



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Rosario

Rosario, 7 de noviembre de 2017

VISTO el Expediente ID N° 8085556, relacionado con el programa analítico de la asignatura electiva *Transmisión del Calor*, de la carrera Ingeniería Mecánica, y

CONSIDERANDO

Que los objetivos y contenidos del mismo se ajustan a la reglamentación vigente.

Que dicho programa cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza evaluó la presentación 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 electiva *Transmisión del Calor*, que se agrega como Anexo I de la presente resolución, de la carrera Ingeniería Mecánica, a partir del Ciclo Lectivo 2018.

ARTÍCULO 2°.- Establecer que la misma tendrá validez durante cuatro ciclos lectivos consecutivos, según la Ordenanza N° 1383 – Lineamientos para la implementación de asignaturas electivas para las carreras de grado en el ámbito de la Universidad.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN N° 737/2017



Ing. Rubén F. CICCARELLI  
Decano

Dra. Soledad J. BENZ  
Secretaría Académica

**Plan Anual de Actividades Académicas**  
a presentar y coordinar por el Director de Cátedra / Área

Departamento: MECÁNICA

Área: DISEÑO

Asignatura: TRANSMISIÓN DEL CALOR

Titular:

Asociado:

Adjunto: Ing. Oscar Alfredo TANO

Auxiliares: Ing. Francisco Javier ALBARIÑO

Planificación de la asignatura. (Ficha de actividades curricular similar a la solicitada para acreditación de carreras)

**Instrucciones de llenado:**

- NO llenar el número de orden.
- Se pueden seleccionar una o varias casillas en las preguntas de múltiple choice, excepto en las preguntas por SÍ, NO, Ns/Nc.

**1. Datos generales de la actividad curricular**

Código de la carrera					
Denominación de la actividad	Transmisión del Calor				
Código de la actividad					
Plan de estudios	1994				
Bloque curricular					
Carácter	Obligatoria <input type="checkbox"/>		Optativa / Electiva <input type="checkbox"/>	Electiva <input type="checkbox"/>	
Régimen de dictado (*)	Anual <input type="checkbox"/>	X	Cuatrimestral <input type="checkbox"/>		Bimestral <input type="checkbox"/>

(\*) Colocar una cruz en donde corresponda, anual, cuatrimestral o bimestral.

**2. Fundamentación de la materia dentro del plan de estudios.**

El espacio curricular "Transmisión del Calor" es una asignatura "Electiva" que se ubica en el 4° año del diseño curricular para la formación de Ingenieros Mecánicos.

La propuesta formativa de esta asignatura apunta a ofrecer al estudiante un panorama sobre de la importancia del estudio y aplicaciones de los mecanismos de transmisión del calor, mediante el desarrollo de relaciones básicas para calcular flujos de calor y distribuciones de temperaturas, así

como también adquirir las herramientas necesarias para resolver problemas de Ingeniería relacionados con el tema. Se hace énfasis en la comprensión física y analítica de la transmisión del calor por conducción, convección y radiación, así como para el diseño de intercambiadores de calor y sistemas que involucren cambios de fase en los procesos y aplicaciones de energía, también para acondicionamiento de aire para confort humano y aplicaciones de refrigeración como medio de conservación de alimentos.

El mencionado espacio curricular aplica conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en otras asignaturas del plan de estudios, nutriéndose de aportes disciplinares específicos de Física II (2° año), y articulándose en forma vertical con Termodinámica (3° año) y en forma horizontal con Tecnología del Calor (4° año).

Esta asignatura contribuye con la formación disciplinaria del Ingeniero Mecánico ya que proporciona los conocimientos que le permitirá construir escenarios de solución a problemas inherentes de su formación profesional. Dichos conocimientos y habilidades adquiridas harán que el futuro Ingeniero sea capaz de formular, gestionar, evaluar y administrar proyectos de diseño de equipos para transmisión del calor.

### 3. Objetivos

Señalar los objetivos expresados en términos de competencias a lograr por los alumnos y/o de actividades para las que capacita la formación impartida.

#### OBJETIVOS GENERALES

Para los temas a desarrollar en esta asignatura, se plantea que los estudiantes sean capaces de:

- adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para abordar temas específicos de transmisión del calor y a partir de ellos generalizarlos a problemas que se presenten en el desarrollo de su vida profesional.
- comprender la importancia de los mecanismos de transmisión del calor en los procesos industriales.

El espacio curricular se divide en dos ejes estructurantes, cada uno con sus núcleos temáticos de las unidades didácticas.

#### EJE ESTRUCTURANTE:

##### **A- FORMAS DE TRANSMISIÓN DE CALOR**

##### NÚCLEOS TEMÁTICOS DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

1. Introducción
2. Conducción en estado estable y variable con el tiempo
3. Convección forzada: flujo laminar y turbulento
4. Convección natural
5. Cambio de fase
6. Radiación

#### EJE ESTRUCTURANTE:

##### **B- APLICACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE CALOR**

##### NÚCLEOS TEMÁTICOS DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

7. Intercambiadores de calor
8. El aire y el confort humano
9. Aplicaciones de la refrigeración

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE CADA EJE TEMÁTICO

### 1- EJE A

- Formular la naturaleza de la Transmisión del Calor y su relación con la Termodinámica.
- Interpretar y aplicar las leyes características de los mecanismos básicos y combinados de transmisión del calor, e identificar las propiedades de los fluidos y de los materiales involucrados en dichos mecanismos.
- Desarrollar los procesos de conducción multidimensional en estado estable y variable con el tiempo, los procesos de convección con y sin cambio de fase y los procesos de radiación en presencia de gases y vapores.
- Plantear las distintas leyes a situaciones prácticas.

### 2- EJE B

- Aplicar las distintas leyes de la transmisión del calor al cálculo ingenieril de: intercambiadores de calor, sistemas de acondicionamiento de aire y sistemas de refrigeración en procesos de conservación de alimentos.
- Aplicar criterios adecuados para optimizar la selección y/o dimensionamiento de intercambiadores de calor, sus detalles constructivos, materiales, etc.
- Interpretar catálogos de fabricantes de intercambiadores de calor.

## 4. Descripción de la actividad curricular

Describir brevemente la actividad curricular, las tareas a realizar por docentes y alumnos y los materiales didácticos –guías, esquemas, lecturas previas, otros– que se requieran para desarrollarla.

Docentes: preparación de apuntes de la teoría a desarrollar y los problemas a resolver; además para orientar la enseñanza con el fin de promover el aprendizaje significativo de los estudiantes se llevarán a cabo las siguientes estrategias:

- exposición dialogada y desarrollo de ecuaciones matemáticas.
- prácticas y ejercicios de situaciones reales de trabajo para la visualización y aplicación de las ecuaciones desarrolladas.
- indagación a partir de interrogatorio didáctico.
- trabajos individuales y grupales.

Alumnos: se requerirá de los mismos:

- lectura previa de la clase a desarrollarse utilizando los apuntes y/o libros.
- participación activa durante la clase.
- trabajo en grupo para la resolución de los trabajos prácticos propuestos.

Materiales curriculares: como recursos se utilizarán:

- pizarrón y tizas / marcador.
- cañón para proyecciones relacionadas a los temas desarrollados.

- material confeccionado por el docente y textos bibliográficos disponibles en la biblioteca.
- computadora / software.

### 5. Modalidad de enseñanza y carga horaria

Completar el siguiente cuadro con las actividades con carga horaria significativa exceptuando las actividades ocasionales que no resulten sustanciales para el desarrollo de la actividad curricular (conferencias, prácticas no sistemáticas o no obligatorias, fichado de material bibliográfico u otras).

	Carga horaria semanal	Carga horaria total		
Teórica	2	64		
Formación experimental				
Laboratorio				
Trabajo de campo				
Resolución de problemas	1	32		
Proyectos y diseño				
Práctica supervisada				
En el sector productivo de bienes y/o servicios				
En la institución				
<b>Sumatoria</b>	<b>3</b>	<b>96</b>		

(\*) No llenar.

### 6. Contenidos

Indicar los contenidos incluidos en el programa de la actividad curricular.

#### A) CONTENIDOS CONCEPTUALES

##### Unidad Didáctica 1: INTRODUCCIÓN

Formas de transmisión del calor: conducción, convección y radiación. Propiedades de los materiales.

##### Unidad Didáctica 2: CONDUCCIÓN EN ESTADO ESTABLE Y VARIABLE CON EL TIEMPO

Conducción multidimensional: ecuación de Fourier, de Poisson y de Laplace. Sistemas sin fuente de calor interna. Sistemas con generación de calor interna. Sistemas de conducción – convección. Coeficiente de transmisión de calor desde superficies extendidas. Módulos de Biot y Fourier. Soluciones analíticas y gráficas para conducción variable con el tiempo.

##### Unidad Didáctica 3: CONVECCIÓN FORZADA: FLUJO LAMINAR Y TURBULENTO

Capa límite hidrodinámica. Capa límite térmica. Transferencia de calor en el flujo laminar dentro de tubos. Ecuaciones de movimiento. Transferencia de calor en el flujo turbulento dentro de los tubos.

## Unidad Didáctica 4: CONVECCIÓN NATURAL

Placa plana vertical. Convección libre en espacio cerrado. Convección libre y forzada combinada.

## Unidad Didáctica 5: CAMBIO DE FASE

Fenómeno de ebullición. Fenómeno de condensación.

## Unidad Didáctica 6: RADIACIÓN

Ley de Stefan – Boltzmann. Pantalla de radiación. Radiación de gases no luminosos. Radiación de llamas luminosas. Radiación de llamas de polvo de carbón.

## Unidad Didáctica 7: INTERCAMBIADORES DE CALOR

Distintos tipos. Cálculo de la transferencia de calor. Efectividad. Factor de ensuciamiento. Cálculo de precalentadores de aire, economizadores, sobrecalentadores y condensadores.

## Unidad Didáctica 8: EL AIRE Y EL CONFORT HUMANO

Análisis de la carga de acondicionamiento. Cálculo de las cargas. Elección del equipo. Sistemas de acondicionamiento de aire.

## Unidad Didáctica 9: APLICACIONES DE LA REFRIGERACIÓN

La refrigeración como medio de conservación de alimentos. Usos de la refrigeración en procesos industriales.

## TRABAJOS PRÁCTICOS

Los alumnos, en grupos de no más de tres, resolverán los siguientes trabajos:

Trabajo Práctico N° 1: Evaluación de las actuaciones de una aleta.

Trabajo Práctico N° 2: Temperaturas en una esquina.

Trabajo Práctico N° 3: Temperaturas en régimen transitorio en una placa.

Trabajo Práctico N° 4: Temperaturas en régimen transitorio en un sólido semi-infinito.

Trabajo Práctico N° 5: Transferencia de calor para una corriente de aire sobre una placa plana tanto en régimen laminar como turbulento.

Trabajo Práctico N° 6: Determinación de coeficientes de convección forzada.

Trabajo Práctico N° 7: Determinación de coeficientes de convección natural.

Trabajo Práctico N° 8: Determinación de los factores de forma de radiación.

Trabajo Práctico N° 9: Rendimiento de un intercambiador de calor.

Trabajo Práctico N° 10: Disposición del flujo de un intercambiador de calor para incrementar la recuperación de calor.

## B) CONTENIDOS PROCEDIMENTALES

- Reconocimiento de los modelos científicos y su campo de validez.
- Resolución de problemas. Análisis de unidades.
- Observación y obtención de conclusiones sobre los resultados de los problemas.
- Realización de los trabajos prácticos (por grupos).

## C) CONTENIDOS ACTITUDINALES

De desarrollo personal:

- Evaluación crítica y constructiva frente al desarrollo de trabajos prácticos.
- Posición ética y moral con relación al avance científico.

De desarrollo del conocimiento:

- Curiosidad permanente como base para actualización del conocimiento científico.
- Apertura y duda ante nuevos descubrimientos.

De desarrollo de la comunicación y de la expresión:

- Utilización de un vocabulario preciso correspondiente a la actividad científica para posibilitar una fluida comunicación.
- Valoración del trabajo grupal.

## 7. Bibliografía

Detallar la bibliografía. En el caso de libros especificar el título, los autores, la editorial y el año de edición e indicar en el cuadro la cantidad de ejemplares disponibles para los alumnos en la biblioteca y los años de sus ediciones.

Bibliografía	En el caso de libros:	
	Cantidad*	Año de edición
STOEVER, Herman J. - "Transmisión del Calor y sus aplicaciones" - 2ª Ed. Librería del Colegio		1961
BADOS, José María, ROSSIGNOLI, Pedro Juan - "Transmisión del Calor" - Ed. Troquel		1968
PITTS, Donald R., SISSOM, Leighton E. - "Teoría y Problemas de Transferencia de Calor" - 1ª Ed. McGraw Hill		1977
CAO, Eduardo - "Intercambiadores de Calor" - Ed. Edigen		1983
CHAPMAN, Alan J. - "Transmisión del Calor" - 3ª Ed. Bellisco		1984
GUIDI, Guido - "Transmisión del Calor" - Ed. Nueva Librería		1986
HOLMAN, Jack Philip - "Transferencia de Calor" - 8ª Ed. McGraw Hill		1997
INCROPERA, Frank R., DE WITT, David P. - "Fundamentos de Transferencia de Calor" - 4ª Ed. Prentice Hall		1999
HOLMAN, Jack Philip - "Transferencia de Calor" - 10ª Ed. McGraw Hill		1999
KERN, Donald Q. - "Procesos de Transferencia de Calor" - 31ª Ed. CENSA		1999
MANRIQUE VALADEZ, José Ángel - "Transferencia de Calor" - 2ª Ed. Alfaomega		2005
CENGEL, Yunus A. - "Transferencia de Calor y Masa" - 3ª Ed. McGraw Hill		2007
CENGEL, Yunus A., GHAJAR, Afshin J. - "Transferencia de Calor y Masa" - 4ª Ed. McGraw Hill		2011
FERNÁNDEZ DÍEZ, Pedro - "Ingeniería Térmica y de Fluidos" (Transferencia de Calor) - Universidad de Cantabria		
Apuntes de la Cátedra para todas las Unidades Didácticas		2015

\* Disponible en la biblioteca (tanto en formato papel como en digital) para uso de los alumnos.

8. Si la actividad curricular no se dicta en la unidad académica indicar dónde se encuentra disponible la bibliografía.

--

9. Señalar la frecuencia con que se utilizan apuntes de clase.

Siempre	X
Frecuentemente	
A veces	
Casi nunca	
Nunca	

10. Composición del equipo docente actual.

10.1. Responsable a cargo de la actividad curricular.

N° de orden de la ficha docente	
Apellido y nombre	
Título de grado	
Título de posgrado	
Cargo docente	
Dedicación horaria semanal	
Dedicación horaria semanal frente a alumnos*	

\* Promedio a lo largo del dictado de la actividad curricular.

10.2. Profesores.

N° de orden de la ficha docente	
Apellido y nombre	<b>Tano, Oscar Alfredo</b>
Título de grado	<b>Ingeniero Mecánico</b>
Título de posgrado	
Cargo docente	<b>(1 DS) Prof. Adjunto Interino</b>
Dedicación horaria semanal	<b>10</b>
Dedicación horaria semanal frente a alumnos*	<b>3</b>

\* Promedio a lo largo del dictado de la actividad curricular.

10.3. Auxiliares.

Apellido	Nombre	Cargo	Dedicación					Carácter de la designación				Dedicación horaria semanal frente a alumnos*	CUIT/ CUIL		
			A	B	C	D	E	Reg.	Int.	Cont.	Adh.				
<b>Albariño</b>	<b>Francisco Javier</b>	<b>J T P</b>		X						X				<b>3</b>	

\* Promedio a lo largo del dictado de esta actividad curricular.

Referencias: Dedicación: A: menor o igual a 9 horas semanales; B: entre 10 y 19 horas semanales; C: entre 20 y 29 horas semanales; D: entre 30 y 39 horas semanales; E: igual o mayor a 40 horas semanales. Carácter de la designación: Reg: regular; Int: Interino; Cont: contratado; Adh: *Ad honorem*.

**11. Distribución del personal docente de la cátedra según las actividades curriculares a desarrollar.**

Cargo	Cantidad total	Cantidad de docentes que participarán en:					
		Teóricas	Formación experimental	Resolución de problemas	Proyectos y diseños	Práctica supervisada	Otra
Profesor Titular							
Profesor Asociado							
Profesor Adjunto	1	1					
JTP	1			1			
Ayudante graduado							
Ayudante no graduado							
Otros							

**12. Indicar si las actividades se organizan por comisiones.**

Si  No  Algunas

**13. Indicar la cantidad de comisiones y la cantidad de alumnos por comisión. Si la actividad curricular se desarrolló en los dos cuatrimestres o los cuatro bimestres indicar el promedio.**

	Teóricas	Formación experimental	Resolución de problemas	Proyectos y diseños	Práctica supervisada	Otra
Cantidad de comisiones	1		1			
Cantidad de alumnos por comisión	20		20			

**14. Metodologías de enseñanza**

Listar las estrategias didácticas empleadas para garantizar la adquisición de conocimientos, competencias y actitudes en relación con los objetivos. Especificar cuáles son las estrategias implementadas para generar hábitos de autoaprendizaje.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS. ACTIVIDADES

a) De motivación y sondeo de conocimientos previos

- Se realizará un diagnóstico preliminar a fin de repasar los saberes previos con que cuentan los estudiantes del espacio curricular "Termodinámica".

b) De desarrollo

- El desarrollo de la temática se cumplirá con la activa participación de los alumnos, aplicándose una técnica expositiva, lo que permitirá que los mismos no sean sujetos pasivos del aprendizaje.
- Los alumnos conocerán con antelación los temas a desarrollarse en la clase de teoría, a través de los apuntes preparados por la Cátedra y con la bibliografía correspondiente para ser consultada.
- Los ejercicios correspondientes a resolver serán planteados en el pizarrón y orientada su resolución que completarán los alumnos en clase.
- La utilización de software para la resolución de determinados trabajos prácticos permitirá a los alumnos ver como el cambio de valores de alguna de las variables influye sobre el resultado del problema.

c) De consolidación, ampliación y recuperación

- El seguimiento personalizado permanente de los alumnos permitirá una evaluación continua de las tareas propuestas al observar como analizan y aplican los nuevos conocimientos.

## 15. Evaluación

Describir las formas de evaluación, requisitos de promoción y condiciones de aprobación de los alumnos (regulares y libres) fundamentando brevemente su elección. Indicar si se anticipa a los alumnos el método de evaluación y cómo acceden éstos a los resultados de sus evaluaciones como complemento de la enseñanza.

La evaluación será considerada como una instancia más dentro del proceso de aprendizaje del estudiante, teniendo en cuenta la apropiación, comprensión e interpretación de los contenidos, y la vinculación de la teoría con la práctica. La evaluación, que se intentará realizar en forma permanente, no sólo será de una situación de examen, sino de un proceso continuo de aprendizaje.

### REGULARIZAR

Para la "regularización" de la asignatura el estudiante deberá:

- a) estar inscripto en el espacio curricular según el diseño curricular.
- b) asistir a clase, registrando una asistencia mínima del 75% de las clases dictadas.
- c) cumplir con las actividades de formación práctica, las cuales incluyen la aprobación de los trabajos prácticos y la presentación de la carpeta con los problemas desarrollados en clase y también los propuestos por la Cátedra.

### CONDICIONES DE APROBACIÓN DIRECTA - PROMOCIÓN

Para la "aprobación directa", el estudiante deberá cumplir con los requisitos solicitados para la "regularización", y aprobar las instancias de evaluación, las que consistirán en dos exámenes parciales teórico-práctico (uno en cada cuatrimestre) de desarrollo conceptual y problemas seleccionados de la práctica. Para la aprobación de los mismos será necesario alcanzar una nota mínima de seis (6) en cada uno de ellos (tanto para la parte práctica como para la teórica). El estudiante que no apruebe alguna de las instancias de evaluación (sólo se permitirá una de las

dos), tendrá una instancia de recuperación (al final del ciclo lectivo) mediante un examen recuperatorio, en el cual deberá alcanzar la nota mínima de seis (6).

### CONDICIONES DE APROBACIÓN NO DIRECTA - EXAMEN FINAL

En el caso de que el estudiante, que habiendo demostrado niveles mínimos y básicos de aprendizaje, no alcance los objetivos y no reúna las condiciones para la "aprobación directa", o no desee participar de las instancias de evaluación deberá cumplir con los requisitos solicitados para la "regularización", quedando de esa forma habilitado para rendir un examen final.

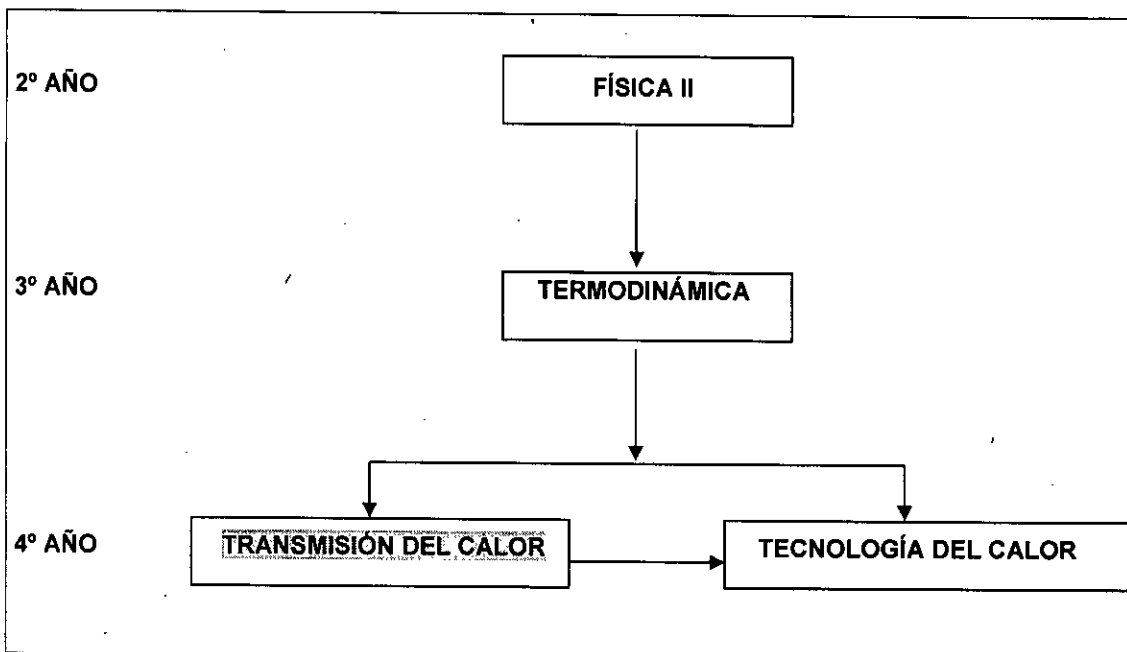
El examen final constará de resolución de problemas y desarrollo de temas teóricos.

Para la aprobación de la asignatura el estudiante, que se presente a un examen final, deberá alcanzar la nota mínima de seis (6).

### NO APROBACIÓN - LIBRE

El estudiante que no haya demostrado niveles mínimos y básicos de aprendizaje, y no cumpla con los requisitos para la "regularización", estará en la condición de "libre" debiendo recurrar la asignatura.

## 16. Articulación horizontal y vertical con otras materias



## 17. Cronograma estimado de clases

Unidad Didáctica 1: de 1º a 2º semana  
Unidad Didáctica 2: de 3º a 9º semana  
Unidad Didáctica 3: de 10º a 13º semana  
Examen parcial 1º cuatrimestre: 14º semana

Unidad Didáctica 4: de 15° a 16° semana  
Unidad Didáctica 5: de 17° a 18° semana  
Unidad Didáctica 6: de 19° a 21° semana  
Unidad Didáctica 7: de 22° a 25° semana  
Unidad Didáctica 8: de 26° a 28° semana  
Unidad Didáctica 9: de 29° a 30° semana  
Examen parcial 2° cuatrimestre: 31° semana  
Examen recuperatorio: 32° semana

**18. Días y Horarios de Consultas**

Teoría: Jueves de 19:00 a 21:00 Presencial

Vía mail

Práctica: Martes de 18:30 a 20:30 Presencial

Vía Mail

.....  
Firma y aclaración del titular de cátedra  
o responsable del equipo docente

Abril 2017