

## PROGRAMA DE CURSO CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Contaminación Atmosférica	Código	GF3005	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Air Pollution</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF4006: Métodos de exploración geofísica					

### B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes conceptualicen los procesos que determinan la evolución física y química, así como la dispersión de trazas atmosféricas: emisiones, mezcla y transporte, química atmosférica, deposición húmeda y seca.

También habrán adquirido experiencia en la utilización e interpretación de modelos numéricos para explicar procesos, con énfasis en problemas de contaminación urbana y en torno a megafuentes. Con todo, los y las estudiantes podrán relacionar procesos naturales y antrópicos con la emisión de contaminantes primarios y la producción de contaminantes secundarios.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como: riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE4: Caracterizar las variables geofísicas asociadas a los peligros, riesgos geofísicos y la prospección de los recursos naturales, procesando los datos obtenidos en terreno.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales,

académicos y profesionales.

**CG2: Comunicación en inglés**

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

**CG4: Trabajo en equipo**

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

**CG5: Sustentabilidad**

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

### C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Resuelve ecuaciones simples de balance de masa, para estimar el tiempo de recambio de contaminantes y las respectivas escalas espaciales y temporales de problemas de contaminación.
CE1, CE5	RA2: Aplica el principio de conservación de masa, deduciendo los procesos que afectan la dispersión y transformación de contaminantes.
CE1	RA3: Utiliza e interpreta modelos numéricos de procesos que determinan la evolución física y química, así como la dispersión de contaminantes atmosféricos, para evaluar efectos de las emisiones antropogénicas y naturales con énfasis en zonas urbana y en torno a megafuentes.
CE2	RA4: Relaciona procesos naturales y antrópicos con la emisión de contaminantes primarios, considerando la estimación de emisiones y la posterior generación de inventarios.
CE4	RA5: Investiga sobre problemas de contaminación atmosférica que afectan a zonas urbanas y megafuentes, considerando revisión de literatura científica especializada, a fin de explicar los efectos de la contaminación en estas zonas.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA6: Explica en forma oral y escrita, de manera clara y coherente, los resultados de una investigación sobre los efectos de la contaminación en zonas urbanas y megafuentes.
CG1, CG2	RA7: Relaciona e integra información proveniente de la lectura de múltiples fuentes (textos y artículos en inglés y español) para desarrollar una comprensión profunda sobre causas y efectos de la contaminación atmosférica.
CG4	RA8: Ejecuta con su equipo actividades académicas, compartiendo, de forma clara y precisa, información, para aportar al logro de los objetivos comunes.
CG5	RA9: Analiza problemas asociados a las emisiones antropogénicas y naturales, a fin de determinar el impacto de los contaminantes sobre la salud humana, la visibilidad, el clima.

### C. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Escalas de tiempo y espacio de problemas de contaminación atmosférica	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Estructura y composición atmosférica. 1.2. Escalas de tiempo y espacio características de problemas de contaminación. 1.3. Tiempos de recambio y residencia. 1.4. Balance de masa para un reservorio.		El/la estudiante: 1. Clasifica problemas de contaminación considerando escalas de tiempo y espacio (locales, regionales, globales). 2. Define conceptos de tiempo de recambio y residencia. 3. Resuelve ecuaciones simples de balance de masa en problemas que se le presentan.	
Bibliografía de la unidad		Rodhe, H., 2000 M. Jacobson, Charlson, Rodhe&Orians, 2000	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2	Ecuación de continuidad	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Deducción de la ecuación de continuidad de masa para trazas atmosféricas. 2.2. Advección, turbulencia, difusión molecular.		El/la estudiante: 1. Identifica los términos de la ecuación de continuidad. 2. Resuelve ejemplos simples de ecuación para trazas atmosféricas. 3. Utiliza los términos de ecuación de continuidad, para caracterizar fenómenos físicos de la contaminación.	
Bibliografía de la unidad		Brasseur&Jacob, 2017	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3	Circulaciones, estabilidad y transporte	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Elementos de circulación general de la atmósfera. 3.2. Circulaciones radiativas (valle – montaña, brisa marina). 3.3. Elementos de micrometeorología. 3.4. Superposiciones de escala.		El/la estudiante: 1. Describe cualitativamente la circulación y condiciones de estabilidad que afectan la dispersión de contaminantes en diversas zonas de interés (por ejemplo, la cuenca de Santiago). 2. Relaciona condiciones atmosféricas con patrones de	

<p>3.5. Algunas circulaciones particulares (e.g. vaguadas costeras).</p> <p>3.6. Representación de la advección y la turbulencia (Fick).</p> <p>3.7. Presentación del sistema de Navier – Stokes.</p>	<p>transporte y mezcla.</p> <p>3. Estima para una situación meteorológica dada, el alcance espacial de impactos asociados a contaminantes.</p>
<b>Bibliografía de la unidad</b>	Wallace & Hobbs, 2006)

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA3, RA4, RA9	Transformaciones físico-químicas	3 semanas
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
<p>4.1. Cinética de las reacciones químicas y fotoquímicas en la atmósfera.</p> <p>4.2. Contaminación fotoquímica (condiciones, módulos fotoquímicos, etc.).</p> <p>4.3. Contaminación por aerosoles.</p> <p>4.4. Impactos (salud, visibilidad, clima).</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica los posibles efectos de varios contaminantes, como compuestos de azufre y nitrógeno (oxidados y reducidos), ozono, material particulado, entre otros, considerando sus impactos sobre la salud humana, la visibilidad, el clima, etc.</li> <li>2. Reproduce un resultado y elabora un modelo fotoquímico simplificado, identificando los procesos responsables de la aparición de contaminación fotoquímica y de la formación de aerosoles.</li> <li>3. Predice los efectos futuros de su accionar, de manera concreta a través de metodologías relacionadas con problemas de contaminación atmosférica.</li> </ol>	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		Seinfeld & Pandis, 2016 M. Z. Jacobson, 2002.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA3, RA4	Procesos de emisión y remoción (fuentes y sumideros físicos)	1 semana
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
<p>5.1. Procesos deposición seca y húmeda.</p> <p>5.2. Representación en modelos de dispersión.</p> <p>5.3. Medición y estimación.</p> <p>5.4. Clasificación de tipos de fuentes.</p> <p>5.5. Inventarios de emisiones.</p> <p>5.6. Modelación de emisiones.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza y describe métodos de medición de procesos de remoción.</li> <li>2. Utiliza métodos de medición de procesos de remoción, a partir de ejemplos que se le dan.</li> <li>3. Calcula tasas de remoción y estima tiempos de recambio respecto de los procesos de deposición.</li> <li>4. Distingue y analiza los procesos que, en general,</li> </ol>	

	<p>controlan la emisión de diversos tipos de contaminantes.</p> <p>5. Analiza inventarios respecto factores de emisión, niveles de actividad, para caracterizar procesos y contaminantes.</p>
<b>Bibliografía de la unidad</b>	Brasseur & Jacob, 2017

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA3, RA5, RA6, RA7, RA8	Modelos de dispersión y su aplicación	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>6.1. Características de los modelos de escala: urbana, regional, global.</p> <p>6.2. Parametrización de procesos.</p> <p>6.3. Criterios de elección de modelos ante problemas particulares.</p> <p>6.4. Metodologías de validación de modelos de dispersión atmosférica.</p> <p>6.5. Elementos de LINUX y lenguajes computacionales (FORTRAN, C, etc.).</p> <p>6.6. Formatos y estructura de datos.</p> <p>6.7. Visualización.</p> <p>6.8. Criterio de Courant-Levy-Friedrich.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica y utiliza modelos de escala: urbana, regional, global.</li> <li>2. Describe y analiza parametrizaciones de procesos de dispersión en modelos.</li> <li>3. Selecciona modelos según el tipo de problema a analizar.</li> <li>4. Define metodologías de validación de modelos de dispersión atmosférica.</li> <li>5. Elabora en modo asistido modelos de dispersión contemporáneos.</li> <li>6. Relaciona, jerarquiza e integra en sus escritos información proveniente de múltiples fuentes, debidamente citadas.</li> <li>7. Expone en forma oral y escrita, utilizando recursos verbales y no verbales para guiar a la audiencia en la interpretación y en los aspectos clave sobre modelos de dispersión y su aplicación.</li> <li>8. Comparte al equipo información, conocimientos y experiencias de forma clara y precisa para aportar al logro de los objetivos comunes.</li> <li>9. Calcula estimaciones para los diversos impactos de su actividad, a través de metodologías apropiadas y pertinentes a su quehacer disciplinar.</li> </ol>	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		Brasseur & Jacob, 2017	

### E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

La metodología de trabajo es activo-participativa y considera clases expositivas, resolución de problemas y exposición orales.  
Hay un especial énfasis en el análisis crítico sobre las materias a partir de la lectura de diversos textos.

### F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

Para esta propuesta se consideran las siguientes instancias de evaluación:

- Exposiciones.
- Informe escrito de trabajo de investigación en modalidad similar a artículo de investigación.
- Controles y tareas.

### G. Recursos bibliográficos:

#### Bibliografía obligatoria:

- [1] Brasseur, G. P., & Jacob, D. J. (2017). Modeling of Atmospheric Chemistry: Cambridge University Press.
- [2] Jacobson, M. Z. (2002). Atmospheric pollution: history, science, and regulation: Cambridge University Press.

#### Bibliografía Complementaria:

- [3] Jacobson, M., Charlson, R. J., Rodhe, H., & Orians, G. H. (2000). Earth System Science: from biogeochemical cycles to global changes (Vol. 72): Academic Press.
- [4] Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016). Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change: John Wiley & Sons.
- [5] Wallace, J. M., & Hobbs, P. V. (2006). Atmospheric science: an introductory survey (Vol. 92): Elsevier.

### H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Nicolás Huneeus, Laura Gallardo
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular