



## Ficha técnica

# Fundamentos de las Ciencias de la Tierra

College

### Autores

Frederick K. Lutgens y Edward J. Tarbuck

**ISBN EPUB:** 978-607-32-6028-2

**Formato:** Digital

**Edición:** 1ª en español/9ª en inglés

**Nivel de enseñanza:** College

**Área/Subárea:** Ciencias naturales/  
Geociencias

**Copyright:** 2024



## Objetivo

*Fundamentos de las Ciencias de la Tierra* presenta una cobertura actualizada de geología, oceanografía, meteorología y astronomía que es ideal para estudiantes universitarios que recién inician su formación científica. Esta edición presenta contenido actualizado, datos y aplicaciones recientes y nuevas actividades de análisis de datos. Integra estudios de casos, ejemplos e ilustraciones que facilitan el aprendizaje, además de que proporciona a los estudiantes una base sólida en los principios fundamentales de la geología.

Al finalizar el libro, los estudiantes tendrán una comprensión más profunda del planeta Tierra, su historia y los procesos que lo han moldeado; aprenderán sobre las capas de la Tierra, desde la corteza hasta el núcleo, y los procesos geológicos que ocurren en su interior; entenderán cómo se mueven las placas tectónicas, las causas de los terremotos y volcanes, y la formación de montañas y océanos; desarrollarán la capacidad de leer e interpretar mapas topográficos, geológicos y otros tipos de representaciones gráficas; reconocerán la influencia de las actividades humanas en el medio ambiente y la importancia de la sostenibilidad; y serán capaces de analizar datos, evaluar evidencias y formular hipótesis sobre los procesos geológicos.



## Características (promotips)

- Esta edición abarca una amplia gama de temas, desde la estructura interna de la Tierra hasta los procesos geológicos externos, la tectónica de placas, los recursos naturales y el impacto humano en el planeta. Esto proporciona a los estudiantes una visión completa y coherente de las Ciencias de la Tierra.
  - Los autores se esfuerzan por explicar conceptos complejos de manera accesible, utilizando un lenguaje claro y evitando tecnicismos innecesarios. Esto facilita la comprensión para estudiantes de diferentes niveles.
  - Incluye numerosas ilustraciones, mapas, diagramas y fotografías que complementan el texto y ayudan a visualizar los procesos geológicos, lo que permite que el aprendizaje sea más dinámico y atractivo.
  - Ofrece numerosos ejemplos y ejercicios que permiten a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos a situaciones reales.
  - Incorpora los últimos avances científicos y tecnológicos, lo que garantiza que el contenido sea relevante y esté a la vanguardia de la investigación.
- Consulte a su Asesor de Servicios de Aprendizaje de Pearson o escriba a **hedsoporte@pearson.com** para obtener información respecto de los recursos y material descargable para docentes.



## Ventajas competitivas

- Entre las ventajas sustanciales de este título destacan:
- ★ Contenidos nuevos y actualizados que están acompañados de recursos digitales que mejoran la experiencia de aprendizaje.
  - ★ La sección *En las noticias* se encuentra al iniciar cada capítulo, y presenta un reportaje de actualidad con alguna fotografía que ilustra las conexiones con el mundo real y los contenidos que se estudiarán en el capítulo.
  - ★ Las *Figuras inteligentes* son un material audiovisual que incluye tutoriales, excursiones móviles, videos y animaciones que ayudan al estudiante a seguir caminos únicos e innovadores que aumentan la comprensión de las ideas y conceptos importantes estudiados a lo largo del libro.
  - ★ Cada capítulo ha sido diseñado para ser autónomo, de modo que los materiales pueden enseñarse en una secuencia diferente, según la preferencia del docente o las necesidades del laboratorio.
  - ★ La sección *Centrarse en los conceptos* se presenta al iniciar cada capítulo y muestra los objetivos de aprendizaje numerados, los cuales corresponden a cada uno de los temas importantes del capítulo.
  - ★ Las secciones *Repaso de conceptos* y *Centrarse en los conceptos* van de la mano, son elementos que se coordinan al principio y al final de cada capítulo. El repaso ofrece resúmenes claros y concisos de las ideas clave con fotografías, diagramas y preguntas que también ayudan a los estudiantes a centrarse en las ideas importantes y a comprobar su comprensión de los conceptos básicos.



## Contenido

### Introducción a las Ciencias de la Tierra

#### I.1 ¿Qué son las Ciencias de la Tierra?

Geología  
Oceanografía  
Meteorología  
Astronomía  
Las Ciencias de la Tierra son ciencias ambientales  
*Riesgos naturales*  
*Recursos*  
*Cambio climático global*  
*Las personas influyen en los procesos de la Tierra*  
Escala de espacio y tiempo en las Ciencias de la Tierra

#### I.2 La Tierra como sistema

Esferas de la Tierra  
*Hidrosfera*  
*Atmósfera*  
*Biósfera*  
*Geósfera*  
Ciencias de la Tierra  
El sistema Tierra  
*Las partes están interrelacionadas*  
*Escala espaciotemporal*  
*Energía para el sistema Tierra*  
*Los seres humanos y el sistema Tierra*

#### I.3 La naturaleza de la investigación científica

Hipótesis  
Teoría  
Métodos científicos

#### 1.4 Propiedades de los minerales

Propiedades ópticas  
*Lustre*  
*Color*  
*Raya*  
*Transparencia*  
Forma o hábito del cristal  
Fuerza mineral  
*Dureza*  
*Clivaje*  
*Fractura*  
*Tenacidad*  
Densidad y gravedad específica  
Otras propiedades de los minerales

#### 1.5 Grupos minerales

Minerales de silicato  
Minerales comunes de silicato claro  
*Grupo de los feldespatos*  
*Cuarzo*  
*Muscovita*  
*Minerales de arcilla*  
Minerales comunes de silicato oscuro  
*Grupo del olivino*  
*Grupo de los piroxenos*  
*Grupo de los anfíboles*  
*Biotita*  
*Granate*  
Minerales no silicatados importantes

## Capítulo 2 Rocas: materiales de tierra sólida

#### 2.1 El ciclo de las rocas

El ciclo básico  
Rutas alternativas

#### 2.2 Rocas ígneas: "formadas por el fuego"

Del magma a la roca cristalina  
Composiciones ígneas  
*Composiciones graníticas (félsicas) frente a basálticas (máficas)*  
*Otros grupos composicionales*  
¿Qué pueden decirnos las texturas ígneas?  
*Textura de grano fino*  
*Textura de grano grueso*  
*Textura porfírica (porfídica)*  
*Textura vesicular*  
*Textura vítrea*  
*Textura piroclástica (fragmentaria)*  
Rocas ígneas comunes

## UNIDAD I MATERIALES TERRESTRES

### Capítulo 1 Materia y minerales

#### 1.1 Minerales: los componentes de las rocas

Definición de un mineral  
¿Qué es una roca?

#### 1.2 Átomos: componentes básicos de los minerales

Propiedades de los protones, neutrones y electrones  
Elementos: definidos por su número de protones

#### 1.3 Cómo se enlazan los átomos para formar minerales

La regla del octeto y los enlaces químicos  
Enlaces iónicos: transferencia de electrones  
Enlaces covalentes: compartición de electrones  
Enlaces metálicos: electrones libres para moverse

*Rocas graníticas (félsicas)*

*Rocas andesíticas (intermedias)*

*Rocas basálticas (máficas)*

Cómo se forman las rocas ígneas

*Serie de reacciones de Bowen*

*Diferenciación magmática*

## 2.3 Meteorización de las rocas para formar sedimentos

Meteorización mecánica

*Gelifracción*

*Crecimiento de cristales de sal (haloclastismo)*

*Lajamiento*

*Actividad biológica (bioclastia)*

Meteorización química

*Agua, oxígeno y dióxido de carbono*

Productos de la meteorización química

## 2.4 Rocas sedimentarias: sedimentos compactados y cementados

Tipos de rocas sedimentarias

*Rocas sedimentarias clásticas*

*Rocas sedimentarias químicas*

*El carbón: una roca sedimentaria orgánica*

Litificación de sedimentos

Características de las rocas sedimentarias

## 2.5 Rocas metamórficas: nuevas rocas a partir de antiguas

¿Qué provoca el metamorfismo?

*El calor como agente metamórfico*

*Presión de confinamiento y tensión diferencial como agentes metamórficos*

*Fluidos químicamente activos como agentes metamórficos*

Texturas metamórficas

*Foliación*

*Texturas no foliadas*

Rocas metamórficas comunes

*Rocas foliadas*

*Rocas no foliadas*

Otras rocas metamórficas

# UNIDAD II FUERZAS INTERNAS

## Capítulo 3 Tectónica de placas: una revolución científica

### 3.1 De la deriva continental a la tectónica de placas

### 3.2 La deriva continental: una idea prematura

Evidencia: el rompecabezas continental

Evidencia: coincidencia de fósiles a través de los mares

*Mesosaurus y Glossopteris*

Evidencia: tipos de rocas y rasgos geológicos

Evidencia: los climas antiguos

El gran debate

### 3.3 Teoría de la tectónica de placas

Una litósfera rígida recubre una astenósfera endeble

Placas principales de la Tierra

Movimiento de placas

### 3.4 Límites de placas divergentes y expansión del fondo marino

Expansión del fondo marino

¿Cómo cambia la litósfera oceánica a medida que envejece?

Rift continental

### 3.5 Límites de placas convergentes y de subducción

Convergencia oceánica-continental

Convergencia oceánica-oceánica

Convergencia continental-continental

### 3.6 Límites de las placas transformantes

### 3.7 ¿Cómo cambian las placas y sus límites?

La separación de Pangea

Tectónica de placas en el futuro

### 3.8 Comprobación del modelo de tectónica de placas

Evidencia de la expansión del fondo marino: perforación oceánica

Evidencia: plumas del manto, puntos calientes y cadenas de islas

Evidencia: paleomagnetismo

*Deriva polar aparente*

*Las inversiones magnéticas y la expansión del fondo marino*

### 3.9 ¿Qué impulsa el movimiento de las placas?

Fuerzas que impulsan el movimiento de las placas

*Arrastre o tracción de placas*

*Empuje de dorsal*

Un modelo de convección placa-manto

## Capítulo 4 Tierra incansable: terremotos y construcción de montañas

### 4.1 ¿Qué es un terremoto?

Descubrimiento de las causas de los terremotos

Tectónica de placas y grandes terremotos

*Límites de placas convergentes*

*Límites de placas transformantes*

Ruptura y propagación de fallas

### 4.2 Sismología: el estudio de las ondas sísmicas

Instrumentos que registran los terremotos

Ondas sísmicas

*Ondas de cuerpo*

*Ondas superficiales*

*Comparación de la velocidad y el tamaño de las ondas sísmicas*

### 4.3 ¿Dónde se producen los terremotos más destructivos?

Terremotos asociados a los límites de placas

Terremotos dañinos al este de las montañas Rocosas

Localización del origen de un terremoto

#### 4.4 Determinación de la magnitud de un terremoto

Escalas de intensidad

Escalas de magnitud

*Escalas de magnitud similares a la de Richter*

*Magnitud de momento*

#### 4.5 Destrucción por terremoto

Destrucción por vibraciones sísmicas

*Intensidad y duración*

*Prácticas de construcción*

*Amplificación de las ondas sísmicas y licuefacción*

Deslizamientos y hundimientos del suelo

Fuego

Tsunamis

*Daños causados por el tsunami del terremoto*

*de Indonesia de 2004*

*Tsunami en Japón*

*Sistema de alerta de tsunamis*

#### 4.6 Interior de la Tierra

Formación de la estructura de capas de la Tierra

Sondear el interior de la Tierra: “viendo” las ondas sísmicas

Estructura de la Tierra en capas

*La corteza terrestre*

*El manto terrestre*

*El núcleo de la Tierra*

#### 4.7 Deformación de la corteza

¿Qué causa la deformación de las rocas?

*Tensión: causa de la deformación*

*Deformación: un cambio de forma causado por el esfuerzo*

Tipos de deformación

*Deformación elástica*

*Deformación frágil*

*Deformación dúctil*

#### 4.8 Pliegues: estructuras formadas por deformación dúctil

Anticlinales y sinclinales

Domos y cuencas

Monoclinales

#### 4.9 Fallas y diaclasas: estructuras formadas por deformación frágil

Fallas de buzamiento

*Fallas normales*

*Montañas de bloques de falla*

*Fallas inversas y de cabalgamiento*

Fallas de deslizamiento

Diaclasas

#### 4.10 Formación de montañas

#### 4.11 Subducción y formación de montañas

Formación de montaña tipo arco insular

Formación de montañas de tipo andino

*Formación de arcos volcánicos*

*Emplazamiento de batolitos*

*Desarrollo de una cuña de acreción*

*Cuencas de antearco o antepaís*

Sierra Nevada, cordillera de la Costa y Gran Valle

#### 4.12 Cinturones montañosos de colisión

Formación de montañas de tipo alpino: colisiones continentales

Los Himalayas

Los Apalaches

*Orogenia Tacónica*

*Orogenia Acadiana*

*Orogenia Apalache*

Formación de montañas de tipo cordillera

*La naturaleza de los terranos*

*Acreción y orogénesis*

*La Cordillera de Norteamérica*

## Capítulo 5 Volcanes y otras actividades ígneas

### 5.1 Monte Santa Helena versus Kilauea

### 5.2 La naturaleza de las erupciones volcánicas

Magma: fuente de erupciones volcánicas

*Composición del magma*

Erupciones efusivas frente a erupciones explosivas

*Viscosidad y factores relacionados*

*Papel de los gases*

Erupciones efusivas

Detonantes de erupciones explosivas

### 5.3 Materiales expulsados por una erupción

Flujos de lava

*Flujos aa y pahoehoe*

*Lavas almohadilladas*

Gases

Materiales piroclásticos

### 5.4 Anatomía de un volcán

### 5.5 Volcanes escudo

Mauna Loa: el volcán escudo más grande de la Tierra

Kilauea: el volcán más activo de Hawái

### 5.6 Conos de ceniza

Parícutín: la vida de un cono de ceniza de jardín

### 5.7 Volcanes compuestos o estratovolcanes

### 5.8 Peligros volcánicos

Flujos piroclásticos: una fuerza mortal de la naturaleza

*Impulsados por la gravedad*

*La destrucción de San Pedro*

*La destrucción de Pompeya*

Lahares: flujos de lodo en conos activos e inactivos

Otros riesgos volcánicos

*Tsunamis relacionados con volcanes*

*Ceniza volcánica y aviación*

*Gases volcánicos y salud respiratoria*

*Efectos de las cenizas y los gases volcánicos*

*en el tiempo y el clima*

## 5.9 Otras formas volcánicas

Calderas

*Calderas tipo Crater Lake*

*Calderas de tipo hawaiano*

*Calderas tipo Yellowstone*

Erupciones fisurales y mesetas basálticas

Cuellos volcánicos

## 5.10 Actividad ígnea intrusiva

Naturaleza de los cuerpos intrusivos

Cuerpos intrusivos tabulares: diques y sills

*Columnas basálticas*

Plutones masivos: batolitos, stocks y lacolitos

*Lacolitos*

## 5.11 La fusión parcial y el origen del magma

Fusión parcial

Generación de magma a partir de roca sólida

*Disminución de la presión: fusión por descompresión*

*Adición de agua para desencadenar la fusión*

*Aumento de la temperatura: fusión de rocas de la corteza*

## 5.12 Tectónica de placas y vulcanismo

Vulcanismo en los límites de placas divergentes

Vulcanismo en los límites de placas convergentes

Vulcanismo intraplaca

# UNIDAD III PROCESOS QUE MODELAN LA SUPERFICIE TERRESTRE

## Capítulo 6 Paisajes modelados por el agua

### 6.1 Movimiento de masas en laderas: el trabajo de la gravedad

Movimiento de masas y desarrollo del relieve

*El rol del movimiento de masas*

*Las pendientes cambian con el tiempo*

Controles y detonantes del movimiento de masas

*El rol del agua*

*Pendientes sobreescarpadas*

*Remoción de la vegetación*

*Los terremotos como detonantes*

*¿Deslizamientos de tierra sin detonantes?*

### 6.2 El ciclo hidrológico

La hidrósfera: el agua de la Tierra

*Los caminos del agua*

*Almacenamiento en los glaciares*

*Balance hídrico*

### 6.3 Agua en movimiento

Cuencas de drenaje

Sistemas fluviales

*Producción de sedimentos*

*Transporte de sedimentos*

*Deposición de sedimentos*

### 6.4 Características de las corrientes de agua

Factores que afectan a la velocidad del flujo

*Gradiente*

*Forma, tamaño y rugosidad del cauce*

*Descarga*

Cambios de aguas arriba a aguas abajo

## 6.5 El trabajo del agua en movimiento

Erosión

Transporte de sedimentos

*Carga disuelta*

*Carga en suspensión*

*Carga del lecho*

*Capacidad y competencia*

Deposición de sedimentos por las corrientes de agua

## 6.6 Canales de flujo

Canales rocosos

Canales aluviales

*Canales meandriiformes*

*Canales trenzados*

## 6.7 Conformación de valles fluviales

Nivel base y erosión

Profundización del valle

Ensanchamiento del valle

Meandros profundos y terrazas fluviales

## 6.8 Formas de relieve deposicionales

Deltas

Diques o barras naturales

## 6.9 Inundaciones y control de crecidas

Causas de las inundaciones

Control de inundaciones

*Diques artificiales*

*Presas de control de inundaciones*

*Canalización*

*Un enfoque no estructural*

## 6.10 Aguas subterráneas: el agua bajo la superficie

La importancia del agua subterránea

Funciones geológicas de las aguas subterráneas

Distribución de las aguas subterráneas

*Zonas subterráneas*

*Nivel freático*

Factores que influyen en el almacenamiento y  
movimiento de las aguas subterráneas

*Porosidad*

*Permeabilidad*

*Acuitados y acuíferos*

Movimiento de las aguas subterráneas

## 6.11 Pozos, sistemas artesianos y manantiales

Pozos

Sistemas artesianos

Manantiales

## 6.12 Problemas ambientales relacionados con las aguas subterráneas

Tratar las aguas subterráneas como un recurso no  
renovable

Hundimiento del suelo causado por la extracción  
de aguas subterráneas

Contaminación de las aguas subterráneas

### 6.13 El trabajo geológico de las aguas subterráneas

Cavernas

*Desarrollo de cavernas*

*Cómo se forma la piedra de goteo*

*Elementos de piedra de goteo: los espeleotemas*

Topografía kárstica

*Dolinas*

*Paisajes de torres kársticas*

## Capítulo 7 Paisajes glaciales y áridos

---

### 7.1 Los glaciares y el sistema terrestre

Los glaciares: una parte de dos ciclos básicos

Glaciares de valle (alpinos)

Capas de hielo

*Capas de hielo de la Edad de Hielo*

*Groenlandia y la Antártida*

*Plataformas de hielo*

Otros tipos de glaciares

### 7.2 Cómo se mueven los glaciares

Observar y medir el movimiento

Balance de masa de un glaciar: acumulación frente

a gasto

*Zonas glaciales*

*Balance de masa glacial*

*Glaciares en retroceso: balances desequilibrados del glaciar*

### 7.3 Erosión glacial

Cómo erosionan los glaciares

Formas del relieve creadas por la erosión glacial

*Valles glaciales*

*Circos*

*Aristas y cuernos*

*Fiordos*

### 7.4 Depósitos glaciales

Tipos de deriva glacial

*Till glacial*

*Deriva estratificada*

Morrenas, planicies de deshielo y depresiones glaciales

*Morrenas laterales y mediales*

*Morrenas finales y morrenas de fondo*

*Planicies de deshielo y trenes de valle*

*Depresión glacial*

Drumlins, eskers y kames

*Drumlins*

*Eskers y kames*

### 7.5 Otros efectos de los glaciares de la Edad de Hielo

Cambios en el nivel del mar

Ríos cambiantes

Las presas de hielo crean lagos proglaciales

Lagos pluviales

### 7.6 Extensión de la glaciación

#### 7.7 Desiertos

Distribución y causas de las tierras áridas

Procesos geológicos en climas áridos

*Meteorización en regiones secas*

*El papel del agua*

#### 7.8 Paisajes áridos del oeste americano

Región de Basin and Range

Meseta del Colorado

#### 7.9 El trabajo del viento

Erosión eólica

*Deflación y cuencas de deflación*

*Blindaje de la superficie del desierto*

*Abrasión eólica*

Depósitos eólicos

*Loess*

*Dunas de arena*

## UNIDAD IV DESCIFRANDO LA HISTORIA DE LA TIERRA

### Capítulo 8 Tiempo geológico

---

#### 8.1 Breve historia de la geología

Catastrofismo

El nacimiento de la geología moderna

La geología actual

#### 8.2 Creación de una escala de tiempo: principios de la datación relativa

Fechas numéricas y relativas

*Fechas numéricas*

*Fechas relativas*

Principio de superposición

Principio de horizontalidad original

Principio de continuidad lateral

Principio de las relaciones transversales

Principio de las inclusiones

Discordancias

*Discordancia angular*

*Disconformidad*

*Discordancia no concordante*

*Discordancias en el Gran Cañón*

Aplicación de los principios de datación relativa

#### 8.3 Los fósiles: evidencia de vida en el pasado

Tipos de fósiles

*Permineralización*

*Moldes y contramoldes*

*Carbonización e impresiones*

*Ámbar*

*Restos fósiles*

Condiciones favorables a la conservación

#### 8.4 Correlación de capas de rocas

Correlación dentro de áreas limitadas

Fósiles y correlación

*Principio de sucesión fósil*  
*Fósiles índice y conjuntos fósiles*  
*Indicadores ambientales*

## 8.5 Datación numérica con desintegración nuclear

Repaso de la estructura atómica básica  
Cambios en los núcleos atómicos  
Datación radiométrica  
Vida media  
Uso de isótopos inestables  
*Un proceso complejo*

*Las rocas más antiguas de la Tierra*

Datación con carbono-14

## 8.6 Determinación de fechas numéricas para estratos sedimentarios

### 8.7 Escala del tiempo geológico

Estructura de la escala del tiempo  
Tiempo precámbrico  
Terminología y escala del tiempo geológico

## 9.6 Características de las cuencas oceánicas profundas

Fosas oceánicas profundas  
Llanuras abisales  
Estructuras volcánicas en el fondo del océano  
*Montes submarinos e islas volcánicas*  
*Guyots*  
*Mesetas oceánicas*

## 9.7 El sistema de dorsales oceánicas

Anatomía del sistema de dorsales oceánicas  
¿Por qué está elevada la dorsal oceánica?

## 9.8 Sedimentos del fondo marino

Tipos de sedimentos del fondo marino  
*Sedimentos terrígenos*  
*Sedimentos biogénicos*  
*Sedimento hidrogénico*  
Sedimentos del fondo marino: un almacén de datos climáticos  
*El valor del estudio de los sedimentos del fondo marino*

## UNIDAD V EL OCÉANO GLOBAL

### Capítulo 9 Océanos: la última frontera

#### 9.1 El vasto océano mundial

Geografía de los océanos  
Comparación de los océanos con los continentes

#### 9.2 Composición del agua de mar

Salinidad  
Fuentes de sales marinas  
Procesos que afectan a la salinidad del agua de mar  
*Hielo marino polar y cambio climático mundial*  
Las actividades humanas y el aumento de la acidez de los océanos

#### 9.3 Variaciones de temperatura y densidad con la profundidad

Variaciones de temperatura  
Variaciones de densidad  
*Factores que afectan la densidad del agua de mar*  
*Variación de la densidad en función de la profundidad*  
Estratificación oceánica

#### 9.4 Una imagen emergente de los fondos oceánicos

Cartografía del fondo marino  
*Técnicas batimétricas modernas*  
*Cartografía de los fondos oceánicos desde el espacio*  
Provincias del fondo oceánico

#### 9.5 Márgenes continentales

Márgenes continentales pasivos  
*Plataforma continental*  
*Talud continental*  
*Elevación continental*  
*Cañones submarinos y corrientes de turbidez*  
Márgenes continentales activos

### Capítulo 10 El océano inquieto

#### 10.1 La circulación oceánica en superficie

El patrón de las corrientes oceánicas superficiales  
*Efecto Coriolis*  
*Corrientes del Pacífico Norte*  
*Corrientes del Atlántico Norte*  
*Corrientes del hemisferio sur*  
*Corrientes del océano Índico*  
*Deriva del viento del oeste*  
Las corrientes oceánicas influyen en el clima  
*El efecto de las corrientes cálidas*  
*Las corrientes frías enfrían el aire*  
*Las corrientes frías aumentan la aridez*

#### 10.2 Afloramiento y circulación oceánica profunda

Afloramiento costero  
Circulación oceánica profunda

#### 10.3 La línea litoral y las olas del mar

Una interfaz dinámica  
*Las líneas litorales actuales*  
*Actividad humana*

Olas oceánicas  
Características de las olas  
Movimiento orbital circular  
Olas en la zona de la rompiente

#### 10.4 Playas y procesos litorales

Erosión por oleaje  
Movimiento de arena en la playa  
*Movimiento perpendicular a la línea de costa*  
*Refracción de las olas*  
*Transporte a lo largo de la costa*

#### 10.5 Características del litoral

Formas de erosión

Acantilados litorales, plataformas de abrasión y terrazas marinas (o rasas)  
*Arcos y chimeneas litorales*  
Formas deposicionales  
*Flechas, barras y tómbolos*  
*Islas barrera*  
Evolución de la costa

### 10.6 Contraste de las costas americanas

Clasificación costera  
*Costas emergentes*  
*Costas sumergidas*  
Costas del Atlántico y del Golfo  
Costa del Pacífico

### 10.7 Estabilización de la costa

Estabilización firme  
*Espigones*  
*Rompeolas y diques*  
Alternativas a la estabilización firme  
*Alimentación de la playa*  
*Cambio del uso de suelo*

### 10.8 Mareas

Causas de las mareas  
Ciclo mensual de las mareas  
Corrientes de marea

## UNIDAD VI LA ATMÓSFERA DINÁMICA DE LA TIERRA

### Capítulo 11 Calentamiento de la atmósfera

#### 11.1 Enfoque en la atmósfera

El tiempo meteorológico en Estados Unidos  
Tiempo meteorológico y clima

#### 11.2 Composición de la atmósfera

Componentes no variables  
Componentes variables  
*Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)*  
*Vapor de agua*  
*Aerosoles*  
*Ozono*

#### 11.3 Estructura vertical de la atmósfera

Cambios de presión  
Cambios de temperatura  
*Tropósfera*  
*Estratósfera*  
*Mesósfera*  
*Termósfera*

#### 11.4 Relaciones Tierra-Sol

Rotación y órbita de la Tierra  
Cambios estacionales  
Orientación de la Tierra respecto al Sol  
Solsticios y equinoccios

#### 11.5 Energía, calor y temperatura

Formas de energía

Calor y temperatura

### 11.6 Mecanismos de transferencia de calor

Conducción  
Convección  
Radiación  
*Radiación solar*  
*Leyes de la radiación*

### 11.7 Calentamiento de la atmósfera

¿Qué ocurre con la radiación solar entrante?  
Reflexión y dispersión  
*Reflexión y albedo terrestre*  
*Dispersión y luz difusa*

Absorción

El calentamiento de la atmósfera: el efecto invernadero

### 11.8 Impacto humano en el clima mundial

Aumento de los niveles de CO<sub>2</sub>  
La respuesta de la atmósfera  
Algunas consecuencias probables

### 11.9 Para que conste: datos de temperatura del aire

Cálculos básicos  
Isotermas

### 11.10 Por qué varían las temperaturas: controles de la temperatura

Calentamiento diferencial de la tierra y el agua  
Altitud  
Posición geográfica y dirección predominante del viento  
Variaciones del albedo

### 11.11 Distribución mundial de la temperatura

### Capítulo 12 Humedad, nubes y precipitación

#### 12.1 Cambios de estado del agua

Hielo, agua líquida y vapor de agua  
Calor latente  
*Evaporación y condensación*  
*Sublimación y deposición*

#### 12.2 Humedad: vapor de agua en el aire

Saturación  
Razón de mezcla  
Humedad relativa  
*Cómo los cambios de humedad afectan a la humedad relativa*  
*Cómo los cambios de temperatura afectan a la humedad relativa*

Temperatura del punto de rocío

¿Cómo se mide la humedad?

*Psicrómetros*  
*Higrómetros eléctricos*

#### 12.3 Cambios adiabáticos de temperatura y formación de nubes

Enfriamiento adiabático y condensación

*Cambio adiabático seco*

*Cambio adiabático húmedo*

#### 12.4 Mecanismos de ascenso del aire

Ascenso orográfico

Ascenso frontal

Convergencia

Ascenso convectivo localizado

#### 12.5 El factor crucial que genera el tiempo: la estabilidad atmosférica

Tipos de estabilidad

*Estabilidad absoluta*

*Inestabilidad absoluta*

*Inestabilidad condicional*

#### 12.6 Formación de nubes

Papel de los núcleos de condensación

Clasificación de las nubes

*Formas de las nubes*

*Alturas de las nubes*

*Nubes altas*

*Nubes medias*

*Nubes bajas*

*Nubes de desarrollo vertical*

#### 12.7 Tipos de niebla

Nieblas causadas por el enfriamiento

*Niebla por radiación*

*Niebla por advección*

*Niebla por ascenso*

Nieblas por evaporación

*Niebla de vapor*

*Niebla frontal (o de precipitación)*

*¿Dónde es más común la niebla?*

#### 12.8 Cómo se forma la precipitación

Precipitación a partir de nubes frías: el proceso de Bergeron

Precipitación a partir de nubes cálidas: el proceso de colisión-coalescencia

#### 12.9 Formas de precipitación

Lluvia, llovizna y neblina

Nieve

Aguanieve y lluvia congelante

Granizo

Escarcha

#### 12.10 Medición de la precipitación

Medición de la nieve

Seguimiento de la precipitación mediante radar meteorológico

### Capítulo 13 La atmósfera en movimiento

#### 13.1 Comprender la presión atmosférica

¿Qué es la presión atmosférica?

Medición de la presión atmosférica

#### 13.2 Factores que afectan al viento

Fuerza de gradiente de presión

Efecto Coriolis

Fricción con la superficie terrestre

#### 13.3 Altas y bajas

Vientos ciclónicos y anticiclónicos

Generalizaciones meteorológicas sobre las altas y las bajas

#### 13.4 Circulación general de la atmósfera

Circulación en una Tierra sin rotación

Circulación global idealizada

Influencia de los continentes

Vientos del oeste (*westerlies*)

#### 13.5 Vientos locales

Brisas de mar y tierra

Brisas de montaña y de valle

Vientos Chinook y Santa Ana

#### 13.6 Medición del viento

#### 13.7 Distribución mundial de la precipitación

### Capítulo 14 Patrones meteorológicos y tiempo severo

#### 14.1 Masas de aire

¿Qué es una masa de aire?

Regiones de origen

El tiempo asociado a las masas de aire

#### 14.2 Frentes

Frentes cálidos

Frentes fríos

Frentes estacionarios y frentes ocluidos

#### 14.3 Ciclones de latitudes medias

Tiempo idealizado de un ciclón de latitudes medias

El papel del flujo de aire en los niveles superiores

#### 14.4 Tormentas eléctricas

¿Qué hay en un nombre?

Condiciones para el desarrollo de tormentas eléctricas

Etapas del desarrollo de una tormenta eléctrica

#### 14.5 Tornados

Ocurrencia y desarrollo de tornados

*Condiciones atmosféricas generales*

*Climatología de tornados*

*Perfil de un tornado*

Destrucción y pérdida de vidas por tornados

Previsión de tornados

*Avisos y alertas de tornado*

*Radar Doppler*

#### 14.6 Huracanes

Formación de huracanes

Estructura de la tormenta

Debilitamiento del huracán

Destrucción por huracanes

*Marea de tormenta*

*Daños causados por el viento*

*Lluvias torrenciales e inundaciones interiores*

Seguimiento de huracanes

## UNIDAD VII EL LUGAR DE LA TIERRA EN EL UNIVERSO

### Capítulo 15 La naturaleza del sistema solar

#### 15.1 Astronomía antigua

La Edad de Oro de la astronomía  
El modelo del universo de Ptolomeo

#### 15.2 El nacimiento de la astronomía moderna

Nicolás Copérnico  
Tycho Brahe  
Johannes Kepler  
Galileo Galilei  
Sir Isaac Newton

#### 15.3 Nuestro sistema solar: una visión general

Teoría nebular: formación del sistema solar  
Los planetas: estructuras internas y atmósferas  
*Interior de los planetas terrestres*  
*Interior de los planetas jovianos*  
*Las atmósferas de los planetas*  
Impactos planetarios

#### 15.4 La Luna terrestre: de tal palo, tal astilla

¿Cómo se formó la Luna?  
La superficie lunar  
*Historia de la superficie lunar*  
*Superficie lunar actual*

#### 15.5 Planetas terrestres

Mercurio: el planeta más interior  
Venus: el planeta velado  
Marte: el Planeta Rojo  
*Topografía de Marte*  
*Volcanes en Marte*  
*Erosión eólica en Marte*  
*Agua en Marte en el pasado*  
*¿Existe agua líquida en el Marte actual?*

#### 15.6 Planetas jovianos

Júpiter: señor de los cielos  
*Lunas de Júpiter*  
*Los anillos de Júpiter*  
Saturno: el planeta elegante  
*Las lunas de Saturno*  
*El sistema de anillos de Saturno*  
Urano y Neptuno: gemelos  
*Urano: el planeta lateral*  
*Las lunas de Urano*  
*Los anillos de Urano*  
*Neptuno: el planeta ventoso*  
*Lunas de Neptuno*  
*Anillos de Neptuno*

#### 15.7 Cuerpos pequeños del sistema solar

Asteroides: planetesimales sobrantes  
*Estructura y composición de los asteroides*  
*Exploración de asteroides*

Cometas: bolas de nieve sucias

*Estructura y composición de los cometas*  
*El reino de los cometas: el cinturón de Kuiper y la nube de Oort*

Meteoros, meteoroides y meteoritos

*Lluvia de meteoros*  
*Meteoritos: visitantes de la Tierra*  
*Tipos de meteoritos*

Planetas enanos

*Exploración de Plutón*

### Capítulo 16 Más allá de nuestro sistema solar

#### 16.1 Clasificación de las estrellas

Luminosidad estelar  
*Magnitud aparente*  
*Magnitud absoluta (luminosidad)*  
Color y temperatura de las estrellas  
Diagramas de Hertzsprung-Russell (diagramas H-R)

#### 16.2 Evolución estelar

Nacimiento estelar  
Etapa de protoestrella  
Etapa de la secuencia principal  
Etapas de una gigante roja  
Agotamiento y muerte  
*Muerte de las estrellas de masa baja*  
*Muerte de las estrellas de masa intermedia (similares al Sol)*  
*Muerte de las estrellas masivas*

#### 16.3 Restos estelares

Enanas blancas  
Estrellas de neutrones  
Agujeros negros

#### 16.4 Galaxias y cúmulos de galaxias

Tipos de galaxias  
*Galaxias espirales*  
*Galaxias elípticas*  
*Galaxias irregulares*  
Cúmulos de galaxias  
Colisiones galácticas

#### 16.5 El universo

¿De qué tamaño es?  
*El descubrimiento de Edwin Hubble*  
*¿Qué nos dice la luz sobre el tamaño del universo?*  
Breve historia del universo  
*Teoría del Big Bang*  
*Las primeras estrellas*  
Pruebas de un universo en expansión  
Predicciones de la Teoría del Big Bang  
¿Cuál es el destino del universo?  
*Materia oscura*  
*Energía oscura*

## **Apéndice A. Unidades métricas e inglesas comparadas**

---

*Unidades*

*Conversiones*

## **Apéndice B. Tablas de humedad relativa y punto de rocío**

---

## **Apéndice C. Propiedades estelares**

---

*Medición de las distancias a las estrellas más cercanas*

*Brillo estelar*

*Magnitud aparente*

*Magnitud absoluta*

*Color y temperatura de las estrellas*

*Estrellas binarias y masa estelar*

*El efecto Doppler*

## **Glosario**

---