Publishers, Londres.

Welty, Ch.; Wieks, Ch.; Wilson, R., (1991) "Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa", Limusa, México.

Tosun, I. (2019)., Modelling in transport phenomena; Elsevier B.V., Amsterdam, Netherlands.

**INVESTIGACIONES ASOCIADAS AL CURSO DE FENOMENOS DE TRANSPORTE:  
Informe final de los trabajos de investigación auspiciados por la UNAC, presentado Luis  
Carrasco Venegas**

*Modelamiento de la contaminación en ríos*

*Modelamiento y simulación de reactores de lecho fijo*

*Determinación de los parámetros de viscosidad del modelo de Carreau-Yasuda*

*Determinación de parámetros de modelos de flujo de fluidos no Newtonianos.*

*Modelamiento y simulación de la producción de acetato de metilo en un reactor  
semicontinuo.*

*Modelamiento y simulación de los procesos de desoxigenación y reoxigenación de los  
cuerpos de agua por presencia de carga orgánica*

*Análisis del factor de efectividad de catalizadores heterogéneos.*

*Modelamiento de la dispersión de contaminantes gaseosos en el aire. (nuevo)*



<https://www.luiscarrascovenegas.com/testimonials/>

**INVESTIGACIONES ASOCIADAS AL CURSO DE FENOMENOS DE TRANSPORTE:  
Informe final de los trabajos de investigación auspiciados por la UNAC, presentado  
Bernardino Ramírez Durand**

*Obtención de acetato de etilo a partir de ácido acético y metanol usando catalizador  
amberlite IR 120*

*Obtención del lactato de etilo a partir de ácido láctico con etanol usando el catalizador  
amberlite IR 120.*



## ESCALA DE CALIFICACIÓN

### Rubrica 1: Lista de cotejo para la evaluación del trabajo semestral

Por cada estudiante

	Deficiente (0-5)	Malo (6-10)	Regular (11-13)	Bueno (14-17)	Muy bueno (18-20)
Presentación del trabajo					
Modo de exposición					
Conocimiento del tema					
Profundidad de la investigación					

La presentación del trabajo consiste en la presentación de una monografía respecto al tema propuesta donde se adjunte los archivos que sirvieron de base para la investigación.

El modo de exposición se refiere a la fluidez con que hace la exposición; esto permite verificar si el estudiante realizo o participo ne la realización del trabajo

El conocimiento del tema se refiere a que el estudiante deberá estar preparado para responder las preguntas formuladas durante la exposición

La profundidad esta referida a que si el trabajo solo fue una copia de algún trabajo o si hubo algún análisis y/o algún aporte en los cálculos desarrollados.