



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>Facultad de Filosofía y Letras</b> <b>División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia</b> <b>Licenciatura en Geografía</b> <b>Modalidad Universidad Abierta</b>			
<b>Asignatura: Meteorología y Climatología</b> <b>Profesor: Dr. David Maximiliano Zermeño Díaz (correo: davidzermeno@filos.unam.mx)</b>			
<b>Clave: 1423</b>	<b>Semestre: 4°</b>	<b>Créditos: 18</b>	<b>Área de conocimiento: GEOGRAFÍA FÍSICA</b>
<b>Modalidad: Curso (X) Taller ( )</b>		<b>Tipo: Teórico (X) Práctico ( )</b>	
<b>Laboratorio ( ) Seminario ( )</b>		<b>Teórico/Práctico ( )</b>	
<b>Carácter: Obligatorio (X) Optativo ( )</b>		<b>Horas: 3 hrs/semana</b>	

## 1. INTRODUCCIÓN

Este curso explora el comportamiento de los fenómenos meteorológicos y climatológicos más relevantes para México, y lo hace no solo con la perspectiva de entender sus causas físicas, sino también de entender cómo tal información nos podría ayudar a plantear soluciones a problemáticas nacionales. Por ejemplo, nos interesa saber no solo qué mecanismos generan nubes de lluvia y periodos húmedos, sino también cómo ello nos puede servir para entender y pronosticar inundaciones, deslaves, erosión – o por el otro lado – sequías y desertificación. En este tenor, se abordan las bases físicas de cómo las actividades humanas han causado el cambio climático, y cuáles podrían ser sus consecuencias para México. En el curso, compaginaremos la teoría sobre teoría de fenómenos atmosféricos con su observación en tiempo real usando imágenes de satélites, cartas sinópticas, salidas de modelos, y otras fuentes de información del área.

Debido a que en este curso se abordan una cantidad sustancial de conceptos, procesos, fenómenos y teorías, el temario está estructurado de forma lógica, apoyándose en la clara división que guardan la Meteorología y la Climatología.



Ambas ciencias se dividen en la escala temporal: mientras que la primera se enfoca en fenómenos atmosféricos de corta duración (de horas, días y hasta semanas), la segunda se enfoca en fenómenos de larga duración (en escalas de años). Entonces, este curso comprende 4 unidades: las primeras 2 unidades abordan aspectos y mecanismos básicos del área, y las otras 2 abordan los temas de meteorología y de la variabilidad geográfica del clima de México a fondo. Bajo este orden, los temas vistos en las primeras unidades sirven para los vistos después; las unidades 1 y 2 son la base para entender las unidades 3 y 4.

En particular, en la unidad 1 se abordan los aspectos básicos del área, como los variables que usan para describir la atmósfera, y la composición y estructura de la misma. La unidad 2 está enfocada a entender procesos básicos, como los patrones de convergencia y divergencia, y como la estabilidad atmosférica. En la unidad 3 se abordan fenómenos meteorológicos relativamente complejos, como la formación de nubes, huracanes y frentes fríos. Al final de esta unidad se presentan algunos ejemplos con énfasis en la protección civil, ya que dicha área tiende a concentrar las aplicaciones de la meteorología. De forma similar, en la unidad 4 se aborda el tema del clima de México desde dos perspectivas, desde la perspectiva de sus patrones típicos, y desde la perspectiva de su variabilidad y los fenómenos regionales que la componen (como la canícula y el Monzón Mexicano). Estos temas sirven como base para entender los posibles impactos del cambio climático, y cómo ésta información podría aplicarse en tres sectores estratégicos (salud, agro, y energía) por su relevancia en el contexto nacional, y en el campo laboral de la Geografía.

Esta asignatura no tiene antecedentes directos, pero para cursarla, es recomendable contar con las bases de asignaturas de Geografía General y Fisiografía, Matemáticas y Estadística. Horizontalmente está directamente relacionada con Laboratorio de Meteorología y Prácticas de Geografía Económica. Respecto a su relación con asignaturas subsecuentes, esta materia tiene aportes a Ocenografía, Hidrología, Edafología y Biogeografía, y en general a las asignaturas en las que la componente física del medio geográfico es abordada. Las actividades que se realizarán involucran tanto la teoría como la práctica; se realizarán actividades en grupo, y se fomentará el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). La calificación final será formada con la evaluación de 10 actividades que en su mayoría se revisarán durante las asesorías, las cuales representan el 60% de la calificación (aunque la asistencia no es obligatoria), así como con la evaluación de



dos exámenes, a cada uno le corresponde el 20% de la calificación (en caso de reprobado el primero, el segundo tendrá un valor de 40%). Las actividades se podrán entregar durante las asesorías o en el aula virtual del grupo.

Si las clases se tienen que llevar a cabo de forma virtual, la plataforma que usaremos será *Meet*.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 General

Entender las principales causas y factores que determinan los fenómenos meteorológicos y climáticos en México, con el propósito de aplicar este conocimiento a la solución de problemáticas nacionales en diversos sectores de la sociedad.

### 2.2. Particulares

- \* Conocer las bases de la meteorología y climatología moderna para con éstas poder analizar los fenómenos (meteorológicos y climáticos) más importantes a escala global y a escala regional en México.
- \* Explorar la estructura de la atmósfera en su componente vertical, y en su componente horizontal.
- \* Analizar las principales características del clima de México mediante enfoques basados en la variabilidad del clima y mediante enfoques basados en características promedio, como el aplicado en las clasificaciones climáticas.
- \* Evaluar los posibles impactos de las actividades humanas en el clima de México, y evaluar los posibles impactos del cambio climático en México con el objetivo de desarrollar actitudes de compromiso social para la búsqueda de soluciones a problemáticas nacionales.

<b>3. TEMARIO</b>	
<b>Unidad 1. La atmósfera</b>	
1.1 Introducción	1. Tiempo y clima 2. La atmósfera como un fluido
1.2 Estructura vertical de la atmósfera	1. Composición química 2. Perfil vertical de temperatura y densidad 3. Las capas de la atmósfera



1.3 Radiación atmosférica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Leyes de radiación</li> <li>2. Radiación solar y terrestre</li> <li>3. El efecto invernadero</li> </ol>
1.4 Procesos adiabáticos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relación entre presión, temperatura y volumen</li> <li>2. Calor, energía y movimiento</li> <li>3. Efecto sombra de lluvia</li> </ol>
<b>2. Mecanismos básicos</b>	
2.1 Fuerzas y viento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fuerza de flotación</li> <li>2. Fuerzas en la atmósfera</li> <li>3. Viento geostrófico, gradiente y real</li> <li>4. Convergencia y divergencia</li> </ol>
2.2 Estabilidad atmosférica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipos de estabilidad</li> <li>2. Estabilidad en ambientes húmedos</li> <li>3. Inversiones de temperatura (contingencias atmosféricas)</li> </ol>
2.3 Brisas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad calorífica</li> <li>2. Brisas de mesoescala</li> <li>3. Una súper brisa: El Monzón</li> </ol>
2.4 Circulación global	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principios físicos</li> <li>2. El modelo de tres celdas</li> <li>3. Observaciones</li> </ol>
<b>Unidad 3. Meteorología</b>	
3.1 Formación de nubes y lluvia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Influencia de los ciclos diurno y estacional</li> <li>2. Procesos de formación de nubes y precipitación</li> <li>3. Tipos de nubes</li> </ol>
3.2 Sistemas tropicales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ondas del este</li> <li>2. Perturbaciones, depresiones y tormentas tropicales.</li> <li>3. Ciclones tropicales</li> </ol>
3.3 Sistemas de latitudes medias	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Masas de aire y frentes fríos, cálidos y ocluidos</li> <li>2. Ciclones extratropicales</li> </ol>
3.4 Métodos de pronóstico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Método dinámico</li> </ol>



meteorológico	2. Método estadístico
<b>Unidad 4. Climatología</b>	
4.1 Patrones típicos del clima de México	1. Controles de temperatura 2. Características regionales del clima de México
4.2 Clasificación climática	1. Historia y tipos de clasificaciones 2. La clasificación de Köppen 3. La clasificación de Köppen adaptada por García
4.3 Elementos de la variabilidad climática de México	1. La canícula 2. El jet Caribeño de bajos niveles 3. La zona de convergencia inter tropical del Pacífico del este 4. El Monzón Mexicano (de Norteamérica) 5. El Niño/La Niña y otros modos de baja frecuencia
4.4 Cambios en el clima	1. Cambios en el clima del pasado 2. Modelos del clima: ¿Cómo predecir en escalas de meses, años y décadas? 3. Cambio climático global y sus impactos en México 4. Cambios en el clima regional por acción humana (isla de calor, lluvia ácida)
4.5 Aplicaciones de la climatología	1. Clima y salud 2. Clima y agro

<b>4. ACTIVIDADES</b>		
<b>Unidad 1.</b>		
1.1	Actividad 1.	
	Tabla de variables.	Se describen las principales variables usadas en meteorología en una tabla, y se muestran sitios <i>web</i> para la consulta de éstas con registros históricos y en “tiempo real”.
1.2-	Actividad 2.	
1.3	Procesos	Con un ejemplo idealizado, se describe cómo diferentes



	termodinámicos del gas ideal.	combinaciones de cambios en presión, temperatura y densidad pueden afectar un volumen de aire atmosférico. Después, tal descripción se aplica en dos casos realistas en la atmósfera.
1.4	Actividad 3.	
	El papel de la humedad en la troposfera.	Se usa la ecuación de Clausius-Clapeyron para entender la dependencia de la humedad atmosférica con la temperatura, y para entender las diferencias entre humedad relativa y humedad específica.
<b>Unidad 2.</b>		
2.1	Actividad 4.	
	Radiación solar y atmosférica.	Se analiza por qué la tierra se calienta desde la superficie hacia arriba en la primer capa de la atmósfera; se explica por qué es importante que la atmósfera se comporte como un cuerpo selectivo en términos de su absorción de radiación.
2.2	Actividad 5.	
	Sistemas de alta/baja presión en “tiempo real”	Se analiza el balance de fuerzas principales que intervienen en la circulación típica de núcleos de alta y de baja presión en la página “windy.com”.
2.3	Actividad 6.	
	Entendiendo las causas de la circulación global.	Usando conceptos físicos básicos, se analizan las causas de los principales patrones de circulación global en un mapa.
<b>Unidad 3.</b>		
3.1	Actividad 7.	
	Observación de nubes, con satélites.	Usando imágenes satelitales de nubosidad se analizan las horas en las que se forman predominantemente más nubes a lo largo de regiones costeras, montañosas y en los valles, y se provee una explicación meteorológica de por qué ello ocurre así.
3.3	Actividad 8.	
	Supongamos que trabajamos en Protección Civil.	Usando imágenes satelitales, salidas de modelos, y observaciones, se analiza el paso de ondas del este, de perturbaciones tropicales, de tormentas tropicales y huracanes. Luego, se toman casos de estudio para emitir pronósticos y alertas a la protección civil.
<b>Unidad 4.</b>		



4.2	Actividad 9.	
	Analítico-descriptiva	En una tabla se enlista, y se explica el papel de al menos 10 elementos importantes que forman la variabilidad climática en México. En esta tabla, también se debe mencionar si el cambio climático tendrá un posible impacto en cada uno de dichos elementos.
4.3 - 4.4	Actividad 10.	
	El clima es un recurso natural.	Se analiza el clima de México usando la clasificación climática de García, y se compara con otros métodos de análisis. Luego, se explica cómo el conocimiento del clima regional de México podría ser usado para la solución de una problemática nacional específica.

## 5. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Crterios	Porcentajes
Examen 1	20%
Examen 2	20%
Actividades	60%

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1. Bibliografía Básica

- Aguado E. y Burt J., 2015: "Understanding Weather and Climate". 7th edition. 570 pp. Pearson.
- Ahrens, C. D., & Henson, R. (2021). Meteorology today: an introduction to weather, climate, and the environment. Cengage learning.
- Ayllón T., (2013). Elementos de Meteorología y Climatología. 3a. ed. México, Trillas.
- Barrett, E. (2019). Climatology from satellites. Routledge.
- García, E. 2004: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. Quinta edición corregida y aumentada. Núm. 6. ISBN-UNAM: Serie Libros (Obra General) 968-36-7398-8
- Gruntfest, E. (2018). Weather and society: Toward integrated approaches. John Wiley & Sons.
- Ignacio, Z. L., y Emilia, C. D. A. (2021). Meteorología y climatología. Editorial UNED.
- Strahler A. H. 2011: "Introducing Physical Geography". John Wiley and Sons, Inc. Fifth Edition. 658 pp.





Zermeño-Díaz, D. M., y coautores 2020. “Meteorología y Climatología”. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 978-607-30-3397-8.

## **6.2. Bibliografía Complementaria**

- Barry R. G. y Chorley R., 2003: *Atmósfera, Tiempo y Clima*. Roudledge. Octava Edición. 462 pp. ISBN 0-203-42823-4.
- Barry, K., Borovnik, M., & Edensor, T. (Eds.). (2021). *Weather: Spaces, Mobilities and Affects*. London: Routledge.
- IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, y B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- Landa, R., Magaña, V. & Neri, C., 2008: “Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático. SEMARNAT.
- Strauss, S., y Orlove, B. S. (Eds.). (2021). *Weather, climate, culture*. Routledge.
- Troccoli A., Dubus L., y Haupt S., 2014: “Weather Matters for Energy”. Springer.
- Wallace, J, y Hobbs, J, 2013: “Atmospheric Science an Introductory Survey”. Elsevier. Segunda Edición, 505 pp. ISBN 13: 978-0-12-732951-2.