

INGENIERÍA DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Plan anual de actividades académicas - Ciclo lectivo 2023

1. DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

Datos administrativos
<p><u>Departamento:</u> Ingeniería Química</p> <p><u>Carrera:</u> Ingeniería Química</p> <p><u>Duración:</u> 5 años</p> <p><u>Asignatura:</u> Ingeniería de control de la contaminación del aire (Res. CD 434/2021)</p> <p><u>Nivel de la carrera:</u> V</p> <p><u>Bloque curricular:</u> Tecnologías aplicadas</p> <p><u>Área:</u> Ingeniería ambiental</p> <p><u>Carácter:</u> Electiva</p> <p><u>Régimen de dictado:</u> Anual</p> <p><u>Carga horaria semanal:</u> 3 (hs. cátedra)</p> <p><u>Carga horaria total:</u> 96 (hs. cátedra)</p>
Correlatividades
<p><u>Asignaturas correlativas previas</u></p> <p>Para cursar "Ingeniería de control de la contaminación del aire" debe tener cursada:</p> <p><u>Obligatorias:</u> Operaciones Unitarias I/ Operaciones Unitarias II</p> <p>Para cursar "Ingeniería de control de la contaminación del aire" debe tener aprobada:</p> <p><u>Obligatorias:</u> Termodinámica/ Físico Química/ Química Analítica</p> <p>Para rendir "Ingeniería de control de la contaminación del aire" debe tener aprobada:</p> <p><u>Obligatorias:</u> Operaciones Unitarias I/ Operaciones Unitarias II</p> <p><u>Asignaturas correlativas posteriores</u></p> <p>No corresponde</p>
Equipo docente
<p>FERRERO; Eduardo (Prof. Tit. - DE)</p> <p>DUPUY; Mabel (Prof. Adj. - DS)</p>

2. FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS

Describir el sentido de la asignatura en el plan de estudios y en la formación del ingeniero de la especialidad, el posicionamiento desde donde se enseña la disciplina, discutiendo porqué y para qué el estudiante tiene que aprender la presente asignatura en esta etapa de su carrera (hasta 200 palabras).

La fundamentación de la asignatura es formar a los egresados en la problemática sanitaria y ambiental derivada del uso del recurso aire y la generación de emisiones gaseosas. El uso de este recurso

requiere la preservación del mismo tanto en su explotación como en su estado de receptor, asegurando la sostenibilidad del medio.

3. COMPETENCIAS

Para la descripción de este punto considerar las competencias enunciadas en el ANEXO I Libro Rojo de CONFEDI (Ver documento adjunto). Copiar las que correspondan (código y texto) e indicar el nivel de aporte (Bajo / Medio / Alto) de la asignatura para cada competencia.

Competencias Tecnológicas	Nivel de Aporte
CT1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	Medio
CT3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.	Bajo
CT4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	Medio
Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales	Nivel de Aporte
CS6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	Medio
CS7. Comunicarse con efectividad.	Medio
CS8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	Medio
CS9. Aprender en forma continua y autónoma.	Medio
Competencias Específicas	Nivel de Aporte
CE 1.1 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 1.2 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

4. OBJETIVOS/ RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Objetivos

Señalar los objetivos de la asignatura, entendidos como la intencionalidad de los docentes con respecto a lo que esperan que el alumno logre como consecuencia de la propuesta de enseñanza (por ejemplo: Que el alumno logre plantear estrategias de eficiencia energética para diferentes procesos ingenieriles).

- ✓ Identificar los procesos de contaminación del aire.
- ✓ Interpretar las tecnologías de control y/o eliminación de sus emisiones.
- ✓ Reconocer los distintos tipos de contaminantes del aire, tomando en cuenta las características químicas de los mismos.
- ✓ Programar sistemas de monitoreo de contaminantes.
- ✓ Interpretar la legislación vigente.

Resultados de Aprendizaje

Definir los resultados de aprendizaje (RA), entendidos como una declaración muy específica que describe exactamente y de forma medible (posibles de evidenciar) qué es lo que un estudiante será capaz de hacer, expresados como [Verbo de Desempeño]+ [Objeto de Conocimiento]+ [Finalidad]+ [Condición(es) de Referencia/Calidad] (por ejemplo: Plantea estrategias para mejorar las prestaciones y eficiencia energética de diversas actividades ingenieriles mediante la utilización de los principios de la disciplina, considerando el contexto socioeconómico y medioambiental en el que se encuentran insertas), y considerando:

- ✓ incluir únicamente aquellos RA que se consideren elementales para definir el aprendizaje esencial de la asignatura o programa en el contexto de la carrera
- ✓ no necesariamente debe haber una relación biunívoca RA- Unidad Temática
- ✓ se sugiere contar como máximo con 4-5 RAs para la asignatura

1 - Identifica los procesos contaminantes del aire para comprender las tecnologías de control y/o eliminación de sus emisiones, considerando que el uso de los recursos aire es parte de la vida cotidiana.

2 - Reconoce distintos tipos de contaminantes del aire para comprender sus efectos sobre el ambiente, tomando en cuenta las características químicas de dichos contaminantes.

3 - Comprende técnicas de monitoreo de contaminantes para el control de la contaminación atmosférica, considerando la legislación ambiental local y su interpretación.

4 – Programa sistemas de monitoreo de contaminantes para evaluar la calidad del aire de una ciudad teniendo en cuenta sus características y la de las fuentes emisoras.

5. CONTENIDOS DEL PROGRAMA ANALÍTICO (UNIDADES TEMÁTICAS)

Unidad 1: Atmósfera. Composición. Propiedades. División de la atmósfera. Criterios de la división. Criterio a partir de la variación de la temperatura con la altura. Tropósfera: perfil térmico, propiedades. Tropopausa. Mesósfera: perfil térmico, propiedades. Aire no contaminado y aire contaminado. Tipos de contaminantes atmosféricos. Contaminantes criterio y contaminantes peligrosos del aire. Fuentes e importancia. Unidades de medida de las concentraciones de contaminantes en aire.

Unidad 2: Fuentes naturales y antropogénicas. Importancia del CO antropogénico. El CO en el planeta. Química de la formación del CO. Concentración y distribución del CO. Destino del CO atmosférico. Efectos del CO sobre los seres humanos. Porcentaje de carboxihemoglobina en sangre. Efectos del CO sobre los animales, las plantas y los materiales. Medidas de mitigación de la contaminación por CO en la industria, transporte y viviendas. Medidas sin control agregado: mejoramiento de la combustión. Planes de ahorro de energía. Planificación urbana. Medidas de mitigación con control agregado. Tubos de oxidación. Incineradores. Catalizadores.

Unidad 3: Clasificación y estudio de los óxidos de nitrógeno. Fuentes de óxidos de nitrógeno. Fuentes naturales y antrópicas. Los óxidos de nitrógeno como contaminantes. Producción mundial de óxidos de nitrógeno. Química de la formación de los óxidos de nitrógeno. Concentración y distribución. Ciclo fotolítico del NO₂. Niebla fotoquímica. Contaminantes secundarios. Importancia e interacción de la radiación solar. Importancia ante la presencia de hidrocarburos en la atmósfera. Destino de los NO_x en la atmósfera. Efectos de los óxidos de nitrógeno sobre la salud humana, sobre las plantas y los materiales. Control de la contaminación por NO_x. Procesos industriales. Catalizadores para automotores. Medidas de mitigación de la contaminación por NO_x en la industria, transporte y viviendas.

Unidad 4: Fuentes de los óxidos de azufre. Fuentes naturales y antrópicas. Importancia de la contaminación atmosférica por los óxidos de azufre en la Argentina y en el mundo. Química de la formación de los óxidos de azufre. Destino de los óxidos de azufre. Lluvias y neblinas ácidas. Importancia de la combinación con material particulado. Concentración y distribución de los óxidos de azufre. Efectos de los óxidos de azufre sobre el hombre, las plantas y los materiales. Control de la contaminación por SO_x. Procesos industriales. Medidas de mitigación de la contaminación por SO_x en la industria, transporte y viviendas.

Unidad 5: Contenido: Fuentes naturales y antrópicas. Importancia de la contaminación atmosférica por material particulado en la Argentina y en el mundo. Composición química de las partículas. Tamaño de las partículas. Clasificación y peligrosidad en función del tamaño. PM₁₀. PM_{2,5}. Destino de las partículas atmosféricas. Efectos sobre la visibilidad. Concentraciones de partículas. Efectos sobre la radiación solar. Efectos sobre el hombre, las plantas y los materiales. Control de las emisiones de partículas. Equipos industriales. Ciclones. Filtros. Filtros lavadores. Cámaras de precipitación. Precipitadores electrostáticos.

Unidad 6: Fuentes naturales y antrópicas. Importancia de la contaminación atmosférica por hidrocarburos en la Argentina y en el mundo. Química de los Hidrocarburos. Interacción con los NO_x y la radiación solar. Generación de oxidantes fotoquímicos. Concentraciones de hidrocarburos y oxidantes fotoquímicos. Efectos de los hidrocarburos y los oxidantes fotoquímicos sobre el hombre, las plantas y los materiales. Control de la contaminación por HC. Contaminación estratosférica.

Importancia de los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs). Medidas de control de las emisiones.

Unidad 7: Leyes y reglamentaciones de los países más avanzados en la materia. Leyes ambientales en Argentina. Filosofía de la contaminación del aire. Normas sobre emisiones. Normas de la Calidad del aire. Normas de los impuestos sobre emisiones. Normas basadas en el Costo- Beneficio.

Unidad 8: Modelos de estimación de la concentración de contaminantes en el aire. Modelo de caja fija. Modelo de difusión de Gauss. Modelo de celdas múltiples.

6. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE

Descripción de la metodología

Listar las metodologías didácticas activas empleadas para garantizar la adquisición de las competencias antes mencionadas, con relación al propósito y objetivos que desarrolla la asignatura, y para promover el desarrollo de los resultados de aprendizaje.

Describir el enfoque de enseñanza adoptado, así como las estrategias de trabajo en equipos colaborativos, aula invertida y otras metodologías de aprendizaje activo y centrado en el estudiante aplicadas para promover el desarrollo de los resultados de aprendizaje. Detallar las características de las actividades prácticas a desarrollar, el uso de laboratorios físicos y/o remotos/virtuales (si correspondiese) y la utilización significativa del Campus Virtual Global (u otro entorno virtual de enseñanza y aprendizaje) y otros recursos basados en TIC.

Se informa a los alumnos anticipadamente sobre cada unidad temática a desarrollar, para lo cual es necesario tener conocimiento del contenido a través de los apuntes facilitados por la cátedra y de la bibliografía complementaria, mediante el Campus Virtual.

Los docentes exponen los lineamientos del tema y el alumno participa estimulado por medio de sus conocimientos y opiniones en forma individual, dando explicación de cada unidad didáctica.

Se evidencia la vinculación con disciplinas complementarias y se retoman todos los conocimientos del alumno de asignaturas precedentes.

Se discuten en clase publicaciones científicas referidas a las temáticas abordadas en los contenidos teóricos, especialmente se presentan distintas posturas científicas respecto al mismo tema y se posibilita la toma de decisión personal basada en el conocimiento.

Se utilizan proyecciones para facilitar la interacción con los alumnos y la optimización del tiempo. La discusión de contenidos entre pares es otra herramienta que permite avanzar en el conocimiento y la formación de criterio en los alumnos.

Formación experimental: a llevar a cabo en el laboratorio del GESE, en las se requiere el empleo de equipos de monitoreo para distintos contaminantes en aire y posterior aplicación de técnicas de análisis de muestras correspondientes.

Otras actividades prácticas: empleo de modelos matemáticos para estimación de concentraciones de los contaminantes en el aire y resolución de problemas bajo la dirección de los docentes.

Recomendaciones para el estudio

Describir las principales recomendaciones que se les pueden hacer a las y los estudiantes para abordar el aprendizaje de la asignatura, teniendo en cuenta la experiencia del cuerpo docente respecto de desarrollos anteriores.

Se recomienda la lectura previa del material de estudio y posterior seguimiento de los temas durante la clase, con intercambio de preguntas entre docentes y alumnos. Luego de cada clase, sería conveniente por parte del alumnado la utilización de la bibliografía asociada y también la

participación en las clases de consulta.

7. RECURSOS NECESARIOS

Detallar los recursos necesarios para el desarrollo de la asignatura. Considerar todos los aspectos docentes, institucionales y estudiantiles de manera de prever y planificar las necesidades para alcanzar los Resultados de Aprendizaje previstos, incluyendo los siguientes ítems: Espacios Físicos (aulas, laboratorios, equipamiento informático, etc.), Recursos tecnológicos de apoyo (proyector multimedia, software, equipo de sonido, aulas virtuales, etc.), Transporte, seguro, y elementos de protección para desarrollar actividades en laboratorios, empresas, fábricas, entre otros.

Espacios físicos: aula, laboratorio grupo GESE

Recursos tecnológicos de Apoyo: proyector multimedia, computadora, software Screen 3.

8. EVALUACIÓN

Metodologías/ estrategias de evaluación

Detallar las estrategias de evaluación que permitan medir el grado de logro de las competencias que aborda la asignatura y los resultados de aprendizaje definidos, que podrán ser diagnósticas, formativas, sumativas, de proceso, autoevaluación o evaluación por pares, indicando la forma en que los alumnos acceden a los resultados de sus evaluaciones. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán en cada instancia de evaluación (como ser clases, trabajos prácticos, proyectos, exposiciones orales, cuestionarios, portafolios, exámenes parciales) y todo instrumento que permita al estudiante demostrar su nivel de desempeño y obtener una retroalimentación significativa para mejorar.

Indicar la modalidad mediante la cual se informa a los alumnos sobre las condiciones de regularización y aprobación directa de la asignatura.

Se llevará a cabo una evaluación continua del alumno por parte de los docentes de la cátedra, mediante el planteo de cuestionarios guía de las distintas unidades y sus correspondientes discusiones, la resolución de problemáticas asociadas y la realización de trabajos prácticos.

En base a esto, se establecen los siguientes criterios de evaluación:

- Nivel de comprensión de la información obtenida.
- Calidad de ejecución de los trabajos prácticos en el laboratorio.
- Grado de interpretación y análisis de resultados obtenidos en problemas y trabajos prácticos.
- Realización y presentación de informes escritos asociados a los trabajos prácticos.

Se realizarán tres trabajos prácticos:

- Muestreo y análisis de Óxidos de Nitrógeno en calidad de aire.
- Calibración de bombas de alto volumen para el muestreo de material particulado en suspensión.
- Muestreo y análisis de material particulado en suspensión.

Es necesaria la realización de un informe escrito con los resultados y conclusiones obtenidas por los alumnos. Luego de la entrega en fecha y forma se realizarán las correcciones y las respectivas devoluciones en clase, para generar la retroalimentación requerida.

Se efectuarán dos exámenes parciales escritos, teórico - prácticos, con cuestionarios y ejercitación acorde los temas tratados en clase. Cada examen tendrá, luego de su corrección, la devolución en clase correspondiente.

Se utilizarán listas de cotejos y rúbricas como instrumentos de seguimiento y evaluación del logro de

los resultados de aprendizaje en cada una de las actividades de evaluación propuestas. Los estudiantes tendrán conocimiento de éstos antes de la realización de las mismas.

Condiciones de aprobación

Condiciones de Aprobación Directa

Describir las condiciones de aprobación directa, fundamentando brevemente su elección. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán.

- Realización, entrega y aprobación del 80 % de las actividades prácticas planteadas en clase.
- Realización y aprobación de todos los trabajos prácticos propuestos (o sus recuperatorios).
Presentación de los correspondientes informes.
- Aprobación de ambos parciales con un mínimo de 75 % (o sus recuperatorios).

Condiciones de Aprobación No Directa

Describir las condiciones de aprobación no directa, fundamentando brevemente su elección. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán.

- Realización, entrega y aprobación del 60 % de las actividades prácticas planteadas en clase.
- Realización y aprobación del 70 % de los trabajos prácticos propuestos (o sus recuperatorios) con presentación de los correspondientes informes.
- Aprobación de ambos parciales con un mínimo de 60 % (o sus recuperatorios).

Modalidad de Examen Final

Describir la modalidad utilizada en el examen final, fundamentando brevemente su elección. Describir los instrumentos y recursos que se utilizarán.

Modalidad escrito, teórico - práctico, con cuestionario y ejercitación acorde los temas tratados en clase. De ser necesario, puede incorporarse defensa oral para ampliar las respuestas escritas.

9. BIBLIOGRAFÍA

Detallar la bibliografía utilizada y recomendada en la asignatura (se sugiere citar según Normas APA).

Bibliografía obligatoria

De Nevers Noel (1998). Ingeniería de control de la contaminación del aire. McGraw-Hill
Orozco Carmen. (2011). Contaminación Ambiental. Una visión desde la química. Paraninfo
Stocker, H. Stephen & Seager, Spencer L. (1980). Química Ambiental; Contaminación del aire y del agua. Blume
Warner Peter. (1981). Análisis de los contaminantes del Aire. Paraninfo.
Base Legal ECOFIELD. www.ecofield.com.ar.

Bibliografía optativa

Colin Baird. (2004). Química Ambiental. Reverté.
Robert Jennings Heinsonh – Robert Lynn Kabel (1999). Sources and control of air pollutants - Prentice Hall
Henry, J. Glynn & Heinke, Gary W. (1996). Ingeniería Ambiental - Prentice Hall.

Otros materiales del curso: apuntes y presentaciones elaboradas por la cátedra

10. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES Y CARGA HORARIA

Cronograma

Detallar el cronograma semanal de clases, trabajos prácticos y evaluaciones previstos para el desarrollo de la asignatura. Marque el/los tipo/s de actividad/es que se realiza/n.

Semana	Descripción de la Actividad	Tipo de Actividad		
		Teoría	Práctica	Evaluación
01	Feriado			
02	Presentación de la cátedra	X		
03	Feriado			
04	Dictado Unidad 1. Ejercitación de aula	X		
05	Dictado Unidad 1. Ejercitación de aula	X	X	
06	1er Llamado a examen s/calendario académico.			
07	Dictado Unidad 2. Ejercitación de aula	X		
08	2do Llamado a examen s/calendario académico.			
09	Dictado Unidad 2. Ejercitación de aula	X	X	
10	Feriado			
11	Dictado Unidad 3. Ejercitación de aula	X		
12	Dictado Unidad 3. Ejercitación de aula	X	X	
13	TP: Determinación de Óxidos de Nitrógeno en Aire respirable mediante estaciones de monitoreo del tipo Químicas Activas y Pasivas.		X	
14	Dictado Unidad 4. Ejercitación de aula	X		
15	Dictado Unidad 4. Ejercitación de aula		X	
16	Primer Examen Parcial			X
17	Dictado Unidad 5. Ejercitación de aula	X		
18	3er Llamado a examen s/calendario académico			
19	Dictado Unidad 5. Ejercitación de aula	X	X	
20	Dictado Unidad 6. Ejercitación de aula	X		
21	Dictado Unidad 6. Ejercitación de aula	X	X	
22	4to Llamado a examen s/calendario académico			
23	TP: Calibración de rotámetros en bombas de alto volumen		X	
24	TP: Determinación de Material Particulado en Aire respirable mediante bombas de alto volumen		X	
25	Dictado Unidad 6. Ejercitación de aula	X	X	
26	Dictado Unidad 7. Ejercitación de aula	X		
27	Dictado Unidad 7. Ejercitación de aula	X	X	
28	Feriado			
29	Dictado Unidad 8. Ejercitación de aula	X		
30	Dictado Unidad 8. Ejercitación de aula	X	X	
31	Segundo Examen Parcial			X
32	Recuperatorios			X
33	Recuperatorios			X

Distribución de la carga horaria total

Estimar la carga horaria destinada a cada tipo de actividad a desarrollar en la asignatura, tanto áulica como extra-áulica (no debe superar el 100% de la carga áulica).

	Carga horaria áulica	Carga horaria extra-áulica
Formación teórica	61	20
Ejercitación de aula y problemas tipo	15	8
Formación experimental	6	
Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudio de casos	9	4
Formulación, análisis y desarrollo de proyectos	5	
Total	96	32

Cronograma de las instancias de evaluación parciales e integración

Indicar las fechas tentativas de las instancias de evaluación previstas (parcial, globalizador, trabajo práctico, coloquio, exposición oral, proyecto, etc.) y sus respectivos recuperatorios (si corresponde).

Tipo de evaluación	Fecha	Observaciones
Primer Examen Parcial	07/07/2023	
TP 1: Determinación de Óxidos de Nitrógeno en Aire respirable mediante estaciones de monitoreo del tipo Químicas Activas y Pasivas	16/06/2023	
TP 2: Calibración de rotámetros en bombas de alto volumen	08/09/2023	
TP 3: Determinación de Material Particulado en Aire respirable mediante bombas de alto volumen	15/09/2023	
Segundo Examen Parcial	03/11/2023	
Recuperatorios Parciales para acceder a Aprobación Directa	24/11/2023	Recuperatorios de primer parcial, segundo parcial o ambos
Recuperatorios TP	14/11/2023	Posibilidad de recuperar todos los no aprobados
Recuperatorios Parciales para acceder a Aprobación No Directa	28/11/2023	Recuperatorios de primer parcial, segundo parcial o ambos

11. MODALIDAD Y HORARIOS DE CONSULTAS

Especificar modalidad, días, horarios y lugar de las consultas de la asignatura.

Las clases de consulta se llevarán a cabo los días viernes a las 18 hs. Correos electrónicos de contacto: ejoferrero@hotmail.com y mabeldupuy@gmail.com. Modalidad presencial o virtual, según sea el caso.

12. ACTIVIDADES DE CÁTEDRA

Actividades de Docencia

Detallar las actividades previstas respecto a la función docencia en el marco de la asignatura; reuniones de asignatura y área, indicando cronograma previsto; dirección y supervisión de los y las estudiantes en trabajos de campo, pasantías, visitas a empresas, indicando cronograma previsto; atención y orientación al estudiantado; etc.

Reuniones mensuales del equipo docente para analizar el progreso del dictado de clases y la situación de los alumnos con respecto a las actividades que se van planteando durante el cursado.

Actividades de Investigación y/o Extensión (si corresponde)

Detallar las actividades de los docentes de la asignatura respecto a la función investigación/extensión; propuestas de la cátedra para introducir a las y los estudiantes a actividades de investigación/extensión.

Se propone acercar a los alumnos a las actividades de investigación sobre el recurso aire, llevadas a cabo por el grupo GESE UTN FRRO, en base a proyectos vigentes y convenios con terceros, que estén estrictamente relacionados con los temas de la cátedra.

13.OBSERVACIONES

Detallar cualquier otra observación no incluida en los apartados anteriores



Mg Eduardo J. Ferrero

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