

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	---------

PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR

MÓDULO III: Meteorología

OBJETIVOS GENERALES

Al término del curso, el alumno será capaz de:

- Mantener un gobierno seguro en todo momento
- Mantener un servicio de vigía adecuado utilizando la vista y el oído
- Contribuir a la vigilancia y el control de una guardia segura
- Observar y proteger el medio ambiente marino, aplicando los protocolos establecidos.
- Utilizar el equipo de emergencia y aplicar procedimientos de emergencia
- Formar parte de una guardia segura, cumpliendo eficazmente con las indicaciones del Capitán de Puerto.
- Entender las órdenes y hacerse entender en todo cuanto se relacione con los cometidos relacionados con la guardia.
- Hacer funcionar el equipo de maniobras en cubierta y aplicar los procedimientos de emergencia
- Realizar tareas de manutención de acuerdo al cuadro de rutinas a bordo y cumplir con los protocolos de seguridad.
- Aplicar conocimientos relativos al funcionamiento de la maquinaria, en condiciones de trabajo defectuoso.
- Participar en los ejercicios de emergencia dispuestos para la seguridad de la nave.
- Interpretar la información al leer los parámetros del barómetro, termómetro y otros equipos de meteorología.
- Mantener conductas de atención y cuidado al momento de efectuar rutinas de inspección en los equipos de trabajo.
- Mantener comunicación eficaz con el resto del personal, comprendiendo las órdenes y entregar ideas claras al discutir por determinados medios de trabajo y acciones a seguir.
- Coordinar actividades de traslado de personal, en cumplimiento de servicios comerciales.
- Establecer comunicaciones con los controles marítimos VTS y cumplir con las regulaciones locales del puerto.
- Conocer y respetar las instrucciones locales de cada Capitanía de Puerto.

UNIDAD TEMATICA III:

Objetivos específicos

- 3.1 Identificar las propiedades físicas atmosféricas y su composición.
- 3.2 Conocer y aplicar el concepto de presión y presión atmosférica
- 3.3 Conocer la circulación de los vientos en general y su asociación a sistemas de presión
- 3.4 Reconocer y describir los distintos sistemas de presiones y su comportamiento
- 3.5 Clasificar y especificar los instrumentos meteorológicos usados a bordo y su aplicación para el pronóstico de las condiciones de tiempo
- 3.6 Identificar y definir las instrucciones para el reporte de las condiciones de tiempo observadas.

MÓDULO III: Meteorología

Introducción a la Meteorología.
Presión Atmosférica
Temperatura
Humedad
Circulación
Frentes
Precipitación

La **meteorología** (del griego μετέωρον *metéōron* ‘alto en el cielo’, ‘meteoro’; y λόγος *lógos* ‘conocimiento’, ‘tratado’) es la ciencia atmosférica interdisciplinaria que estudia el estado del tiempo, el medio atmosférico, los fenómenos meteorológicos y las leyes que los rigen con apoyo de disciplinas auxiliares como la física de la atmósfera y la química de la atmósfera.

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	---------

Meteorología y climatología

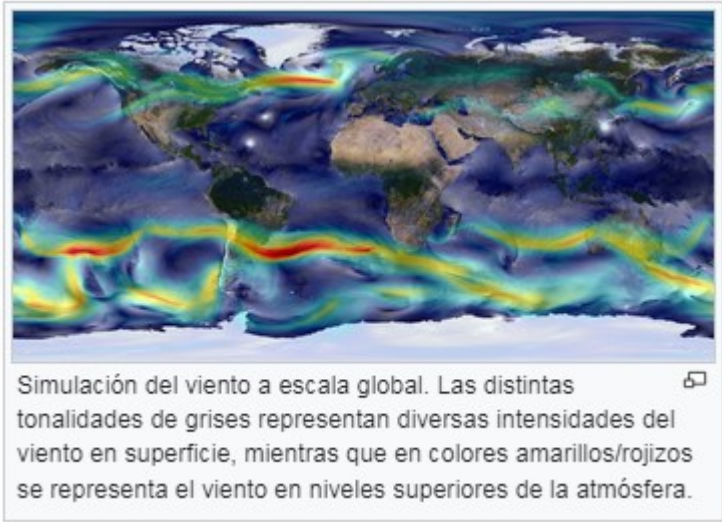
La Tierra está constituida por tres partes fundamentales: una parte sólida llamada litosfera, otra cubierta por agua llamada hidrosfera y una tercera, que envuelve a las dos anteriores, conformada por una capa gaseosa denominada atmósfera. Éstas se relacionan entre sí produciendo modificaciones profundas en sus características. La ciencia que estudia estas características, las propiedades y los movimientos de las tres capas fundamentales de la Tierra, es la geofísica. En ese sentido, la meteorología es una rama de la geofísica que tiene por objeto el estudio detallado de la envoltura gaseosa de la Tierra y los fenómenos que en ella ocurren.

Se debe distinguir entre las condiciones actuales y su evolución (lo cual constituye el tiempo atmosférico) y las condiciones medias durante un largo período (que se conoce como clima de un lugar o una región). En este sentido, la meteorología es una ciencia auxiliar de la climatología ya que los datos atmosféricos obtenidos en múltiples estaciones meteorológicas durante largo tiempo se usan para definir el clima, predecir el tiempo, comprender la interacción de la atmósfera con otros subsistemas, etc. El conocimiento de las variaciones meteorológicas y el impacto de las mismas sobre el clima han sido siempre de suma importancia para el desarrollo de la agricultura, la navegación, las operaciones militares y la vida en general.

Historia de la meteorología

Atlas meteorológico de 1887.

Desde la más remota antigüedad se tiene constancia de la observación de los cambios en la atmósfera y de otros componentes asociados con el movimiento de los astros, con las estaciones del año y con fenómenos relacionados. Los antiguos egipcios asociaban los ciclos de crecida del Nilo con los movimientos de las estrellas explicados por los movimientos de los dioses, mientras que los babilonios predecían el tiempo guiándose por el aspecto del cielo. Pero el término «meteorología» proviene de Meteorologica, título del libro escrito alrededor del año 340 a. C. por Aristóteles, quien presenta observaciones mixtas y especulaciones sobre el origen de los fenómenos atmosféricos y celestes. Una obra similar, titulada *Libro de las señas*, fue publicada por Teofrasto, un alumno de Aristóteles; se centraba en la observación misma de los fenómenos más que en la previsión del tiempo.



Los progresos posteriores en el campo meteorológico se centraron en que nuevos instrumentos, más precisos, se desarrollaran y pusieran a disposición. Galileo construyó un termómetro en 1607, seguido de la invención del barómetro por parte de Evangelista Torricelli en 1643. El primer descubrimiento de la dependencia de la presión atmosférica con relación a la altitud fue realizado por Blaise Pascal y René Descartes; la idea fue profundizada luego por Edmund Halley. El anemómetro, que mide la velocidad del viento, fue construido en 1667 por Robert Hooke, mientras que Horace de Saussure completa el elenco del desarrollo de los más importantes instrumentos meteorológicos en 1780 con

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	--	----------------

el higrómetro a cabello, que mide la humedad del aire. Otros progresos tecnológicos, que son conocidos principalmente como parte del progreso de la física, fueron la investigación de la dependencia del volumen del gas sobre la presión, que conduce a la termodinámica, y el experimento de Benjamin Franklin con la cometa y el rayo. Franklin fue asimismo el primero en registrar de modo preciso y detallado las condiciones del tiempo en base diaria, así como en efectuar previsiones del tiempo sobre esa base.



Antiguos barómetros.

El primero en definir de modo correcto la circulación atmosférica global fue George Hadley, con un estudio sobre los vientos alisios efectuado en 1735. En los inicios, ésta fue una comprensión parcial de cómo la rotación terrestre influye en la cinemática de los flujos de aire. Más tarde (en el siglo XIX), fue comprendida la plena extensión de la interacción a larga escala tras la fuerza del gradiente de presión y la deflexión causada por el efecto de Coriolis, que en forma conjunta dan origen al complejo movimiento tridimensional del viento. La fuerza de deflexión debe su nombre Gaspard-Gustave Coriolis, quien en una publicación de 1835 describió los resultados de un estudio sobre la energía producida por la máquina con partes en rotación, como la ruta del agua de los molinos. En 1856, William Ferrel hipotetizó la existencia de una «célula de circulación» en latitudes medias, en las cuales el aire se defleca por la fuerza de Coriolis creando los principales vientos de los oestes. La observación sinóptica del tiempo atmosférico era aún compleja por la dificultad de clasificar ciertas características climáticas como las nubes y los vientos. Este problema fue resuelto cuando Luke Howard y Francis Beaufort introdujeron un sistema de clasificación de las nubes (1802) y de la fuerza del viento (1806), respectivamente. El verdadero punto de cambio fue la invención del telégrafo en 1843, lo cual permitió comenzar a intercambiar información sobre el tiempo meteorológico a velocidades inigualables.

La primera imagen televisiva de la Tierra vista desde el espacio, tomada desde el satélite TIROS-1.

A inicios del siglo XX, los progresos en la comprensión de la dinámica atmosférica llevaron al nacimiento de la previsión del tiempo llevada a cabo a partir de cálculos matemáticos. En 1922, Lewis Fry Richardson publicó *Weather prediction by numerical process*, que describía cómo eliminar las variantes menos importantes de las ecuaciones de la dinámica de fluidos que regulaban los fluidos atmosféricos, permitía encontrar fácilmente soluciones numéricas, a pesar de que el número de los cálculos necesarios era muy grande. En el mismo periodo, un grupo de meteorólogos noruegos conducido por Vilhelm Bjerknes desarrolló un modelo para explicar la generación, la intensificación y la disolución de los ciclones en niveles medios de la atmósfera, introduciendo la idea del frente meteorológico y de las subdivisiones de las masas de aire. El grupo incluía

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	---------

a Carl-Gustaf Rossby (que fue el primero en explicar el flujo atmosférico a gran escala en términos de fluidodinámica), Tor Bergeron (el primero en comprender el mecanismo de formación de la lluvia) y Jacob Bjerknes.

En los años 1950, los experimentos de cálculo numérico con computador mostraron ser factibles. La primera previsión del tiempo realizada con este método usaba modelos barotrópicos (es decir, representaban a la atmósfera como una única capa) y podía prever con éxito los movimientos a gran escala de las ondas de Rossby. En los años 1960, la naturaleza caótica de la atmósfera fue comprendida por Edward Lorenz, fundador del campo de la teoría del caos. Los avances matemáticos obtenidos en este campo fueron retomados por la meteorología y contribuyeron a estabilizar el límite de predictibilidad del modelo atmosférico.

Modelos climáticos

En los años recientes, se han estado desarrollando modelos climáticos a alta resolución, usados para estudiar los cambios a largo plazo, sobre todo el actual cambio climático. Sin embargo, hay que ser cuidadosos en este sentido: el clima es el promedio estadístico a largo plazo de los datos meteorológicos obtenidos en estaciones meteorológicas ubicadas en una zona determinada que presentan características similares y que definen un clima determinado. Esto se hace en todos los tipos climáticos de todo el mundo. Pero estos tipos climáticos no pueden condensarse en determinados modelos porque las variaciones a largo plazo de los mismos deben ser obtenidas *a posteriori* de dichas variaciones producidas a largo plazo. Dicho en otros términos: la información meteorológica obtenida en multitud de estaciones meteorológicas de todo el mundo sirve, de manera inductiva, para establecer las características climáticas con sus variantes en toda la superficie terrestre y una vez que las obtenemos podemos estudiar los cambios climáticos ocurridos en el pasado hasta el momento en el que se analizan, pero no podríamos usar esta información hacia el futuro porque la meteorología y la climatología trabajan a escalas distintas, como señala una institución científica tan cuidadosa en sus análisis como es la NASA al señalar la posible relación existente entre la cruda ola de frío en Europa y América del Norte en los primeros tres meses de 2014 (con extremos de temperaturas tan bajas que nunca se habían registrado en muchos lugares) y los modelos climáticos que nos hablan de un calentamiento global en el seno de la atmósfera.

Así, en el análisis hecho por la NASA de la ola de frío tan intensa que ha vivido el hemisferio norte (Europa y América del Norte) se señala que debemos ser muy cautos a la hora de especular la relación entre meteorología y climatología ya que las dos ciencias operan en escalas de tiempo distintas. En éste análisis se señala que:

In the United States, the cold spell generated public debate about whether such events disprove global warming or if, in fact, they are exacerbated or caused by it. However, most climate scientists and meteorologists are wary of drawing such connections between climate and weather, which operate on different time scale.
*En los Estados Unidos, la ola de frío (se refiere a la de comienzos del año 2014) ha generado un debate público sobre el tiempo meteorológico y sobre si esos eventos meteorológicos de intenso frío echan por tierra la idea del calentamiento global o si, en efecto, la han exacerbado o incluso causado por dicha idea. Sin embargo, la mayoría de científicos del clima y meteorólogos son muy cuidadosos al inferir esas conexiones entre tiempo y clima, las cuales operan en distintas escalas temporales. (Del comentario a los mapas elaborados por la NASA en el artículo **What Goes Around Comes Around**, del 10 de enero de 2014).*

El progreso de la meteorología en los últimos tiempos (siglo XXI)

El desarrollo tecnológico obtenido en el perfeccionamiento de instrumentos y aparatos de detección y procesamiento de datos ha revolucionado la ciencia de la meteorología, especialmente en lo que respecta al empleo de los satélites meteorológicos, aviones de los denominados cazahuracanes, drones con fines también meteorológicos, satélites que recogen información sobre las corrientes marinas, temperatura superficial de mares y

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	---------

océanos y, sobre todo la recopilación, procesamiento de datos y proyección y pronósticos meteorológicos. Desde luego, todos estos avances se iniciaron en las últimas décadas del siglo XX (recordemos lo que significó el lanzamiento del satélite artificial TIROS I (Television Infra-Red Observation Satellite) en 1960 pero ello no fue sino el punto de partida de una nueva era, que ha dejado muy atrás el estado de la ciencia (en este caso de la meteorología) que sigue difundiendo en las escuelas y en la bibliografía especializada. Y no solo nos vamos quedando atrás en el campo de la formación científica y técnica, sino también en los programas de investigación y desarrollo, aunque en esto último exista una gran diversidad de situaciones a escala mundial.

Ramas de la meteorología

Anemómetro.

La meteorología incluye el estudio (descripción, análisis y predicción) de las variaciones diarias de las condiciones atmosféricas a gran escala o Meteorología sinóptica, el estudio de los movimientos en la atmósfera involucrados en la dinámica atmosférica y su evolución temporal basada en los principios de la mecánica de fluidos (Meteorología dinámica, muy relacionada actualmente con la meteorología sinóptica), del estudio de la estructura y composición de la atmósfera, así como las propiedades eléctricas, ópticas, termodinámicas, radiactivas y otras (Meteorología física), la variación de los elementos meteorológicos cerca de la Tierra en un área pequeña (Micrometeorología), el estudio específico de los fenómenos meteorológicos de la zona intertropical (Meteorología tropical) y otros muchos fenómenos. El estudio de las capas más altas de la atmósfera (superiores a los 20 o 25 km) acostumbra a implicar el uso de técnicas y disciplinas especiales, y recibe el nombre de aeronomía. El término aerología se aplica al estudio de las condiciones atmosféricas a cualquier altura.

Meteorología aplicada

La meteorología aplicada tiene por objeto acopiar constantemente un máximo de datos sobre el estado de la atmósfera y, a la luz de los conocimientos y leyes de la meteorología teórica, analizarlos, interpretarlos y obtener deducciones prácticas, especialmente para prever el tiempo con la máxima antelación. Como la atmósfera es una inmensa masa gaseosa sujeta a variaciones constantes, que la mayoría de las veces se producen en el ámbito regional, su estado en un momento dado solo puede ser conocido si se dispone de una red suficientemente densa de puestos de observación o estaciones meteorológicas, distribuidas por todas las regiones del globo, que a horas fijas efectúan las mismas mediciones (temperatura, presión, humedad, viento, precipitaciones, radiación solar, nubosidad, etc.) y transmiten los resultados a los centros encargados de utilizarlos.

Objetos de estudio

Los concernientes a la climatología y la previsión del tiempo. Su campo de estudios abarca, por ejemplo, las repercusiones en la Tierra de los rayos solares, la radiación de energía calorífica por el suelo terrestre, los fenómenos eléctricos que se producen en la ionosfera, los de índole física, química y termodinámica que afectan a la atmósfera, los efectos del tiempo sobre el organismo humano, etc.

Los temas de la meteorología teórica se fundan, en primer lugar, sobre un conocimiento preciso de las distintas capas de la atmósfera y de los efectos que producen en ella los rayos solares. En particular, los meteorólogos establecen el balance energético que compara la energía solar absorbida por la Tierra con la energía irradiada por ésta y disipada en el espacio interestelar. Todo estudio ulterior implica, por lo demás, un conocimiento de las repercusiones que tienen los movimientos de la Tierra sobre el tiempo, los climas, la sucesión de las estaciones. También dan lugar a profundos estudios teóricos los dos parámetros principales relativos al aire atmosférico: la presión y la temperatura, cuyos gradientes y variaciones han de ser conocidos con la mayor precisión.

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	------------------------------

En lo concerniente a la evolución del tiempo, tiene especial importancia el estudio del agua atmosférica en sus tres formas: (gaseosa, líquida y sólida), así como las condiciones y circunstancias que rigen sus cambios de estado (calor latente de evaporación, de fusión, etc.), de la estabilidad e inestabilidad del aire húmedo, de las nubes y las precipitaciones.

Otra rama fundamental se esfuerza en determinar las leyes que rigen la circulación general de la atmósfera, la formación y los movimientos de las masas de aire, el viento y las corrientes en general, la turbulencia del aire, las condiciones en que se forman y mueven los frentes, anticiclones, ciclones y otras perturbaciones, así como los procesos que dan lugar a los meteoros.

Equipos e instrumentos meteorológicos

En general, cada ciencia tiene su propio equipamiento e instrumental de laboratorio. Sin embargo, la meteorología es una disciplina corta en equipos de laboratorio y amplia en los equipos de observación en campo. En algunos aspectos esto puede parecer bueno, pero en realidad puede hacer que simples observaciones se desvíen hacia una afirmación errónea.

En la atmósfera, hay muchos objetos o cualidades que pueden ser medidos. La lluvia, por ejemplo, ha sido observada en cualquier lugar y desde siempre, siendo uno de los primeros fenómenos en ser medidos históricamente.

Estaciones meteorológicas

Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos. Está equipada con los principales instrumentos de medición, entre los que se encuentran los siguientes:

- Anemómetro (mide la velocidad del viento)
- Veleta (señala la dirección del viento)
- Barómetro (mide la presión atmosférica)
- Heliógrafo (mide la insolación recibida en la superficie terrestre)
- Higrómetro (mide la humedad)
- Piranómetro (mide la radiación solar).
- Pluviómetro (mide el agua caída)
- Termómetro ambiental (mide la temperatura en determinadas horas del día)
- Termómetro de subsuelo (mide la temperatura desde 5 a 100 cm de profundidad)
- Visiblimetro (mide la visibilidad)

Estos instrumentos se encuentran protegidos en una casilla ventilada, denominada abrigo meteorológico o pantalla de Stevenson, la cual mantiene la luz solar directa lejos del termómetro y al viento lejos del higrómetro, de modo que no se alteren las mediciones de estos.

Cuanto más numerosas sean las estaciones meteorológicas, más detallada y exactamente se conoce la situación. Hoy en día, gran cantidad de ellas cuentan con personal especializado, aunque también hay un número de estaciones automáticas ubicadas en lugares inaccesibles o remotos, como regiones polares, islotes deshabitados o cordilleras. Además existen fragatas meteorológicas, barcos que contienen a bordo una estación meteorológica muy completa y a los cuales se asigna una posición determinada en pleno océano. Sin embargo, es necesario recalcar que, con el gran crecimiento de la población urbana desde fines del siglo XIX, la mayor parte de las estaciones meteorológicas están actualmente situadas en zonas urbanas, bien porque se ubican en

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	---------

ciudades nuevas o bien porque se encuentran en poblaciones rurales absorbidas por los grandes núcleos urbanos en su proceso de expansión, con lo que existe un sesgo introducido por los microclimas urbanos que dan pie para corroborar, de manera errónea, el aumento de las temperaturas a escala mundial (lo que sería una prueba del calentamiento global).

Satélites meteorológicos

Los satélites meteorológicos son un tipo de satélite artificial utilizados para supervisar el tiempo atmosférico y el clima de la Tierra, aunque también son capaces de ver las luces de la ciudad, incendios forestales, contaminación, auroras, tormentas de arena y polvo, corrientes del océano, etc. Otros satélites pueden detectar cambios en la vegetación de la Tierra, el estado del mar, el color del océano y las zonas nevadas.

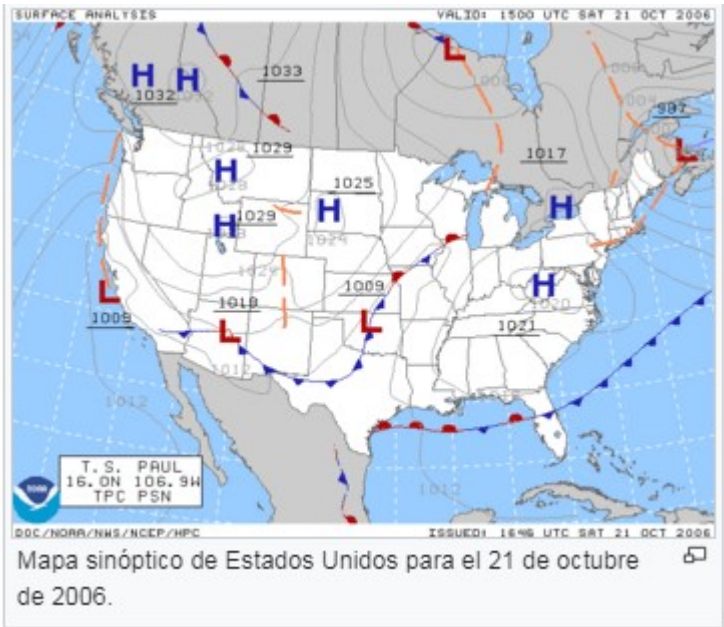
El fenómeno de El Niño y sus efectos son registrados diariamente en imágenes satelitales. El agujero de ozono de la Antártida es dibujado a partir de los datos obtenidos por los satélites meteorológicos. De forma agrupada, los satélites meteorológicos de China, Estados Unidos, Europa, Canadá, India, Japón y Rusia proporcionan una observación casi continua del estado global de la atmósfera, aunque a una escala muy detallada en la que pueden identificarse los patrones nubosos y la circulación de los vientos, así como los flujos de energía que generan los fenómenos meteorológicos.

La previsión del tiempo

Varias veces por día, a horas fijas, los datos procedentes de cada estación meteorológica, de los barcos y de los satélites llegan a los servicios regionales encargados de centralizarlos, analizarlos y explotarlos, tanto para hacer progresar a la meteorología como para establecer previsiones sobre el tiempo clave que hará en los días venideros. Como las observaciones se repiten cada 3 horas (según el horario sinóptico mundial), la sucesión de los mapas y diagramas permite apreciar la *evolución sinóptica*: se ve cómo las perturbaciones se forman o se resuelven, si están subiendo o bajando la presión y la temperatura, si aumenta o disminuye la fuerza del viento o si cambia éste de dirección, si las masas de aire que se dirigen hacia tal región son húmedas o secas, frías o cálidas, etc. Parece así bastante fácil prever la trayectoria que seguirán las perturbaciones y saber el tiempo que hará en determinado lugar al cabo de uno o varios días. En realidad, la atmósfera es una gigantesca masa gaseosa tridimensional, turbulenta y en cuya evolución influyen tantos factores que uno de estos puede ejercer de modo imprevisible una acción preponderante que trastorne la evolución prevista en toda una región. Así, la previsión del tiempo es tanto menos insegura cuanto menor es la anticipación y más reducido el espacio a que se refiere. Por ello la previsión es calificada de *micrometeorológica*, *mesometeorológica* o *macrometeorológica*, según se trate, respectivamente, de un espacio de 15 km, 15 a 200 km o más de 200 km.

Las previsiones son formuladas en forma de boletines, algunos de los cuales se destinan a la ciudadanía en general y otros a determinados ramos de la actividad humana y navegación aérea y marítima, agricultura, construcción, turismo, deportes, regulación de los cursos de agua, ciertas industrias, prevención de desastres naturales, etc.

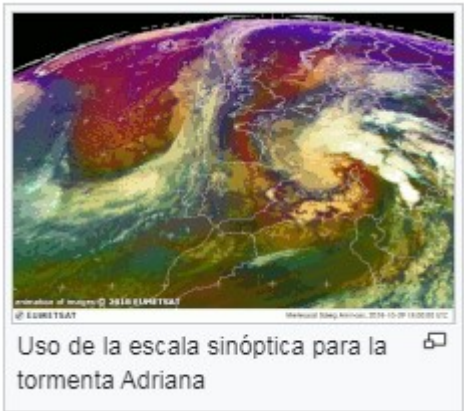
	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	---------



Escala sinóptica

La **escala sinóptica**, también llamada **escala grande** o **escala ciclónica**, en meteorología es una escala de longitud horizontal del orden de los 1000 km o más.¹ Esto se corresponde con la escala horizontal típica de las depresiones en las latitudes medias. Los mapas meteorológicos habituales en que aparecen representadas las áreas de altas y bajas presiones son mapas de escala sinóptica. La palabra **sinóptico** deriva del griego σύν y ὀπτικός, que significa *visión de conjunto*.

Las ecuaciones de Navier-Stokes aplicadas al movimiento atmosférico pueden simplificarse con análisis de escala en el nivel sinóptico. Puede demostrarse que los términos principales en las ecuaciones horizontales son términos de fuerzas de Coriolis y de gradiente de presión; así, se puede usar una aproximación geostrófica. En coordenadas verticales, la ecuación de momentum simplifica la ecuación de equilibrio hidrostático.



Pronóstico del tiempo

El **pronóstico del tiempo** es la aplicación de tecnología y de ciencia para predecir el estado de la atmósfera para un período futuro y una localidad o región dada. La historia del pronóstico del tiempo es milenaria, aunque los paradigmas y las técnicas usadas han cambiado significativamente. Los pronósticos se hacen colectando tantos datos como sea posible acerca del estado de la atmósfera (particularmente temperatura, presión atmosférica, vientos, humedad y precipitaciones) y usando conocidos procesos atmosféricos (a través de la meteorología) para determinar los patrones futuros atmosféricos. Sin embargo, la naturaleza compleja de los fenómenos atmosféricos y el entendimiento incompleto de los patrones y procesos meteorológicos hacen que los pronósticos sean menos seguros al incrementarse el rango temporal del pronóstico.

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	---------

Historia de los pronósticos del tiempo

La ciudadanía influenciada fuertemente por el tiempo. Por milenios, la gente ha recibido predicciones de cómo sería el tiempo por un día y hasta por una estación. En 650 a. C., los babilonios predecían el tiempo de acuerdo a patrones de nubes. En 340 a. C., Aristóteles describía patrones del tiempo en su obra *Meteorología (Meteorologica)*. Los chinos predecían el tiempo al menos desde 300 a. C.

Los antiguos métodos de predicción del tiempo usualmente tomaban en cuenta la experiencia de señalar patrones de eventos. Por ejemplo, un amanecer con cielo nublado de color rojizo se solía interpretar como el inicio de un día de mal tiempo, una idea popular que no carecía de sentido ya que la iluminación de las nubes por debajo durante el amanecer expresa nubosidad nocturna durante las horas de mayor presión atmosférica (el aire y las nubes con él, descienden hasta una escasa altura del suelo por la menor temperatura durante la noche) y posteriormente, al calentarse durante el día, se eleva y pueden producirse precipitaciones. La experiencia acumulada por generaciones producía un pronóstico (weather lore). De todos modos, estas predicciones no siempre se cumplían y tampoco se podían hacer pruebas estadísticas rigurosas.

Con la invención de la telegrafía en 1837, comienza la era moderna del pronóstico del tiempo. Antes, no era posible llevar información sobre el estado del tiempo a distancias alejadas, y si había se transportaba a la velocidad de un ferrocarril a vapor, así el telégrafo dio reportes de las condiciones del tiempo de una gran área instantáneamente. Así, se perfeccionaron los pronósticos conociendo las condiciones regionales.

Imagine una esfera rotando de 12.800 km de diámetro, con una superficie irregular, envuelta por una mezcla de 40 km de diferentes gases cuyas concentraciones varían espacial y temporalmente, y es calentada por un reactor nuclear a 150 millones de km de distancia. Imagine también que esta esfera orbita alrededor del reactor nuclear y algunas regiones son calentadas más durante una parte de la revolución y otras localidades se calientan durante otra parte de la revolución. E imagine que la mezcla de gases continuamente recibe inputs de la superficie abajo, generalmente en forma calmada pero a veces de manera violenta y con inyecciones altamente localizadas. Luego, imagine que después de la mezcla de gases, usted está expectante de conocer la predicción del estado atmosférico de una locación en la esfera para uno, dos o más días en el futuro. Esto es esencialmente el desafío que se encuentra día a día por un pronosticador del tiempo.

"Sobre la Dificultad del Pronóstico del Tiempo", Bob Ryan, Boletín de la Sociedad Estadounidense de Meteorología, 1982.

No obstante lo anterior, el desarrollo de los satélites meteorológicos ha dejado muy atrás tales limitaciones, aunque nunca llegue a ser un conocimiento perfecto en el tiempo y en el espacio.

Las dos personalidades que más acreditaron el nacimiento del pronóstico como ciencia fueron Francis Beaufort (recordado por la escala Beaufort) y su protegido Robert Fitzroy (desarrollador del barómetro Fitzroy). Ambos eran influyentes en la Naval Británica y en los círculos gubernamentales, y fueron ridiculizados por la prensa, aunque sus trabajos ganaron fuerza académica, y fueron aceptados por la Armada Británica, formando la base del conocimiento actual del pronóstico del tiempo.

Estados del tiempo atmosférico

- Soleado
- Escasa nubosidad
- Nubosidad parcial
- Mayormente nublado
- Nublado
- Llovizna

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
---	---	---------

- Chubasco
- Lluvia
- Chubasco, lluvia intensa
- Precipitaciones
- Tormentas
- Nevadas
- aguanieve
- Viento (25 km/Hr, 40 km/Hr, 60 km/Hr, 80 km/Hr, 100 km/Hr y sobre 100 km/Hr.)
- Bruma
- calina o calima
- Nevando
- Neblina

La **climatología** es la ciencia o rama de la geografía y de las ciencias de la Tierra que se ocupa del estudio de los fenómenos meteorológicos y sus variaciones a lo largo del tiempo cronológico. Ha sido un asunto del que se ha ocupado la geografía desde sus comienzos: Claudio Ptolomeo, en su libro Geographia, dedica un tercio de este a la variación zonal de los climas en la superficie terrestre.

Aunque utiliza los mismos parámetros que la meteorología (ciencia que estudia el tiempo atmosférico), su objetivo es diferente, ya que no pretende hacer previsiones inmediatas, sino estudiar las características climáticas a largo plazo.

De las condiciones atmosféricas dependen muchas actividades humanas, desde la agricultura hasta un simple paseo por el campo. Por eso se ha hecho un esfuerzo ingente por predecir el tiempo tanto a corto como a medio plazo.

Cuando una comarca, ciudad, ladera, etc. tiene un clima diferenciado del clima zonal se dice que es un 'topoclima'; este se caracteriza por estar mayormente afectado por el estado local del resto de los factores geográficos (geomorfología, hidrografía, etc.). Además, se llama **microclima** al que no tiene divisiones inferiores, como el que hay en una habitación, debajo de un árbol o en una determinada esquina de una calle. Determina de manera fundamental, las características principales de la arquitectura bioclimática.

El clima tiende a ser regular en períodos muy largos, incluso geológicos, determinando de gran manera la evolución del ciclo geográfico de una región, lo que permite el desarrollo de una determinada vegetación y un tipo de suelos determinados por la latitud, es decir, suelos zonales. Pero, en períodos geológicos, el clima también cambia de forma natural, los tipos de tiempo se modifican y se pasa de un clima a otro en la misma zona.

El tiempo y el clima tienen lugar en la atmósfera. Para definir un clima es necesaria la observación durante un lapso largo (la Organización Meteorológica Mundial estableció periodos mínimos de treinta años, pero hay autores que creen que deben ser más largos, de cien o superiores, para registrar las variaciones de forma suficiente).

Las observaciones de temperatura, presión atmosférica, vientos, humedad y precipitaciones, así como el tipo o tipos de tiempo que se recogen en las estaciones meteorológicas. Con estos datos se elaboran tablas de valores medios que se trasladan a climogramas, representaciones gráficas de la variación anual de temperatura y precipitaciones, como variables.

Historia

Los griegos iniciaron el estudio formal del clima; de hecho, la palabra clima deriva de la palabra griega *klima*, que significa "pendiente", refiriéndose a la pendiente o inclinación del eje de la Tierra. Podría decirse que el texto clásico más influyente sobre el clima fue *Sobre los aires, el agua y los lugares* escrito por Hipócrates alrededor del año 400 a. C. Esta obra comentaba el efecto del clima en la salud humana y las diferencias culturales entre Asia y Europa. Esta idea de que el clima controla qué países sobresalen

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	---------

en función de su clima, o determinismo climático, siguió siendo influyente a lo largo de la historia. El científico chino Shen Kuo (1031-1095) dedujo que los climas cambiaban de forma natural a lo largo de un enorme lapso de tiempo, tras observar bambú petrificado encontrado bajo tierra cerca de Yanzhou (actual Yan'an, provincia de Shaanxi), una zona de clima seco inadecuada para el crecimiento del bambú.

La invención del termómetro y del barómetro durante la Revolución Científica permitió el registro sistemático, que comenzó ya en 1640-1642 en Inglaterra. Entre los primeros investigadores del clima se encuentran Edmund Halley, que publicó un mapa de los vientos alisios en 1686 tras un viaje al hemisferio sur. Benjamin Franklin (1706-1790) trazó por primera vez el curso de la Corriente del Golfo para utilizarlo en el envío de correo desde los Estados Unidos a Europa. Francis Galton (1822-1911) inventó el término anticiclón. Helmut Landsberg (1906-1985) fomentó el uso del análisis estadístico en la climatología, lo que llevó a su evolución hacia una ciencia física.

A principios del siglo xx, la climatología se centraba principalmente en la descripción de los climas regionales. Esta climatología descriptiva era principalmente una ciencia aplicada, que proporcionaba a los agricultores y a otras personas interesadas estadísticas sobre cuál era el tiempo normal y qué posibilidades había de que se produjeran fenómenos extremos.⁶ Para ello, los climatólogos tuvieron que definir una normalidad climática, o una media del tiempo y de los extremos climáticos a lo largo de un periodo que suele ser de 30 años.

A mediados del siglo xx, muchos supuestos de la meteorología y la climatología consideraban que el clima era más o menos constante. Aunque los científicos conocían los cambios climáticos del pasado, como el edad de hielo, el concepto de clima inmutable era útil para el desarrollo de una teoría general de lo que determina el clima. Esto empezó a cambiar en las décadas siguientes, y aunque la historia de la ciencia del cambio climático empezó antes, el cambio climático no se convirtió en uno de los temas de estudio más importantes para los climatólogos hasta la década de los setenta.

Métodos para estimar el clima

El estudio de los climas contemporáneos incorpora datos meteorológicos acumulados a lo largo de muchos años, como registros de precipitaciones, temperatura y composición atmosférica. El conocimiento de la atmósfera y su dinámica también se plasma en modelos, ya sea estadístico o matemático, que ayudan a integrar diferentes observaciones y a comprobar cómo encajan. La modelización se utiliza para comprender los climas pasados, presentes y futuros.

La investigación sobre el clima se ve dificultada por la gran escala, los largos periodos de tiempo y los complejos procesos que lo rigen. El clima se rige por leyes físicas que pueden expresarse como ecuaciones diferenciales. Estas ecuaciones están acopladas y no son lineales, por lo que las soluciones aproximadas se obtienen utilizando métodos numéricos para crear modelos climáticos globales. El clima se modela a veces como un proceso estocástico, pero esto se acepta generalmente como una aproximación a procesos que, de otro modo, son demasiado complicados de analizar.

Datos climáticos

La recopilación de registros largos de variables climáticas es esencial para el estudio del clima. La climatología se ocupa de los datos agregados que ha recogido la meteorología. Los científicos utilizan observaciones directas e indirectas del clima, desde Satélites de observación de la Tierra e instrumentación científica como una red global de termómetros, hasta hielo prehistórico extraído de glaciares. Como la tecnología de medición cambia con el tiempo, los registros de datos no se pueden comparar directamente. Como las ciudades suelen ser más cálidas que las zonas circundantes, la urbanización ha hecho necesario corregir constantemente los datos por este efecto de isla de calor urbana.

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
---	---	---------

Modelos

Los modelos climáticos utilizan métodos cuantitativos para simular las interacciones de la atmósfera, los océanos, la superficie terrestre y el hielo. Se utilizan para diversos fines, desde el estudio de la dinámica del sistema meteorológico y climático hasta las proyecciones del clima futuro. Todos los modelos climáticos equilibran, o casi, la energía entrante en forma de radiación electromagnética de onda corta (incluida la visible) hacia la Tierra con la energía saliente en forma de radiación electromagnética de onda larga (infrarroja) desde la Tierra. Cualquier desequilibrio provoca un cambio en la temperatura media de la Tierra. La mayoría de los modelos climáticos incluyen los efectos radiativos de los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono. Estos modelos predicen una tendencia al alza en las temperaturas en la superficie, así como un aumento más rápido de la temperatura en las latitudes más altas.

Los modelos pueden ser desde relativamente simples hasta complejos:

- Un modelo simple de transferencia de calor radiante que trata la tierra como un solo punto y promedia la energía saliente.
- Esto puede ampliarse verticalmente (modelos radiativos-convectivos), u horizontalmente
- Modelo acoplado atmósfera-océano-hielo marino. Los modelos de circulación general discretizan y resuelven las ecuaciones completas de transferencia de masa y energía e intercambio radiante.
- Los modelos del sistema terrestre incluyen además la biosfera.

Además, están disponibles en diferentes resoluciones que van de >100 a 1 km. Las altas resoluciones de los modelos climáticos globales son muy exigentes desde el punto de vista computacional y solo existen unos pocos conjuntos de datos globales. Algunos ejemplos son ICON o datos reducidos técnicamente como CHELSA (Climatologías de alta resolución para las áreas de la superficie terrestre).

Temas de investigación

Los temas que estudian los climatólogos se dividen a grandes rasgos en tres categorías: variabilidad del clima, mecanismos de cambio climático y cambio climático moderno.

Procesos climatológicos

Varios factores influyen en el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado. Por ejemplo, las latitudes medias tendrán un pronunciado estacional en la temperatura mientras que las tropicales muestran poca variación en la temperatura a lo largo del año. Otro control importante en el clima es la continentalidad: la distancia a las grandes masas de agua como océanos. Los océanos actúan como un factor moderador, por lo que las tierras cercanas a ellos suelen tener inviernos suaves y veranos moderados. La atmósfera interactúa con otras esferas del sistema climático, con vientos que generan corrientes oceánicas que transportan el calor por todo el planeta.

Clasificación del clima

La clasificación es un aspecto importante de muchas ciencias como herramienta de simplificación de procesos complicados. A lo largo de los siglos se han desarrollado diferentes clasificaciones climáticas, siendo las primeras en la Antigua Grecia.

La forma de clasificar los climas depende de su aplicación. Un productor de energía eólica requerirá diferente información (viento) en la clasificación que alguien interesado en la agricultura, para quien la precipitación y la temperatura son más importantes.¹⁹ La clasificación más utilizada, la clasificación climática de Köppen, se desarrolló a finales del siglo XIX y se basa en la vegetación. Utiliza datos mensuales de temperatura y precipitación.

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	---------

Variabilidad climática

Existen diferentes modos de variabilidad: patrones recurrentes de temperatura u otras variables climáticas. Se cuantifican con diferentes índices. De la misma manera que el Promedio Industrial Dow Jones, basado en los precios de las acciones de 30 empresas, se utiliza para representar las fluctuaciones del mercado de valores en su conjunto, los índices climáticos se utilizan para representar los elementos esenciales del clima. Los índices climáticos suelen diseñarse con el doble objetivo de la simplicidad y la exhaustividad, y cada índice suele representar la situación y el momento del factor climático que representa. Por su propia naturaleza, los índices son sencillos y combinan muchos detalles en una descripción generalizada de la atmósfera o el océano que puede utilizarse para caracterizar los factores que influyen en el sistema climático mundial.

El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) es un fenómeno acoplado océano-atmósfera en el océano Pacífico responsable de la mayor parte de la variabilidad global de la temperatura,¹⁸ y tiene un ciclo de entre dos y siete años.²¹ La oscilación del Atlántico Norte es un modo de variabilidad que se limita principalmente a la atmósfera inferior, la troposfera. La capa de la atmósfera superior, la estratosfera, también es capaz de crear su propia variabilidad, sobre todo en la oscilación Madden-Juliana (MJO), que tiene un ciclo de aproximadamente 30-60 días. La oscilación interdecenal del Pacífico puede crear cambios en el océano Pacífico y en la baja atmósfera en escalas de tiempo decenales.

Cambio climático

El cambio climático se produce cuando los cambios en el sistema climático de la Tierra dan lugar a nuevos patrones meteorológicos que se mantienen durante un largo periodo de tiempo. Este periodo de tiempo puede ser tan corto como unas pocas décadas o tan largo como millones de años. El sistema climático recibe casi toda su energía del sol. El sistema climático también emite energía al espacio exterior. El equilibrio entre la energía entrante y la saliente, y el paso de la energía a través del sistema climático, determina el presupuesto energético de la Tierra. Cuando la energía entrante es mayor que la saliente, el balance energético de la Tierra es positivo y el sistema climático se calienta. Si sale más energía, el balance energético es negativo y la Tierra se enfría. El cambio climático también influye en el nivel del mar medio.

El cambio climático moderno está impulsado por las emisiones humanas de gas de efecto invernadero procedentes de la quema de combustibles fósiles que aumentan la temperatura media global en superficie. Sin embargo, el aumento de las temperaturas es solo uno de los aspectos del cambio climático moderno, ya que también se han observado cambios en las precipitaciones, en la trayectoria de las tormentas y en la nubosidad. Las temperaturas más cálidas están impulsando otros cambios en el sistema climático, como el derretimiento generalizado de los glaciares, el aumento del nivel del mar y los cambios en la flora y la fauna.

Diferencias con la meteorología

A diferencia de la meteorología, que se centra en los sistemas meteorológicos a corto plazo que duran hasta unas pocas semanas, la climatología estudia la frecuencia y las tendencias de esos sistemas. Estudia la periodicidad de los fenómenos meteorológicos a lo largo de años a milenios, así como los cambios en los patrones meteorológicos medios a largo plazo, en relación con las condiciones atmosféricas. Los climatólogos estudian tanto la naturaleza de los climas -local, regional o global- como los factores naturales o inducidos por el hombre que hacen que los climas cambien. La climatología tiene en cuenta el pasado y puede ayudar a predecir el futuro cambio climático.

Los fenómenos de interés climatológico incluyen la capa límite atmosférica, la patrones de circulación, la transferencia de calor (radiativa, convectiva y latente), las interacciones entre la atmósfera y los océanos y la superficie terrestre (en particular la vegetación, el uso del suelo y la topografía), y la composición química y física de la atmósfera.

Tiempo y clima

Barómetro aneroide, un instrumento para medir la presión atmosférica. Podemos observar que la mayor presión marcada por el barómetro coincide con el término inglés *fair* (buen tiempo, anticiclónico, sin nubes o tiempo estable, es decir, sin cambios) mientras que la disminución de la presión indica cambios meteorológicos, tiempo ciclónico o variable (*change*), con vientos más o menos fuertes y, muchas veces, lluvias (*rain*) cuya intensidad será mayor cuando menor presión atmosférica indique. Todos estos cambios pueden producirse en cuestión de minutos, horas o, cuanto más, en un par de días. La mayor o menor duración de los cambios se relaciona con la rapidez o lentitud de las variaciones barométricas: a mayor rapidez, los cambios se producen más rápidos y a menor rapidez, serán más lentos. Por regla general, el mal tiempo (vientos y/o lluvia) se produce más bruscamente y la situación anticiclónica de buen tiempo (cielos despejados y ambiente seco sin vientos) tarda más tiempo en desarrollarse.

<u>Barómetro aneroide</u>, un instrumento para medir la presión atmosférica. Podemos observar que la mayor presión marcada por el barómetro coincide con el término inglés <i>fair</i> (buen tiempo, anticiclónico, sin nubes o tiempo estable, es decir, sin cambios) mientras que la disminución de la presión indica cambios meteorológicos, tiempo ciclónico o variable (<i>change</i>), con vientos más o menos fuertes y, muchas veces, lluvias (<i>rain</i>) cuya intensidad será mayor cuando menor presión atmosférica indique. Todos estos cambios pueden producirse en cuestión de minutos, horas o, cuanto más, en un par de días. La mayor o menor duración de los cambios se relaciona con la rapidez o lentitud de las variaciones barométricas: a mayor rapidez, los cambios se producen más rápidos y a menor rapidez, serán más lentos. Por regla general, el mal tiempo (vientos y/o lluvia) se produce más bruscamente y la situación anticiclónica de buen tiempo (cielos despejados y ambiente seco sin vientos) tarda más tiempo en desarrollarse.	
--	---

El clima de la ciudad de Buenos Aires (Argentina) representado con los promedios de los datos de lluvias y temperatura obtenidos a lo largo de un largo número de años (los promedios de temperatura están indicados en una línea verde) mientras que los montos pluviométricos mensuales ya son un promedio en sí mismos.

A menudo existe confusión entre **tiempo y clima**. El tiempo atmosférico o tiempo es el estado de la atmósfera en un sitio particular durante un corto periodo, mientras que el clima se refiere al patrón atmosférico de un sitio durante un periodo largo, lo suficientemente largo para producir promedios significativos, usualmente 30 años.¹² La meteorología estudia el tiempo, mientras que la climatología estudia el clima y ambas son ciencias atmosféricas, variando entre ellas la dimensión temporal y, en mayor o menor grado, la dimensión espacial.

Diferencias entre tiempo y clima

Los datos atmosféricos de los elementos del clima a escala diaria, mensual o anual se registran, archivan y analizan en los observatorios meteorológicos y sirven de base para establecer los pronósticos del tiempo a corto plazo (horas o pocos días) y el estudio estadístico de los tipos climáticos a largo plazo.

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
---	---	---------

In the United States, the cold spell generated public debate about whether such events disprove global warming or if, in fact, they are exacerbated or caused by it. However, most climate scientists and meteorologists are wary of drawing such connections between climate and weather, which operate on different time scale.

Como podemos ver en esta cita aparecida en un texto de la NASA, la meteorología y la climatología operan en distintas escalas temporales. Pero, como esa escala temporal sucede en un cuerpo en movimiento como es la Tierra y además, el movimiento de dicho cuerpo se emplea como medida cronológica del tiempo, veremos que dicha medida del tiempo se corresponde también con modificaciones temporales en el espacio: la dinámica fluvial, la dinámica atmosférica, la erosión, la sedimentación, los movimientos en masa y otros muchos fenómenos son procesos que tienen escalas temporales y espaciales que marchan a la par, pero con procesos distintos en cuanto a extensión, duración e intensidad y otras características. Un vídeo de la NASA en Facebook nos muestra esta estrecha relación entre la escala temporal y la espacial en materia de meteorología al hacer referencia a la dinámica atmosférica durante un día de tiempo: la rotación terrestre durante un día y sus efectos en la dinámica atmosférica.

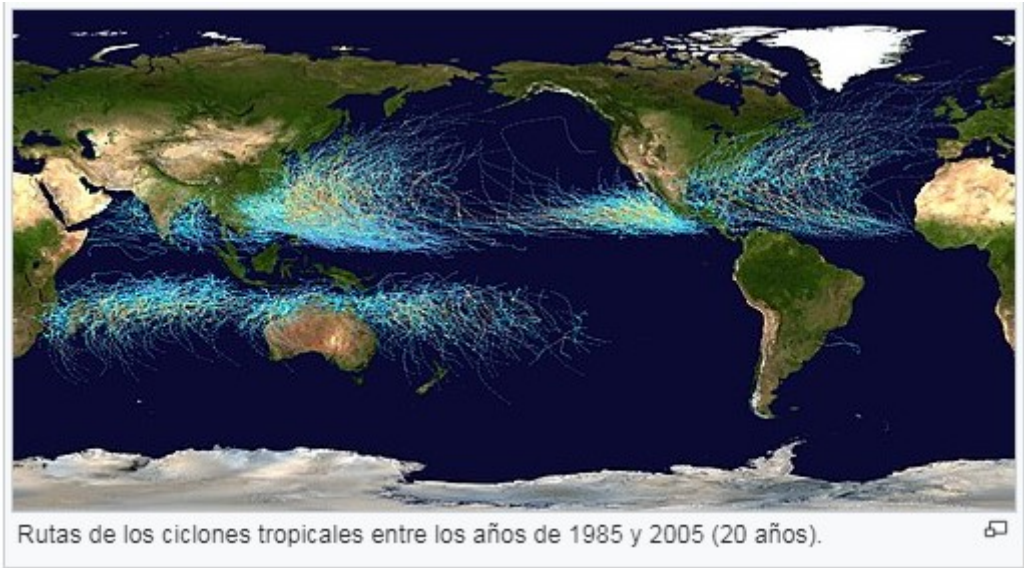
Comparación de las temperaturas promedio de una semana en Norteamérica y Groenlandia, del 3 al 10 de diciembre de 2003, con las mismas fechas en el año 2010. Fuente: NASA

Nota: Esbozo de explicación de los datos indicados en el mapa:

- La imagen satelital hace referencia a una anomalía registrada al comparar los datos térmicos de una semana entre el 3 y el 10 de diciembre de 2003 con los de la misma semana del 2010.
- Podemos ver que la península de Alaska tiene una fuerte anomalía térmica entre los dos años. Ello significa, no que las temperaturas de Alaska sean extremadamente calurosas, sino menos frías. Por ejemplo, si consideramos que los valores climáticos en Alaska tienen promedios entre 25 y 50 °C bajo 0 (promedios obtenidos durante muchos años), tener una semana con 15° menos significaría que dicha temperatura podría estar entre 10 y 35° también bajo 0.
- Pero cuando comparamos unos datos con otros diferentes, vemos que siempre llegan a compensarse de alguna manera, por lo que, aunque los datos excepcionales se lleguen a tomar como indicadores de una variación climática, no lo son en realidad. Ello se podría demostrar con la misma imagen satelital pero comparando las fechas en sentido inverso. Dicho en otros términos: cuando comparamos los datos meteorológicos anómalos de una semana con los datos promediados de treinta o cuarenta años, aunque parezcan muy distintos, en realidad tenderán a desaparecer y hacerse irrelevantes porque esos mismos treinta o cuarenta años absorberán íntegramente todas las anomalías. En resumen: los datos meteorológicos extremos no se pueden comparar con los datos climáticos de una zona determinada porque estos últimos se obtienen de toda la información meteorológica durante una serie de años muy larga que incluye, evidentemente, todas las anomalías en uno u otro sentido, registradas en esa serie de años.

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	--	----------------

Elementos



Rutas de los ciclones tropicales entre los años de 1985 y 2005 (20 años).
Hay varios elementos que constituyen el tiempo y clima de una ubicación determinada.

Los principales de estos elementos son cinco: temperatura, presión, viento, humedad y precipitación.

El análisis de estos elementos puede proporcionar la base para pronosticar el tiempo meteorológico y definir su clima a largo plazo ya que estos mismos elementos conforman la base del estudio climatológico, por supuesto, dentro de una escala de tiempo y espacio mayor a la que tiene la meteorología.

- La temperatura es qué tan caliente o fría está la atmósfera en un lugar dado, cuántos grados está por encima o bajo el punto de congelación, o por encima o por debajo de los valores promedio de dicha temperatura. La temperatura es un factor muy importante en determinar el tiempo porque influye o controla las características de otros elementos del tiempo, como precipitación, humedad, nubes y presión atmosférica.
- La humedad es la cantidad de vapor de agua en la atmósfera. Se indica en valores absolutos (gramos por m³, por ejemplo) o en valores relativos o porcentuales, siendo un valor del 100%, evidentemente, el valor máximo que puede tener una masa de aire que se denomina el punto de rocío, cuando la condensación del vapor de agua se acelera y se producen nubes y, eventualmente, lluvias.
- La precipitación es el producto de un proceso de condensación rápido (si este proceso es lento, solo produce cielos nublados). Puede incluir nieve, aguanieve, granizo, llovizna y lluvia.
- La presión atmosférica (o presión del aire) es el peso del aire que descansa sobre la superficie de la Tierra en un lugar dado. Se grafica en un mapa atmosférico, a menudo llamado mapa sinóptico, con líneas de igual presión llamadas isobaras. Se mide generalmente con un barómetro aneroide, que nos indica las variaciones de presión traducidas en la estabilidad de la atmósfera (alta presión o anticiclón, con cielos despejados) o la inestabilidad de la misma con vientos y nubes cargadas que pueden originar lluvias o tempestades, de carácter más o menos violento, según sea la intensidad en el valor de descenso o disminución de la presión atmosférica en un lugar dado.
- El viento es el movimiento de las masas de aire, especialmente en la superficie de la Tierra.

Factores modificadores

Los factores más importantes que modifican el clima son: latitud, altitud, distancia al océano o mar, orientación de cordilleras respecto de los vientos preponderantes, y corrientes marinas.

La latitud

La latitud es un parámetro que tiene una influencia muy importante sobre la climatología y, especialmente sobre la meteorología de un lugar. Que la latitud influye sobre los tipos climáticos es algo evidente desde que Ptolomeo estableció una diferenciación climática en 7 zonas de acuerdo a su menor o mayor latitud.⁴ Los conceptos de zonas geoastronómicas y climas zonales están relacionados con la importancia de la latitud para el establecimiento de los distintos tipos climáticos.

La altitud

La altura de los relieves es otro factor que modifica la temperatura, ya que esta desciende 1 °C cada 180 metros de ascenso, aproximadamente. Debido a su altura, las montañas del oeste en Argentina (la Cordillera de los Andes), por ejemplo, hacen que disminuya la temperatura en las cumbres por su altura elevada.

Las temperaturas también varían por efecto de la continentalidad o distancia al mar.

Zona geoastronómica



Diagrama de las cinco zonas geoastronómicas y su relación con los paralelos notables.

Se denomina **zona geoastronómica** o **zona latitudinal** a cada una de las zonas de la Tierra que dependen de su latitud y en las que los paralelos notables o principales dividen a la superficie terrestre. Dichas zonas son cinco: dos zonas templadas (norte y sur), dos zonas polares (ártica y antártica) y una zona intertropical, a ambos lados del ecuador terrestre. No debe confundirse con zona climática o zona térmica, ya que estas últimas dependen principalmente de factores climáticos como temperatura y precipitación, en lugar de utilizar únicamente la latitud.

En una primera aproximación, estas cinco zonas sirven para definir algunas características climáticas muy generales que se pueden aplicar a grandes extensiones de nuestro planeta y cuya delimitación está establecida por la distinta inclinación de los rayos solares a lo largo del año lo cual se debe, a su vez, a que la eclíptica, es decir, el plano en el cual se mueve la Tierra en su movimiento de traslación alrededor del Sol, no coincide con el plano ecuatorial, es decir, con el plano perpendicular al eje terrestre que define el movimiento de rotación de la Tierra.

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	---	---------

Los paralelos notables son los dos trópicos (de Cáncer en el hemisferio norte y de Capricornio en el hemisferio sur), los dos círculos polares (ártico en el hemisferio norte y antártico en el hemisferio sur) y la línea ecuatorial o ecuador.

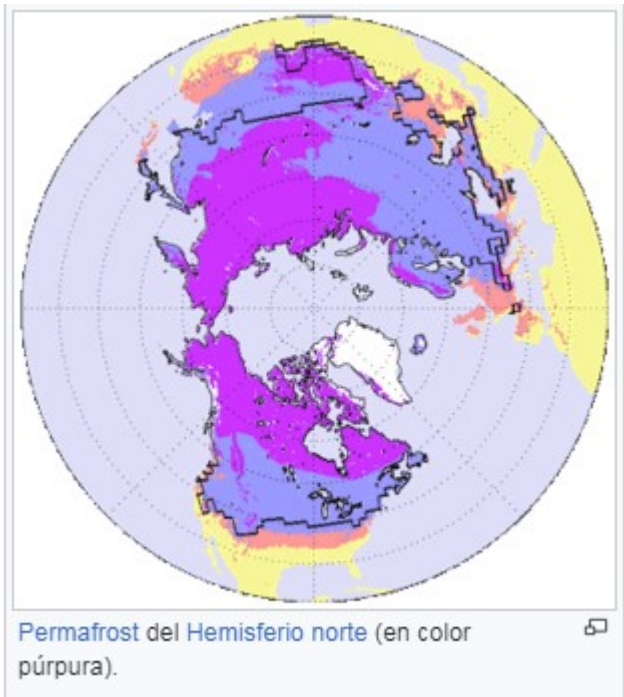
Atendiendo a las distintas zonas geoastronómicas de la Tierra y la manera como a lo largo del año los rayos del Sol inciden sobre los habitantes de cada una de estas zonas, estos se han clasificado de la siguiente manera (estos nombres hacen referencia a las sombras que proyectan):

- *Ascios* o *ascianos*: son los habitantes de la zona intertropical que dos veces al año, a mediodía, al pasar el Sol por su cenit no proyectan sombra alguna.
- *Anfiscios*: son los habitantes de la zona intertropical que durante una parte del año proyectan su sombra hacia el norte, y durante otra parte hacia el sur. Estos mismos habitantes son ascios dos veces al año.
- *Heteroscios*: son los habitantes de las zonas templadas cuya sombra se proyecta siempre hacia el polo geográfico más cercano; esto se debe a que en esas latitudes el Sol nunca alcanza su cenit.
- *Periscios*: son los habitantes de las zonas polares porque en la época en que el Sol los ilumina, la sombra que proyectan da cada día una vuelta completa a su alrededor. Esto se debe a que en esa latitud el Sol no se oculta sino que rodea el horizonte.

Regiones polares



Ubicación de las regiones polares de la Tierra.



Cambios en la extensión del hielo a lo largo del año.

Las **regiones polares o las zonas polares** son las áreas de un planeta o cualquier astro que rodean los polos geográficos. En la Tierra, el Polo Norte y el Polo Sur son los centros de estas regiones, que están dominadas por capas de hielo que conforman los casquetes polares, descansando respectivamente en el océano Glacial Ártico y el continente antártico. Las banquisas polares están actualmente en disminución, posiblemente como resultado del calentamiento global antrópico Norte, o la región que comprende desde el Polo Norte hasta la línea arbolada.

La región polar antártica se delimita geográficamente, al sur del círculo polar antártico pero suele tomarse a partir de los 58 grados de latitud sur (para incluir la Península Antártica o Tierra de Palmer), o para considerar el continente completo de la Antártica. El Tratado Antártico de 1959 utiliza el paralelo de 58° de latitud sur para considerar la región polar antártica.

Se incluyen aquí dos áreas del planeta donde imperan unas condiciones extremas, siendo las bajas temperaturas, la escasez de precipitaciones y las grandes variaciones del día entre las distintas épocas del año, tres de los rasgos más característicos. Esto hace que la vida esté representada casi exclusivamente por las formas animales y que el mar sea un elemento imprescindible para la supervivencia de estos últimos.

Dos son las regiones polares, pero reúnen unas características y un origen completamente distintos. En el hemisferio norte, el Ártico es una masa de hielo flotante que se mantiene gracias a las bajas temperaturas, mientras que en el hemisferio austral, la Antártida es un continente, hoy helado pero que en el pasado albergó una rica flora y una fauna abundante.

El Ártico no posee ningún representante botánico y en cuanto a la fauna cuenta con diversas especies que de modo más o menos esporádico acuden allí desde las cercanas masas continentales euroasiática y norteamericana. Así, el zorro ártico es uno de los principales predadores visitantes, mientras que el oso blanco se ha adaptado ya a residir de modo más continuado. Abundan las focas y las aves marinas, y las aguas circundantes se caracterizan por su riqueza en plancton y especies piscícolas, lo que atrae a numerosos cetáceos.

La Antártida es una enorme superficie de hielo de la que solo emergen algunas cumbres de más de 4000 metros de altura y que solo cuenta con unas pequeñas áreas despejadas, los llamados desiertos antárticos, en los que la sequedad es tan extrema que

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	--	----------------

no llega a formarse hielo. La flora cuenta con unas pocas especies de líquenes y algas que crecen en las zonas costeras, que se deshuelan durante el breve período estival.

La fauna cuenta con focas, elefantes marinos, leopardos marinos y numerosas aves, a los que hay que añadir los cetáceos en las aguas circundantes.

Clima

Las regiones polares reciben menos radiación solar ya que la energía del Sol llega al planeta en un ángulo oblicuo, extendiéndose sobre una área más grande, y también viajando una distancia más larga a través de la atmósfera de la Tierra, en la cual puede ser absorbida, dispersada o reflejada.

La inclinación axial de la Tierra tiene un mayor efecto en las regiones polares. Dado que las regiones polares son las más alejadas del ecuador, reciben la menor cantidad de luz solar y por lo tanto son las más frías. La gran cantidad de hielo y nieve también refleja una gran parte de la escasa luz que reciben, contribuyendo al frío. Las regiones polares se caracterizan por el clima polar, temperaturas extremadamente frías, glaciación allí donde hay suficiente precipitación para formar hielo permanente y variaciones extremas en las horas de luz del día: veinticuatro horas de luz en verano (el sol de medianoche), y oscuridad en invierno.

Poblamiento humano]

Hay pocos asentamientos humanos en la región polar norte de la Tierra. Los países que poseen tierras en las regiones árticas son: los Estados Unidos (Alaska), Canadá, Dinamarca (Groenlandia), Islandia, Noruega, Finlandia y Rusia. La región polar norte es muy diversa tanto en establecimientos humanos como en culturas.

La región polar sur no tiene población humana permanente, salvo el poblado de Villa Las Estrellas, en el Territorio Chileno Antártico, y la Base Esperanza en la Antártida Argentina. La Planta de McMurdo es la estación científica más grande de la Antártica, administrada por Estados Unidos. Otras bases notables incluyen la Base Palmer y la Base Amundsen-Scott (Estados Unidos), la Base Marambio (Argentina), la Base Profesor Julio Escudero y la Base General Bernardo O'Higgins (Chile), la Base Scott (Nueva Zelanda), la Base Vostok (Rusia), la Base Machu Picchu (Perú).

Aunque no hay culturas humanas aborígenes, existe en la Antártica un complejo ecosistema, especialmente en las zonas costeras. La surgencia litoral provee abundantes nutrientes que ayudan al desarrollo del kril, especie de crustáceo marino muy pequeño que es, a su vez, el alimento de una compleja cadena de seres vivos desde los pingüinos a las ballenas azules.

Vegetación y animales

En comparación con la flora que vive en las tierras de la Antártida, la flora de la zona polar ártica es notablemente rica y variada. Durante los meses de verano crecen en la tundra musgos, líquenes y matorrales. Este tipo de paisaje cubre, aunque de manera discontinua, la franja septentrional de Europa, Asia y América, mientras que en los lugares resguardados de los fuertes vientos polares en especial en los valles, crecen los bosques, formados sobre todo por sauces y abedules.

Hay extensas zonas del interior de Groenlandia que están cubiertas por desiertos polares, con un clima extremadamente seco y frío, donde la vegetación apenas existe o se reduce a algunas pocas especies.

	PLAN DE ESTUDIO DEL CURSO DE FORMACIÓN PARA PATRÓN DE NAVE MENOR	Rev. 00
--	--	----------------

Para sobrevivir en la tundra, sobre todo durante los meses de invierno, la fauna ha tenido que adaptarse a las condiciones climatológicas, como es el caso del zorro polar (*Vulpes lagopus*) y la liebre ártica (*Lepus arcticus*), el oso polar (*Ursus maritimus*) y algunas clases de aves, por ejemplo la perdiz nival (*Lagopus muta*) y el lagópodo común (*Lagopus lagopus*). Otras especies menos dotadas para soportar las frías temperaturas, como los ratones, construyen túneles bajo el suelo para protegerse frente al rigor de las mismas.

Durante la época estival aparecen en la tundra mosquitos y otros insectos, así como mamíferos procedentes de la taiga, como la ardilla, el reno, el lobo o el alce. También se observa la migración de muchas aves, por ejemplo patos, ocas o verderones. En lo referente a la fauna marina, esta es considerablemente abundante debido a la proliferación de plancton y está compuesta sobre todo por peces, moluscos y grandes mamíferos, como focas y ballenas jorobadas.

Hidrografía

Los principales ríos que desembocan en el océano Glacial Ártico son el Dvina, el Pechora, el Ob, el Yeniséi, el río Lena y el Kolymá, en la vertiente euroasiática; y el Mackenzie y el Back en Canadá.

División geopolítica de la región polar ártica

La región polar ártica puede dividirse en tres grandes bloques: el europeo, que incluye las tierras de Noruega y Rusia; el asiático, al que pertenece el extremo oriental de Rusia y el americano, con las tierras danesas y canadienses.

Las tierras polares europeas, muy ricas en recursos minerales y especialmente carbón, se dividen en:

- **Tierras polares noruegas.** Comprenden las Islas de Jan Mayen y Svalbard, la Tierra del Nordeste, la Isla de Edge, la isla de Barents, Prins Karls Forland, Kong Karls Land, Hopen, isla de Kvit y la isla de los Osos.
- **Tierras polares rusas.** Tierra de Francisco José y Nueva Zembla.

Las tierras polares asiáticas comprenden las regiones del norte del continente, propiedad de la Federación rusa:

- **Tierras del Norte (Severnaja Zemlja).** Están compuestas por cuatro grandes islas y numerosos islotes, con una extensión global total de 37,560 km²: isla de Bolchevique, isla de la Revolución de Octubre, isla de Komsomol, isla de Pionero e isla de islotes de pequeña Tajmyr y Schmidt.
- **Isla de la Soledad, Usakov y Wiese.**
- **Islas de Nueva Siberia.** Compuestas por nueve islas, la mayor de las cuales es Kotelný.
- **Islas de Long.** Bennet, Jeannete, Henriette, Wilkicki y Zohov.
- **Islas de Wrangell y Herald**

Tierras polares americanas. Comprenden las islas danesas de Groenlandia y los archipiélagos canadienses situados entre Canadá oeste y Groenlandia sudeste, compuestos, entre otras islas, por las de la Reina Isabel (Ellesmere, Devon, Parry, Melville, Borden, Amund Ringnes, etc.), Somerset, Príncipe de Gales, Baffin, Banks y Victoria.

Economía

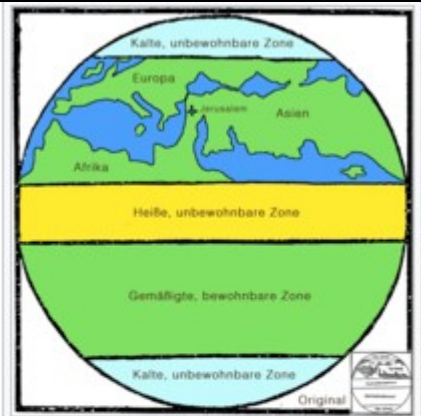
Los estados que poseen territorios incluidos en esta región, EE. UU., Canadá, Rusia y los países escandinavos, han desarrollado una importante explotación de los grandes recursos económicos de la zona. Han adquirido una importancia significativa los campos petrolíferos de Alaska y de la región de Mackenzie, así como las explotaciones carboníferas del estuario de Kolima, de hierro en Canadá o de oro en Siberia. Otro de los recursos económicos de la región son la pesca de las especies autóctonas (como el bacalao) y el comercio de pieles, por ejemplo las de zorro o visón.

Regiones polares en otros astros

Otros planetas y satélites naturales del sistema solar también poseen sus propias regiones polares. La Luna terrestre no contiene depósitos sustanciales de hielo en los profundos cráteres de sus regiones polares, las cuales nunca reciben directamente la luz solar. Marte, al igual que la Tierra, posee capas de hielo. En Urano, por otro lado, la inclinación extrema del eje del planeta lleva a los polos alternadamente apuntando casi directamente al Sol.

Zonas térmicas

Se les denomina zonas térmicas a las regiones climáticas, geográficas o biogeográficas, definidas de acuerdo a su temperatura. Para su delimitación suele usarse un rango de temperatura atmosférica media anual o de biotemperatura según sea el caso, u otro tipo de referencia como la latitud y la altitud, ya que estos dos últimos son factores que tienen una influencia determinante en la temperatura



Modelo de las zonas de la Tierra de Juan de Sacrobosco de 1230 e impreso en Alemania en 1500.

La identificación de zonas térmicas tiene la capacidad que en el estudio del crecimiento de los cultivos, especialmente durante el periodo estacional favorable.¹

Si bien hay varios sistemas de clasificación, lo más tradicional es la división en tres grandes grupos:

- **Zonas cálidas:** También llamadas regiones tórridas o tropicales. Generalmente es una referencia a la zona intertropical o al clima cálido.
- **Zonas templadas:** Pudiendo referirse a las zonas templadas de la tierra (zonas geoastronómicas) o a las de clima templado.
- **Zonas frías:** Como referencia a las regiones polares y boreales o al clima frío y polar.

Esta visión básica o simple en tres zonas está muy extendida, se usa desde tiempos antiguos y ha tenido variantes a lo largo de la historia según diferentes autores que han utilizado luego mayor número de zonas. También se utiliza otras denominaciones para referirse a las **zonas de la Tierra**, por ejemplo zona climática, pero esto implica que suelen intervenir otros parámetros como la precipitación; zona latitudinal si se mide sobre la base de la latitud y piso térmico sobre la base de la altitud.