

Ciencias y tecnología

Física



Ciencias y tecnología

Física

Alejandra González Dávila
Helena Lluís Arroyo
Abraham Pita Larrañaga

CORREO
del
MAESTRO

CORREO *del* MAESTRO

COORDINACIÓN EDITORIAL	Roxana Martín-Lunas Rodríguez
AUTORÍA	Alejandra González Dávila Helena Lluis Arroyo Abraham Pita Larrañaga
COLABORACIÓN ESPECIAL	Inti Zumeta Dubé (autorías originales de las lecciones 9, 10 y 11) Javier Enriquez Brito (versiones originales de las lecciones 12 y 13)
EDICIÓN	Rocío Jacqueline Ortega Loera Roxana Martín-Lunas Rodríguez
REVISIÓN TÉCNICA Y PEDAGÓGICA	Helena Lluis Arroyo, Inti Zumeta Dubé
CORRECCIÓN DE ESTILO Y CUIDADO DE LA EDICIÓN	Alejandro Cruz Ulloa, Rocío Jacqueline Ortega Loera
DISEÑO DE INTERIORES	Trazo Magenta, Rosa Trujano López/Alógrafo, Francisco Ibarra Meza π
FORMACIÓN ELECTRÓNICA	Rosa Trujano López/Alógrafo
DISEÑO DE CUBIERTA	Rosa Trujano López/Alógrafo
INVESTIGACIÓN ICONOGRÁFICA	Rodrigo Castaneyra Hernández
ILUSTRACIÓN	Israel Eliseo Martínez Sánchez Martha Covarrubias Newton†
FOTOGRAFÍA	© Carlos Hahn Ramírez © Rodrigo Castaneyra Hemández © Agencias: Shutterstock, Latinstock México/Science Photo Library, Unsplash
FOTOGRAFÍA DE CUBIERTA	© Carlos Hahn. Feria de San Marcos, 1998, Aguascalientes, Ags., México.
GESTIÓN DE DERECHOS Y PERMISOS	© Correo del Maestro Correo del Maestro Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Reg. Núm. 2817 Impreso en México © 2018: Alejandra González Dávila, Helena Lluis Arroyo, Abraham Pita Larrañaga
ISBN:	978-607-xxxxxx

DERECHOS RESERVADOS © 2018

CORREO *del* MAESTRO, S.A. DE C.V.
Av. Reforma No. 7 Int. 403, Cd. Brisa
Naucaipan, Estado de México, México C.P. 53280
Tels. 53-64-56-70 / 53-64-56-95
correo@correodelmaestro.com
www.correodelmaestro.com

Impreso en México

La presentación y disposición en conjunto de *Ciencias y tecnología. Física*, son propiedad del editor. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de la información), sin consentimiento por escrito del editor.

Presentación

EL LIBRO DE TEXTO que ahora tienes en tus manos te enseñará cómo el desarrollo del pensamiento científico ha sido esencial para explicar los fenómenos naturales y las propiedades de la materia, así como la tecnología asociada a su estudio. En sus páginas encontrarás múltiples ejemplos de situaciones que pueden resultarte interesantes, algunas de ellas como parte de tu vida cotidiana.

En la secundaria has descubierto nuevos intereses y tomado conciencia de la forma en que construyes y te apropias de nuevos conocimientos y desarrollas tus competencias y habilidades. También has reflexionado sobre tus logros, las cuestas y los valles del camino recorrido y has vislumbrado algunos retos del trecho que aún te falta por andar.

Tú y quienes conviven contigo en la escuela continuarán aportando puntos de vista, maneras de ver, comprender y analizar el mundo que enriquecerán sus experiencias de vida y de aprendizaje. Los estudiantes entusiastas, como tú, que quieren ser parte de todo lo nuevo, te allanarán un tramo del camino; los docentes y directivos te estimularán, como siempre, a la búsqueda de mundos insospechados, al tiempo que cada vez será más satisfactorio para ti vincular tu ámbito familiar y entorno próximo con tu proceso de formación científica.

Aprender física significa dirigir tus esfuerzos a apropiarte de nuevas formas de conocimiento y a ser consciente del uso que les das, de cómo haces tuyas las

explicaciones científicas que respaldan tus posturas y van moldeando tu forma de ver el mundo material y sus interacciones.

Sabes que aprender significa trabajar para ti de manera individual, pero también en colaboración con los demás y para los demás, porque somos seres sociales, organizados para cooperar en el logro de determinados fines, conscientes de que la suma de esfuerzos conduce a la generación de nuevas ideas y a la creatividad en beneficio de todos.

Y es que todas las actividades que realizas en la escuela y fuera de ella, al tiempo que contribuyen a satisfacer tu curiosidad; a explorar tus ideas; a desarrollar distintas habilidades, entre ellas a realizar experimentos, te llevan a reflexionar sobre cómo descubres y construyes con los demás; de qué forma sustentas tus puntos de vista acerca de los problemas que enfrentamos como sociedad; a plantear posibles soluciones; a usar la tecnología sin perder de vista la importancia de cuidar tu entorno natural y social; y, también, a examinar y conocer tus emociones y sentimientos para aprender de ti y con los otros.

Así pues, este libro de texto, resultado de esfuerzos conjuntos, se suma al cúmulo de herramientas que ya posees. Detente a razonar; haz una pausa para observar y mirar con los ojos bien abiertos a tu alrededor: aprende a conocer, aprende a hacer, aprende a vivir con los otros y aprende a ser.

Autores y editores de *CORREO del MAESTRO*

Conoce tu libro

Con el apoyo del maestro,* lee las siguientes descripciones y recorre las páginas de este libro para que sepas cómo está estructurado. Cada **Módulo** cubre un trimestre del **calendario escolar**:



- agosto-noviembre
- diciembre-marzo
- abril-julio

Entrada de Módulo

Aquí encontrarás noticias breves, que hemos redactado como si fueran **tuits**.

Te invitamos a que las leas y reflexiones sobre ellas, pues están vinculadas con los aprendizajes que lograrás a lo largo de cada **Módulo**.

Las retomarás en la **Evaluación del cierre de Módulo**.

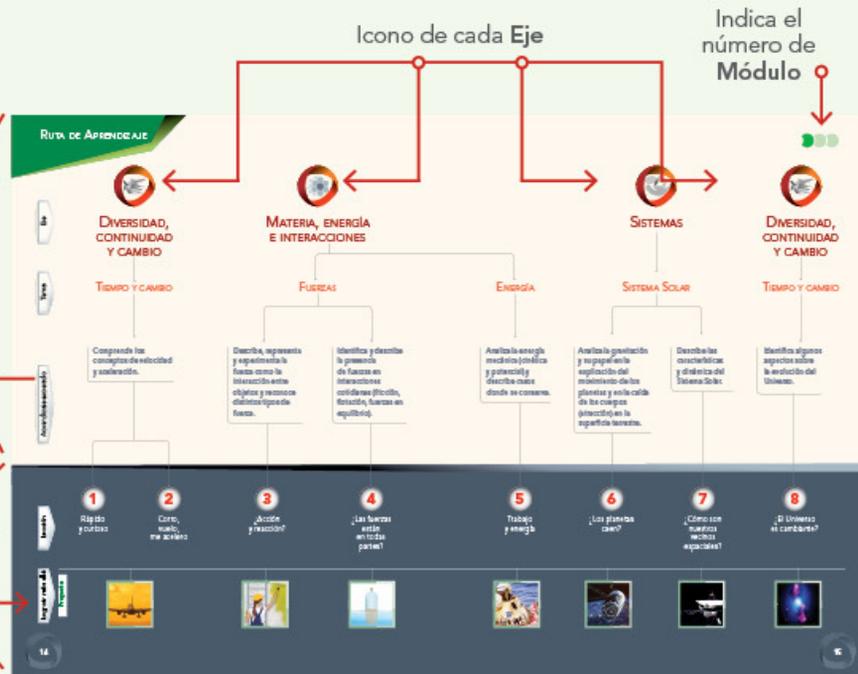
Ruta de Aprendizaje

Se muestran los **Ejes**, **Temas** y **Aprendizajes esperados** del programa de la asignatura.

Sigue la ruta para ver cómo se desprende cada **Lección** de los **Aprendizajes esperados**.

Aquí se muestra la secuencia de las **Lecciones del Módulo**.

Cada aprendizaje termina con una **evaluación** y una actividad que se llama **Logro ir más allá**, y que puedes convertir en un **proyecto** de trabajo colaborativo; aquí se muestran sus imágenes.



Revisa también el **Índice de contenido**.

* [...] Por razones de corrección política, que no de corrección lingüística, se ha extendido la costumbre de hacer explícita la alusión a ambos sexos [...] Se olvida en estos casos que en la lengua está prevista la posibilidad de referirse a colectivos mixtos a través del género gramatical masculino, posibilidad en la que no debe verse intención discriminatoria alguna, sino la aplicación de la ley lingüística de la economía expresiva [...] Por otra parte, [se] ha suscitado la creación de soluciones artificiosas que contravienen las normas de la gramática como "las y los ciudadanos". Véase: *Diccionario panhispánico de dudas*, Real Academia Española, 2005, sustento que se utiliza en este libro.

Lecciones

En cada **Módulo** se distribuyen las **Lecciones**, que son secuencias didácticas.

TEXTOS:

Se exponen los contenidos de cada **Lección**.

Los **términos** o **conceptos** resaltados en **negritas** se explican a lo largo del contenido.

Los **términos nuevos** que enriquecerán tu vocabulario están resaltados con **color** y se explican en el **Glosario** al margen de la página y en el **Apéndice**.

Epígrafe o reflexión con la que inicia cada **Lección** escrita por científicos, filósofos, escritores, poetas, compositores o políticos alusiva al contenido.

IMÁGENES:

Fotografías, dibujos, esquemas, mapas y gráficas que se leen como parte de los textos y de las **actividades** de cada secuencia didáctica.

ACTIVIDADES:

Están centradas en motivar la reflexión, la resolución de problemas y la experimentación para que construyas el conocimiento a medida que avances.

Incluyen la **intención** o propósito y cierran siempre con una evaluación: **Evalúo**.

The diagram shows a lesson page with various components labeled with red arrows:

- Eje:** Points to the green header bar.
- Título de la Lección:** Points to the main title '¡Caliente, caliente! Energía y calor'.
- Epígrafe:** Points to the introductory text 'La percepción de la temperatura'.
- Número de Módulo:** Points to the number '300' in the top right corner.
- Actividad Exploro:** Points to the 'Explora' activity section.
- Tema:** Points to the main subject 'Energía y calor'.
- Términos en color que se encuentran en el Glosario:** Points to highlighted words like 'energía' and 'calor'.
- Número y título de Lección:** Points to the lesson number '300' and title '¡Caliente, caliente! Energía y calor'.

Actividad Descubro y construyo

Reconoce y practica tus competencias socioemocionales

Pie de imagen la numeración inicia y termina en cada Módulo.

This block shows a detailed view of a lesson page with various components labeled with red arrows:

- Actividad Descubro y construyo:** Points to the 'Descubre y construye' activity section.
- Reconoce y practica tus competencias socioemocionales:** Points to the 'Glosario' section.
- Pie de imagen la numeración inicia y termina en cada Módulo:** Points to the page number '140' at the bottom left.
- Intención de la actividad:** Points to the 'Intención de la actividad' section.
- Apartado o subtítulo de la Lección:** Points to the section title 'El efecto invernadero'.
- Glosario:** Points to the 'Glosario' section.
- Imágenes. En las actividades algunas llevan pie, ninguna se numera:** Points to the 'Energía solar' image.

Icono Evalúo

Exploro

Descubro y construyo

Logro ir más allá



Actividades

Es la primera actividad formal de cada Lección. Les permitirá, a ti y al maestro, hacer un diagnóstico de lo que sabes y de tus intereses. Algunas veces la resolverás en forma individual; otras, en pareja.

Reflexionarás y resolverás problemas relacionados con la ciencia a medida que vayas descubriendo distintas situaciones, experimentando y construyendo el conocimiento. Se presentan como una secuencia con distintos grados de dificultad. Las trabajarás a veces en forma individual, en pareja o en equipo. Los experimentos siempre se realizan en equipo.

Es la actividad de cierre de cada **Aprendizaje**, se trabaja en equipo y puede ser un **proyecto colaborativo** o transformarse en él.

Evalúo: cierra cada actividad. Es una breve valoración de tu aprendizaje en la que puedes llegar a conclusiones, concretar tus resultados y compartirlos con tus pares, en equipo o en grupo. Guarda esta valoración en tu **Itacate de evidencias**, te servirá como evaluación formativa.

Itacate de evidencias: es la carpeta o portafolio en el que te sugerimos guardar todos los trabajos que hayas realizado, incluye tus logros de cada **Evalúo**. Cada vez que lo consultes, se convertirá en una guía para construir nuevos aprendizajes y reconocer cómo has aprendido, o bien, para verificar tus logros al desarrollar cada actividad.

Cierre del aprendizaje

Recapitulo: son los conocimientos puntuales que te permitieron alcanzar parte del **Aprendizaje esperado**.

Evalúo mi aprendizaje: es una evaluación formal que se encuentra al cierre de cada **Aprendizaje**; puedes realizarla en forma individual o en parejas. Retoma tu **Itacate de evidencias** antes de contestar la evaluación.

Logro ir más allá: es la actividad final de cada **Aprendizaje**. Plantea problemas y dilemas. Puede convertirse en un proyecto social, científico o de participación ciudadana.

Recapitulo

1. Las ferromagnéticas atraen a los objetos de hierro y acero. ¿Qué objetos atrae la imantación? ¿Qué objetos no atrae? ¿Qué objetos atrae el imán? ¿Qué objetos no atrae el imán?

2. La fuerza magnética atrae a los objetos de hierro y acero. ¿Qué objetos atrae la imantación? ¿Qué objetos no atrae? ¿Qué objetos atrae el imán? ¿Qué objetos no atrae el imán?

3. La fuerza magnética atrae a los objetos de hierro y acero. ¿Qué objetos atrae la imantación? ¿Qué objetos no atrae? ¿Qué objetos atrae el imán? ¿Qué objetos no atrae el imán?

4. ¿Qué objetos atrae la imantación? ¿Qué objetos no atrae? ¿Qué objetos atrae el imán? ¿Qué objetos no atrae el imán?

5. La fuerza magnética atrae a los objetos de hierro y acero. ¿Qué objetos atrae la imantación? ¿Qué objetos no atrae? ¿Qué objetos atrae el imán? ¿Qué objetos no atrae el imán?

Evalúo mi aprendizaje

1. Responde, lee e integra en un párrafo, si así lo deseas, comparte tu evaluación con el grupo.

2. ¿Qué fuerza de imantación atrae a los objetos de hierro y acero? ¿Qué objetos atrae la imantación? ¿Qué objetos no atrae? ¿Qué objetos atrae el imán? ¿Qué objetos no atrae el imán?

3. La fuerza magnética atrae a los objetos de hierro y acero. ¿Qué objetos atrae la imantación? ¿Qué objetos no atrae? ¿Qué objetos atrae el imán? ¿Qué objetos no atrae el imán?

4. ¿Qué objetos atrae la imantación? ¿Qué objetos no atrae? ¿Qué objetos atrae el imán? ¿Qué objetos no atrae el imán?

5. La fuerza magnética atrae a los objetos de hierro y acero. ¿Qué objetos atrae la imantación? ¿Qué objetos no atrae? ¿Qué objetos atrae el imán? ¿Qué objetos no atrae el imán?

Logro ir más allá

El AVE Aguirre del ferrocarril báltico, situado en Aguirre (Leizor), puede llegar a alcanzar velocidades de hasta 300 km/h.

EL DESARROLLO

Identifica aplicaciones de los magnetos en el transporte.

1. Responde.
 - Con base en la interacción entre los polos magnéticos, ¿cómo puede conseguirse la imantación magnética, cuáles son los requisitos para ello?
 - ¿En qué aspectos se asemeja y en cuáles difiere la imantación de un globo aerostático y la imantación de un objeto en un campo magnético?
2. Investiga en Internet cuáles son las aplicaciones de los trenes Aguirre, donde construyas.
 - ¿Cómo se consigue la repulsión magnética mediante para que el tren levite sobre las vías, por un lado, y la propulsión para que avance o brase, por otro?
 - ¿Qué ventajas y desventajas tiene esta tecnología de transporte desde el punto de vista del medio ambiente, los costos económicos por el consumo de energía eléctrica, y las velocidades que pueden alcanzar?
3. Comparte tus resultados con el grupo para enriquecer sus respuestas.

Retoma la idea de William Gilbert del inicio de la lección, y discute en torno a la validez de los resultados científicos, si se basan sólo en clasificar y etiquetarlos o si se hacen suficientes experimentos reproducibles.

Lecciones relacionadas con el aprendizaje

Recuadros

Utilizo las TIC: te será útil en la medida en que requieras indagar, investigar, practicar, y verificar tu aprendizaje, o bien, si deseas profundizar en alguna información. Todas las ligas fueron consultadas en noviembre de 2018.

Leo +: son recomendaciones de lecturas de los Libros del Rincón y otros textos relacionados con el tema de estudio.

Utilizo las TIC

Leo +

Cierre de Módulo

EVALUAMOS LO APRENDIDO:

Retomarás nuevamente tu **Itacate de evidencias** para trabajar distintos tipos de evaluación y para aplicar lo que has aprendido y medir tus logros en pareja, en grupo y con el maestro.

Conocerás cómo organizaste y estructuraste tus aprendizajes y podrás establecer tus metas.

Reconoce tus emociones: incluye preguntas sobre los **epígrafes** y te invita a conocer a sus autores.

Entérate con un tuit: retomarás los **tuits** de inicio de Módulo para aplicar lo que has aprendido.

Autoevaluación: cuadro para reflexionar sobre tus logros y metas.

Habilidades del siglo XXI: podrás señalar las habilidades y destrezas que has logrado desarrollar a lo largo del Módulo.

Evaluemos lo aprendido

Itacate de evidencias

Reconoce tus emociones

Entérate con un tuit

Mis logros y metas

Autoevaluación

INDICADOR DEL LIBRO	LOGRO	PROFUNDIZACIÓN	LA FALTA DE	COMENTARIOS
Compartir historias de tiempo con el grupo y reflexionar sobre ellas.				
Analizar y explicar los textos de los autores.				
Resumir los textos de los autores.				
Identificar los temas de los textos.				
Analizar y explicar los textos de los autores.				
Resumir los textos de los autores.				
Identificar los temas de los textos.				
Analizar y explicar los textos de los autores.				
Resumir los textos de los autores.				
Identificar los temas de los textos.				

Apéndice

Tabla de correlación: programa de la asignatura y páginas del libro de texto.

Trabajo por proyectos: una introducción sobre la forma de abordar el trabajo colaborativo en ciencias.

Glosario: se reúnen los términos científicos y aquellos para enriquecer el vocabulario incluidos a lo largo del libro.

¿Quiénes lo dijeron?: aquí encontrarás una breve semblanza de los autores de los epígrafes.

Bibliografía: contiene la lista de las publicaciones, impresas y electrónicas, recomendadas al alumno, en caso de que deseen investigar más sobre algún tema mencionado en esta obra.

Ligas electrónicas: direcciones electrónicas, revisadas en noviembre de 2018, útiles para investigación y consulta.

Créditos iconográficos

Habilidades del siglo XXI

Índice de Contenido

	Presentación	3
	Conoce tu libro	4
	1er MÓDULO	12
	Ruta de aprendizaje	14
EJE	Diversidad, continuidad y cambio	
TEMA	Tiempo y cambio	
LECCIÓN 1	Rápido y curioso	16
	Movimiento y marco de referencia	20
LECCIÓN 2	Corro, vuelo, me acelero	24
	Gráficas posición contra tiempo y aceleración contra tiempo	27
▶	Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	32
▶	Logro ir más allá	33
EJE	Materia, energía e interacciones	
TEMA	Fuerzas	
LECCIÓN 3	¿Acción y reacción?	34
	La fuerza como agente de cambio de velocidad	37
	La inercia y su relación con la masa	39
▶	Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	40
▶	Logro ir más allá	41
LECCIÓN 4	¿Las fuerzas están en todas partes?	42
	Leyes del movimiento de Newton	45
	Representación gráfica de vectores de fuerza	46
	Las leyes de Newton y el equilibrio de fuerzas	49
▶	Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	50
▶	Logro ir más allá	51
TEMA	Energía	
LECCIÓN 5	Trabajo y energía	52
	¿Qué significa trabajo mecánico?	53
	Teorema trabajo-cambio de energía cinética	55
	Cambio de energía potencial y conservación de la energía mecánica	58
▶	Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	62
▶	Logro ir más allá	63
EJE	Sistemas	
TEMA	Sistema Solar	
LECCIÓN 6	¿Los planetas caen?	64
	La caída libre de los cuerpos y el movimiento de los planetas	67
	Las leyes del movimiento planetario de Kepler	70
	La ley de la gravitación universal de Newton	74
▶	Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	76
▶	Logro ir más allá	77
LECCIÓN 7	¿Cómo son nuestros vecinos espaciales?	78
	Interacción gravitacional en el Sistema Solar	79
	La gravedad y la formación del Sistema Solar	80
	La formación de los planetas y otros objetos del Sistema Solar	82
▶	Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	84
▶	Logro ir más allá	85

EJE	Diversidad, continuidad y cambio	
TEMA	Tiempo y cambio	
LECCIÓN 8	¿El Universo es cambiante?	86
	Relatividad general	88
	El Universo se expande	90
	El Bing Bang	90
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	92
	▶ Logro ir más allá	93
	Evaluemos lo aprendido	94
	Autoevaluación	97
	2^{do} MÓDULO	98
EJE	Ruta de aprendizaje	100
TEMA	Materia, energía e interacciones	
LECCIÓN 9	Propiedades	
	¿Qué son los modelos en la ciencia?	
	Una mirada al modelo cinético de partículas	102
	La importancia de construir representaciones simplificadas de la realidad	103
	Los modelos en la ciencia	104
	Naturaleza continua y discontinua de la materia	105
	Modelo cinético de partículas	108
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	110
	▶ Logro ir más allá	111
LECCIÓN 10	Estructura de la materia: estados de agregación y cambios de estado	112
	Los estados de agregación de la materia	113
	Efecto de la temperatura y la presión en la estructura interna de la materia	115
	Cambios de estado de agregación de la materia	117
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	120
	▶ Logro ir más allá	121
LECCIÓN 11	Temperatura, calor y equilibrio térmico	122
	Temperatura: una medida de la energía cinética promedio de las partículas	123
	Calor: energía en tránsito	126
	Equilibrio térmico	128
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	130
	▶ Logro ir más allá	131
TEMA	Energía	
LECCIÓN 12	¡Caliente, caliente! Energía y calor	132
	La percepción de la temperatura	133
	Calor y transferencia de energía calorífica	134
	Transformación de energía calorífica	135
	Equivalente mecánico del calor	136
	Principio de conservación de la energía	137
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	138
	▶ Logro ir más allá	139
LECCIÓN 13	En un motor, ¿se conserva la energía?	140
	La energía calorífica y el movimiento	141
	Máquinas de calor	142
	Motores de dos tiempos	144
	Motores diésel	144

	El calor disipado	145
	Los gases expelidos y el calentamiento del planeta	146
	El efecto invernadero	147
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	148
	▶ Logro ir más allá	149
TEMA	Interacciones	
LECCIÓN 14	¡Rayos!	150
	Manifestaciones eléctricas	151
	La carga eléctrica y cómo cargar cuerpos	152
	La corriente eléctrica: aislantes, conductores y aplicaciones	154
	Riesgos y cuidados del uso de la electricidad	155
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	156
	▶ Logro ir más allá	157
LECCIÓN 15	¿Materiales que se atraen?	158
	Magnetismo	158
	Polos magnéticos y campo magnético	160
	Electricidad + magnetismo = electromagnetismo	162
	Un hermoso planeta magnético	163
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	164
	▶ Logro ir más allá	165
LECCIÓN 16	¿Luz invisible?	166
	Ondas por aquí y por allá	167
	Características de las ondas	169
	Tipos de ondas	170
	Ondas electromagnéticas	171
	De los experimentos a los inventos	172
	Espectro electromagnético	174
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	176
	▶ Logro ir más allá	177
	Evaluemos lo aprendido	178
	Autoevaluación	181
	3^{er} MÓDULO	182
	Ruta de aprendizaje	184
EJE	Materia, energía e interacciones	
TEMA	Naturaleza macro, micro y submicro	
LECCIÓN 17	¿Qué hay en el átomo?	186
	Husmeando dentro de las partículas	187
	Aportaciones y limitaciones de los modelos atómicos	188
	Modelo atómico básico	190
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	194
	▶ Logro ir más allá	195
LECCIÓN 18	¿Cuáles son los ingredientes del Universo?	196
	Los cuerpos cósmicos	197
	Radiación emitida, espectros luminosos	199
	Composición de las galaxias y otros cuerpos cósmicos	200
	Sistema Solar	201
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	202
	▶ Logro ir más allá	203

LECCIÓN 19	¿Cómo exploramos el Universo?	204
	Los procedimientos de investigación para explorar el espacio	206
	Mirar al pasado desde el presente	208
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	210
	▶ Logro ir más allá	211
TEMA	Energía	
LECCIÓN 20	¿Cómo se obtiene la electricidad?	212
	¿Qué tanto conocemos la electricidad?	213
	¿Cómo se obtiene la electricidad a gran escala?	215
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	218
	▶ Logro ir más allá	219
LECCIÓN 21	¿Cómo ganar energía sin que la Naturaleza pierda?	220
	Fuentes renovables de energía	221
	La atmósfera en la regulación del clima	224
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	226
	▶ Logro ir más allá	227
EJE	Sistemas	
TEMA	Sistemas del cuerpo humano y salud	
LECCIÓN 22	¿Humanos electrotérmicos?	228
	La electricidad humana	229
	El potencial de acción	230
	Energía térmica en el cuerpo humano	232
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	234
	▶ Logro ir más allá	235
LECCIÓN 23	¿Cómo medir variables físicas en el cuerpo?	236
	Tecnología y salud	238
	Medios de contraste para ver mejor	240
	Protección radiológica	241
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	242
	▶ Logro ir más allá	243
EJE	Diversidad, continuidad y cambio	
TEMA	Tiempo y cambio	
LECCIÓN 24	¿A poco vivían sin internet?	244
	Desarrollo tecnológico y cambio social: industria y transporte	246
	Unificación en las medidas	249
	Medir con y sin internet	250
	▶ Recapitulo y Evalúo mi aprendizaje	252
	▶ Logro ir más allá	253
	Evaluemos lo aprendido	254
	Autoevaluación	257
	Apéndice	
	Tabla de correlación	260
	Trabajo por proyectos	262
	Glosario	263
	¿Quiénes lo dijeron?	266
	Bibliografía	268
	Ligas electrónicas	269
	Leo+	270
	Créditos iconográficos	271



Itacatl, voz náhuatl que significa, entre otras acepciones, mochila o bulto para guardar y transportar provisiones.

A partir de este momento crearás tu propio “Itacate de evidencias” para guardar ahí tus notas, ideas, trabajos y conclusiones como resultado de cada actividad.

Enriquecerás tus evidencias a medida que avances y las revises antes de cada evaluación.



1^{er}

MÓDULO

#Mejora tu puntería: a menor velocidad, mayor precisión.

#Cuando los automóviles se detienen muy cerca de otro tardan más tiempo en acelerar.

#Científicos estadounidenses crearon un fluido de masa negativa que desafía la Segunda Ley de Newton.

#Investigadores han relacionado el comportamiento de los chimpancés con las leyes de movimiento de Newton.

#Carga tu celular con la energía cinética que produces al caminar.

#El hallazgo de las ondas gravitacionales da nuevas pistas sobre origen del Universo.

#La NASA planea explorar *Próxima Centauri* en el 2069 para estudiar un exoplaneta que podría albergar vida.

#Un nuevo modelo físico explica el origen del agua en la Tierra.

Reflexiona en cada lección sobre estas noticias que retomarás al concluir el Módulo.

Las "sillas voladoras" utilizan la aceleración en forma lúdica.



DIVERSIDAD, CONTINUIDAD Y CAMBIO

TIEMPO Y CAMBIO

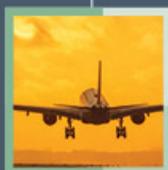
Comprende los conceptos de velocidad y aceleración.

1

Rápido y curioso

2

Corro, vuelo, me acelero



MATERIA, ENERGÍA E INTERACCIONES

FUERZAS

Describe, representa y experimenta la fuerza como la interacción entre objetos y reconoce distintos tipos de fuerza.

3

¿Acción y reacción?



Identifica y describe la presencia de fuerzas en interacciones cotidianas (fricción, flotación, fuerzas en equilibrio).

4

¿Las fuerzas están en todas partes?



Eje

Tema

Aprendizaje esperado

Lección

Logro ir más allá

Proyecto



SISTEMAS



DIVERSIDAD, CONTINUIDAD Y CAMBIO

ENERGÍA

Analiza la energía mecánica (cinética y potencial) y describe casos donde se conserva.

5

Trabajo y energía



SISTEMA SOLAR

Analiza la gravitación y su papel en la explicación del movimiento de los planetas y en la caída de los cuerpos (atracción) en la superficie terrestre.

6

¿Los planetas caen?



Describe las características y dinámica del Sistema Solar.

7

¿Cómo son nuestros vecinos espaciales?



TIEMPO Y CAMBIO

Identifica algunos aspectos sobre la evolución del Universo.

8

¿El Universo es cambiante?





L1

Rápido y curioso

Donde los sentidos nos fallan, la razón debe intervenir.
GALILEO GALILEI

Todas las cosas que observas en la Naturaleza o en tu entorno cambian con el paso del tiempo. Tal vez adviertas cambios en la forma de los objetos, quizá notes, por ejemplo, que antes estaban calientes y ahora están fríos o viceversa. Seguramente te has dado cuenta de que tú mismo has cambiado y estás cambiando.

Los cambios en nuestra apariencia se explican a partir de otros que se dan en el interior de nuestro organismo. Todas las transformaciones que percibimos se asocian con la idea de movimiento, por ello, es muy importante entender cómo y por qué se mueven las cosas.

Te explicarás no sólo muchos de los fenómenos que se presentan a tu alrededor y en ti mismo, sino los cambios que ocurren, a cada instante, en el Universo entero. Comprender cómo funciona la maquinaria del cosmos, con nosotros mismos como parte de ella, es una aventura que está por comenzar.

1 Para un observador en la Tierra, la Luna cambia de posición o de lugar, pero al cabo de 27 días aproximadamente, la Luna reaparece en su posición inicial; ello hace pensar que se mueve alrededor de la Tierra, y considerar a ésta fija.



A Alberto le ha fascinado desde pequeño mirar hacia el cielo. Hasta el día de hoy, cada vez que observa la Luna llena, se queda con la boca abierta. 1

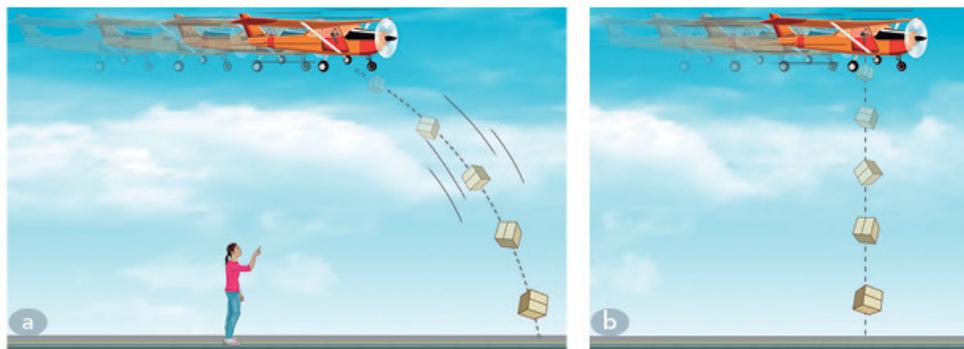
Desde tiempo atrás, se percató de que la Luna no siempre aparecía en el mismo lugar cuando la observaba desde la ventana de su habitación, pero una noche no la vio desde allí, así que salió al jardín común a preguntar a su vecino si la Luna se había movido. Éste le contestó que no, que apenas había salido al jardín y que en ese breve tiempo había observado a la Luna en el mismo sitio.

Alberto se dio cuenta de que ni él ni el vecino podrían decir si la Luna se había movido, si antes no se ponían de acuerdo en mirar a la Luna desde un mismo lugar al mismo tiempo.

Experimento los cambios en la descripción de un movimiento al considerar puntos de referencia distintos.



1. Reflexiona sobre la narración que acabas de leer y responde:
 - ¿Por qué a veces no coinciden las descripciones de los movimientos, cuando éstas se comparan entre dos personas?
2. Observa las figuras y contesta:
 - ¿Es posible que algo que se encuentre en movimiento para algún observador esté en reposo para otro? ¿Por qué?
3. Indica la importancia de establecer un punto para describir un movimiento.



Observa que la descripción del movimiento es muy distinta desde diferentes puntos de referencia: a) por ejemplo, si se deja caer un paquete desde un avión que se mueve con respecto a una adolescente en tierra, ella dirá que el paquete cae en una trayectoria curva y b) sin embargo, para quien esté a bordo del avión, verá caer el paquete en línea recta. Inicialmente el paquete para la adolescente en tierra se movía hacia el frente, pero estaba en reposo para quien está en el avión. Señala otros ejemplos en los que la descripción del movimiento depende del punto de vista elegido.



- Define por escrito con tus propias palabras lo que es el movimiento y comparte esta definición y el resultado de toda la actividad con otros integrantes del grupo para enriquecerla.

Para hablar de movimiento es indispensable señalar y establecer algún lugar que consideremos quieto o fijo, caracterizado por algún objeto que se encuentre ahí, como por ejemplo, tú mismo, tu casa, una banca del parque, una puerta, etcétera. No importa si estás en todo momento ahí, es más, puedes sólo imaginar que te encuentras ahí en todo momento. A este lugar se le llama punto de referencia.

Leo +

Un enigmático personaje te llevará a descifrar los misterios de la física, conócelo en:

Frabetti, Carlo. (2012). *Maldita física*. Madrid: SM. Colección Gran Angular.

Describo el movimiento para comprender sus características.

1. Participa en esta actividad grupal, en el patio de la escuela o en un lugar amplio y sin obstáculos.

Material

- Una gorra u otro objeto que identifique al conductor de un tren.

Procedimiento:

- a. Formen dos equipos: **A** y **B**.
- b. El equipo **A** formará una fila. Todos sus integrantes mirarán en la misma dirección y cada uno apoyará sus manos en los hombros del que esté delante de él.
- c. Se desplazarán todos juntos en línea, como lo hace un tren.
- d. El primer integrante de la fila será la locomotora y llevará la gorra.
- e. La locomotora elegirá una dirección determinada y avanzará con paso uniforme, es decir, procurando que cada paso tenga la misma longitud que el anterior y dure el mismo tiempo, de tal manera que caminen a un ritmo constante.

En todo momento sé **incluyente**, integra en tu equipo a quienes tengan alguna discapacidad.



- f. Los demás lo seguirán sin soltarse.
- g. El equipo **B**, por su parte, distribuirá a sus integrantes en diferentes puntos del área por donde pasará "el tren". Todos permanecerán quietos en su posición y observarán el movimiento del equipo **A**.
- h. Observen el movimiento de la locomotora, sin perderla de vista durante el recorrido.



Registro de datos

2. Muestran sus resultados. Cada integrante de ambos equipos elaborará una descripción del movimiento del "tren". En la descripción es importante citar:
 - ¿Desde dónde comenzó el movimiento y dónde terminó?
 - ¿El tren se acercaba o se alejaba de ti?
 - O si formabas parte del tren, ¿qué veías pasar a tu lado?
3. Compartan y comparen sus descripciones en el equipo, después elijan la que, según su criterio, represente mejor el movimiento de la locomotora.
4. Anoten su descripción, por equipo, en el cuadro que se muestra:

Equipo	Descripción del movimiento
A	
B	

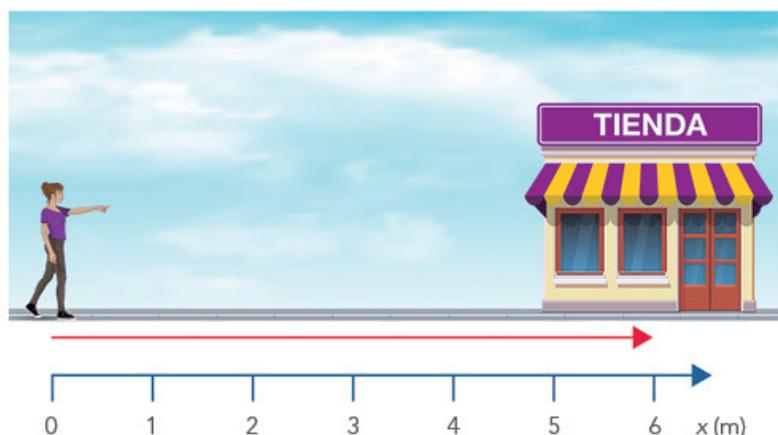
Análisis de resultados

- ¿En qué coinciden y en qué se diferencian las descripciones A y B?
 - ¿Cuál de las descripciones es correcta? ¿Por qué?
 - ¿Puede haber más de una descripción correcta del mismo movimiento?, ¿en qué condiciones? Expliquen.
5. Comparte los resultados con el grupo y reflexionen:
 - ¿De qué depende principalmente la descripción de un movimiento?
 - ¿Qué aspectos de tu descripción te permiten comprender cómo fue el movimiento?



- ▶ Imagina que viajas en un avión con tu celular en la mano y que ya ha pasado mucho tiempo después del despegue.
- ▶ Supón que te permiten recibir llamadas y que un amigo, que está en su casa, te pregunta si te estabas moviendo durante el despegue y si te estás moviendo ahora:
 - ¿Qué le preguntarías a tu amigo antes de responder a sus preguntas? Argumenta.
- ▶ Compara tus argumentos con los de otros integrantes del grupo.
 - ¿Hubo diferencias?, ¿a qué se deben?

Movimiento y marco de referencia



2 Marco de referencia. Se muestra el punto de referencia (el cero) con una adolescente allí. La tienda se encuentra en $x = 6$ m. La flecha roja representa un vector de posición.

El movimiento puede definirse como un cambio de lugar o de posición con respecto a un punto de referencia; si éste no se elige con anticipación la descripción del movimiento puede ser ambigua, y quizá demasiado confusa. Ahora será necesario localizar a los objetos desde el punto de referencia. Existen por lo menos dos maneras de hacerlo. Imagina que te encuentras cerca de una tienda y alguien se acerca y te pregunta por ese lugar, puedes contestarle que está a unos pasos de ti o a cuántos metros se halla aproximadamente de tu ubicación.

Tal vez tengas que decir cuántos metros al frente y cuántos a la derecha o a la izquierda, si quieres ser más preciso. Pero quizá sea más cómodo señalar hacia donde se encuentra la tienda, con tu brazo extendido y apuntando hacia ella.

Para hacerlo de cualquiera de las dos formas, es necesario poner nuestro punto de referencia dentro de un espacio al que llamaremos sistema o marco de referencia.

Representaremos matemáticamente al marco de referencia, por ahora, con un eje coordenado: una recta numérica. **2** El cero u origen simbolizará el punto de referencia.

Descubro y construyo

Comparo cambios en el tiempo y en la posición de un cuerpo.

Material

1. Consigue, junto con tu equipo, lo siguiente:
 - Un balón o canica ligeramente engrasado.
 - Un riel o canaleta de aluminio de 1.5 m de largo. También se pueden usar canaletas de plástico utilizadas para ocultar cables en la pared, o bien reglas de plástico unidas con cinta adhesiva para formar la canaleta.
 - Dos reglas de 30 cm de madera o plástico, pegadas entre sí a lo largo, de manera que formen un ángulo recto.
 - Un flexómetro o cinta métrica.
 - Un cronómetro. Algunos relojes digitales y teléfonos celulares incluyen la función de cronómetro.



Procedimiento

- a. Coloquen el riel sobre una mesa o en el piso, de tal forma que quede horizontal (es recomendable engrasarlo ligeramente).



- b. Pongan una marca en uno de los extremos del riel, y a partir de ésta, hagan otras cinco marcas cada 30 cm, de tal forma que la última marca quede justo en el otro extremo.
- c. Coloquen las reglas pegadas entre sí en uno de los extremos del riel a modo de rampa. La idea es que el balón o canica ruede a lo largo de las reglas y luego sobre el riel, hasta llegar al extremo que tiene una marca. Así queda armado el riel con la rampa.
- d. Recuerden que no deben arrancar el cronómetro hasta que el balón haya empezado a bajar por la rampa y pase por la posición inicial.
- e. Realicen pruebas iniciales para cerciorarse de que el balón sí recorre todo el riel, e inclinen las reglas sólo lo mínimo para que el balón ruede por todo el riel sin necesidad de empujarlo. Cuando consigan esta inclinación mínima, fijen la rampa al extremo del riel.
- f. Especifiquen un recorrido desde la posición 0 cm (el origen) hasta la posición 30 cm, suelten el balón desde la parte superior de la rampa y tomen el tiempo desde que empieza a rodar sobre el riel hasta que llega a la posición de 30 cm.
- g. Repitan lo anterior para la posición de 60 cm y así sucesivamente, hasta cubrir la longitud del riel. Obtendrán cinco mediciones.

Registro de datos

2. Denoten la posición del balón en el riel con x y el tiempo con t , y organicen los datos en una tabla como la siguiente:

t (s)	x (cm)
0	0
	30
	60
	90
	120
	150

 continúa actividad →

3. Completen la siguiente tabla, a partir de sus mediciones.

t (s)	$t_f - t$ (s)	x (cm)	$x_2 - x_1$ (cm)
0	-----	0	-----
		30	$30 - 0 = 30$
		60	$60 - 30 = 30$
		90	
		120	
		150	



▶ Respondan a partir del análisis de la tabla:

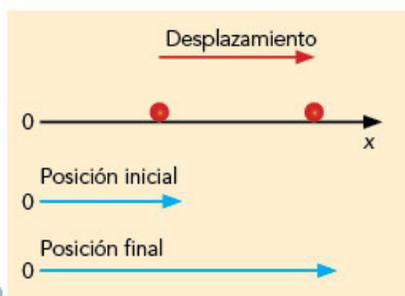
Llamen "desplazamiento" a la diferencia entre dos posiciones sucesivas, y localicen este valor en la tabla anterior.

- ¿Cómo es el desplazamiento en cada tramo del movimiento respecto al de los otros tramos?
 - ¿Cuánto tiempo emplea el balón para recorrer cada tramo? ¿Son iguales estos tiempos para cada tramo? Argumenten.
- ▶ Comparen sus resultados con otros equipos y lleguen a una conclusión.
- ▶ Conserve, de manera individual, sus resultados y notas en su Itacate de evidencias.

Variables asociadas al movimiento



a)



b)

3 Vector desplazamiento. a) Mide el cambio en el vector de posición de la rana, apunta desde el punto de partida (la planta) hacia el de llegada (la piedra). b) Desplazamiento o cambio en el vector de posición de una canica moviéndose en línea recta.

A continuación presentaremos algunas variables que nos ayudan a hacer una descripción más precisa de un movimiento.

Vector de posición

La flecha que va desde el origen hasta exactamente el lugar donde se encuentra un objeto en un momento determinado se conoce como un vector de posición. Como habrás notado, el vector tiene tres propiedades:

Magnitud. Longitud de la flecha que lo representa.

Dirección. Línea imaginaria sobre la que se encuentra el vector, en el ejemplo que hemos estudiado, es una recta horizontal.

Sentido. Caracterizado por la punta de la flecha, no es lo mismo apuntar hacia la derecha que apuntar hacia la izquierda.

Desplazamiento

Hasta aquí, todavía no ha comenzado la diversión. ¿Qué tal si el vector de posición que localiza a un objeto cambia con el tiempo? Podría cambiar:

- En su magnitud.
- Al acercarse o alejarse del punto de referencia.
- De dirección y sentido si el objeto en vez de moverse hacia el frente o hacia atrás, comenzara a moverse hacia la derecha o izquierda con respecto al eje coordenado.

Por lo tanto, para hacer una descripción más precisa del movimiento necesitaremos de un nuevo vector que indique cómo cambia la posición al transcurrir el tiempo. Primero, el cambio de posición se mide con otro vector, que comienza en el punto de partida del objeto (posición inicial) y termina en el punto de llegada (posición final), como se muestra en las figuras 3a y 3b. A este vector se le llama desplazamiento.

Velocidad

Considera un movimiento en línea recta, es decir, un movimiento rectilíneo. Se define la velocidad media, o por el momento, simplemente velocidad, como desplazamiento efectuado en una unidad de tiempo. Para calcular la velocidad es necesario representar algunas magnitudes o números con letras para tratarlas de manera más general y no remitimos a ejemplos o situaciones particulares. El símbolo Δ es la letra griega "delta", que se utiliza para denotar un cambio. Como el movimiento implica cambio este símbolo representa los cambios de posición y de tiempo.

Si nombramos x_i a la magnitud de la posición inicial, x_f a la magnitud de la posición final y Δx a la diferencia o resta: $\Delta x = x_f - x_i$.

Ahora, pensemos que el objeto se encuentra en x_i en un tiempo dado t_i , y en un tiempo t_f el objeto estará en su posición final.

Δx simboliza la magnitud del desplazamiento y $\Delta t = t_f - t_i$ representa la duración del movimiento, la magnitud de la velocidad, v se calcula con la ecuación matemática:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

La velocidad será también un vector con la misma dirección y sentido del desplazamiento efectuado. Las unidades de la velocidad son de longitud sobre unidades de tiempo. En el caso del movimiento rectilíneo, la magnitud del desplazamiento coincide con la distancia recorrida. A la distancia recorrida por unidad de tiempo se le llama rapidez. En el caso del movimiento rectilíneo, la magnitud de la velocidad coincide con la rapidez.



Descubro y construyo

Calculo la velocidad de un cuerpo y describo su movimiento.

- Retomen los resultados de la actividad anterior y respondan lo siguiente a partir del análisis de la tabla del numeral 3, página 22:
 - ¿Cómo calcularían la velocidad del balón para desplazamientos de 30 cm? Argumenten.
 - ¿Cuáles de los cálculos anteriores corresponden al vector de posición, al de desplazamiento y al de velocidad? Expliquen.



- ▶ ¿Puede considerarse que el balón tuvo un movimiento rectilíneo uniforme? ¿Por qué?
- ▶ Compartan sus resultados con el resto del grupo para concluir.

Si calculas la magnitud de la velocidad cada 30 cm, posiblemente notes que estas magnitudes no son muy diferentes entre sí y podrías considerar que la velocidad no cambia. En el caso de que la velocidad no cambie en magnitud, dirección y sentido habrás producido un movimiento rectilíneo uniforme.

Utilizo las TIC

Profundiza en los temas de la lección, visita las siguientes páginas con recursos interactivos:

cmed.mx/FIS2001

cmed.mx/FIS2002



L2

Corro, vuelo, me acelero

Dos cosas contribuyen a avanzar: ir más deprisa que los otros, o ir por el buen camino.
RENÉ DESCARTES

Alberto caminaba por la acera y notó que avanzaba con desplazamientos iguales en tiempos iguales. Iba contando, uno, dos, tres, etcétera, y a cada paso avanzaba por cuadros iguales marcados en la acera.

Sin embargo, tuvo que frenar cuando llegó a una esquina para poder cruzar la calle. En este mismo lugar pensó que al llegar su turno para atravesarla, los automóviles tendrían que detenerse totalmente, es decir, recorrerían desplazamientos cada vez menores en los mismos intervalos de tiempo, hasta quedarse quietos o en reposo.

GLOSARIO

Intervalo. Espacio o distancia que hay de un tiempo a otro o bien, de un lugar a otro.

Alberto sonrió, sabía que no todos los movimientos pueden ser uniformes. Recordaba a un amigo suyo que podía hacer un gran recorrido con su bicicleta en poco tiempo, partiendo del reposo. 4

Dedujo que cada vez que su amigo pedaleaba más rápido, tenía desplazamientos más largos en menor tiempo.



4 El ciclista transita durante pocos minutos por una carretera recta y plana, pero va incrementando la magnitud de su velocidad instantánea.



Para detectar cambios en la velocidad es necesario determinarla en intervalos muy cortos de tiempo, una fracción de segundo, la cual se puede definir como un instante.

Con esta idea se define la velocidad instantánea como el desplazamiento realizado en un instante o cambio de posición con respecto a un instante. Matemáticamente la magnitud de la velocidad instantánea sería:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \Delta t = \text{instante} \quad (1)$$

La dirección y el sentido de la velocidad instantánea serán aquellos del desplazamiento que se dé a cada instante. Con esta idea, realiza la actividad siguiente.

La dirección y sentido de la aceleración serán aquellos que correspondan al cambio de velocidad.

Analizo movimientos en función del cambio de velocidad.



1. Responde:

- Cuando en un movimiento rectilíneo se recorren mayores desplazamientos en un mismo intervalo de tiempo, ¿qué se puede decir de la magnitud de la velocidad? Argumenta.
- Si una bicicleta se mueve uniformemente y de repente comienza a detenerse hasta que paulatinamente queda en reposo, ¿cómo es el cambio de velocidad, positivo o negativo? ¿Por qué?



- ▶ Imagina que una bicicleta se mueve en línea recta hacia tu derecha. Considera que la bicicleta lleva cierta velocidad y comienza a detenerse paulatinamente, de tal forma que en 10 s se detiene por completo.
 - ¿Sería lo mismo que la bicicleta se detuviera en 5 s?
 - ¿En qué caso habría un mayor cambio en la velocidad instantánea? Explica.
- ▶ Describe este movimiento con un esquema. Dibuja la bicicleta en dos momentos que señalen su velocidad, también incluye pequeños relojes que indiquen los instantes inicial y final.

Calculo mi velocidad a partir de una gráfica de posición contra tiempo.

- Participa en esta actividad grupal, en el patio de la escuela o en un lugar amplio y sin obstáculos. Formen equipos de tres integrantes.

Material

- Un metro de madera, regla graduada o flexómetro.
- Cinta adhesiva o un gis.
- Reloj con cronómetro.

Procedimiento

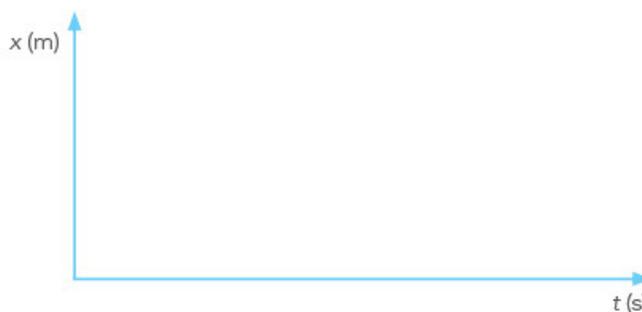
- Marquen en el piso 10 distancias de 2 m cada una, para ello utilicen la regla graduada o el flexómetro y cinta adhesiva.
- Elijan al participante que camina, y al que utiliza el cronómetro para medir el tiempo que dirá en voz alta para que el resto del equipo tome los datos.
- Coloquen al caminante al inicio de la trayectoria.
- Caminen de manera lenta y uniforme por la trayectoria recta marcada y junto a él caminará la persona con el cronómetro en mano, quien irá diciendo en voz alta el tiempo que marca este instrumento cuando el caminante pasa por cada marca para que la tercera persona anote.

Registro de datos

- Organicen la información en la siguiente tabla:

Marca	Posición x (m)	Tiempo t (s)
1	2	
2	4	
3	6	
4	8	
5	10	
6	12	
7	14	
8	16	
9	18	
10	20	

- Representen sus datos en una gráfica de posición contra tiempo como ésta:



Cuando participes en actividades colectivas, aprovecha al máximo tu potencial y el de cada integrante del equipo para que juntos alcancen los objetivos comunes.



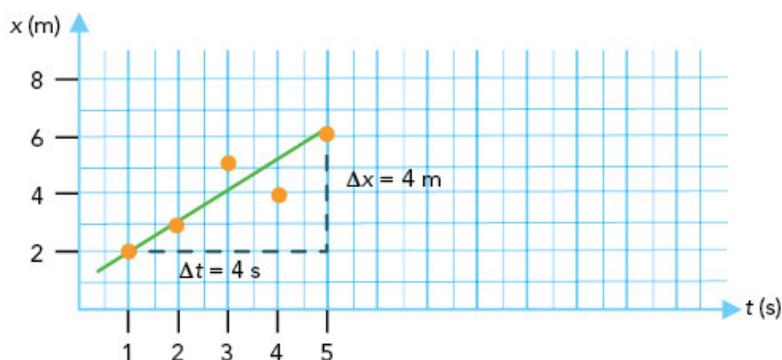
Análisis de resultados

- Analicen la gráfica obtenida, ¿qué forma tiene?
 - Unan los puntos y verifiquen si se parece más a una recta o a una curva.
 - Los puntos que quedan fuera de la recta ajustada deben estar alternados en la medida de lo posible, uno arriba y otro abajo.
 - Los puntos que queden muy alejados de la recta ajustada se deben ignorar o repetir el experimento.

La gráfica que obtendrán será parecida a la siguiente:

- Calculen la velocidad de su movimiento, para ello, dividan $\Delta x / \Delta t$, anoten el resultado sobre su gráfica. En el caso del ejemplo la velocidad es:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6 \text{ m} - 2 \text{ m}}{5 \text{ s} - 1 \text{ s}} = \frac{4 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



- Comparen su gráfica con la obtenida por otros equipos.

Ejemplo de una gráfica de posición contra tiempo. Cuando los puntos experimentales se ajustan bien a una recta, el movimiento se considera rectilíneo uniforme y la inclinación de la recta se asocia con la velocidad.



► Al comparar su gráfica con las obtenidas por otros equipos del grupo, se darán cuenta de que hay velocidades diferentes; ahora, respondan:

- ¿Qué relación observan con respecto a la magnitud de la velocidad y la inclinación de la recta? Argumenten su respuesta en términos de Δx y Δt .

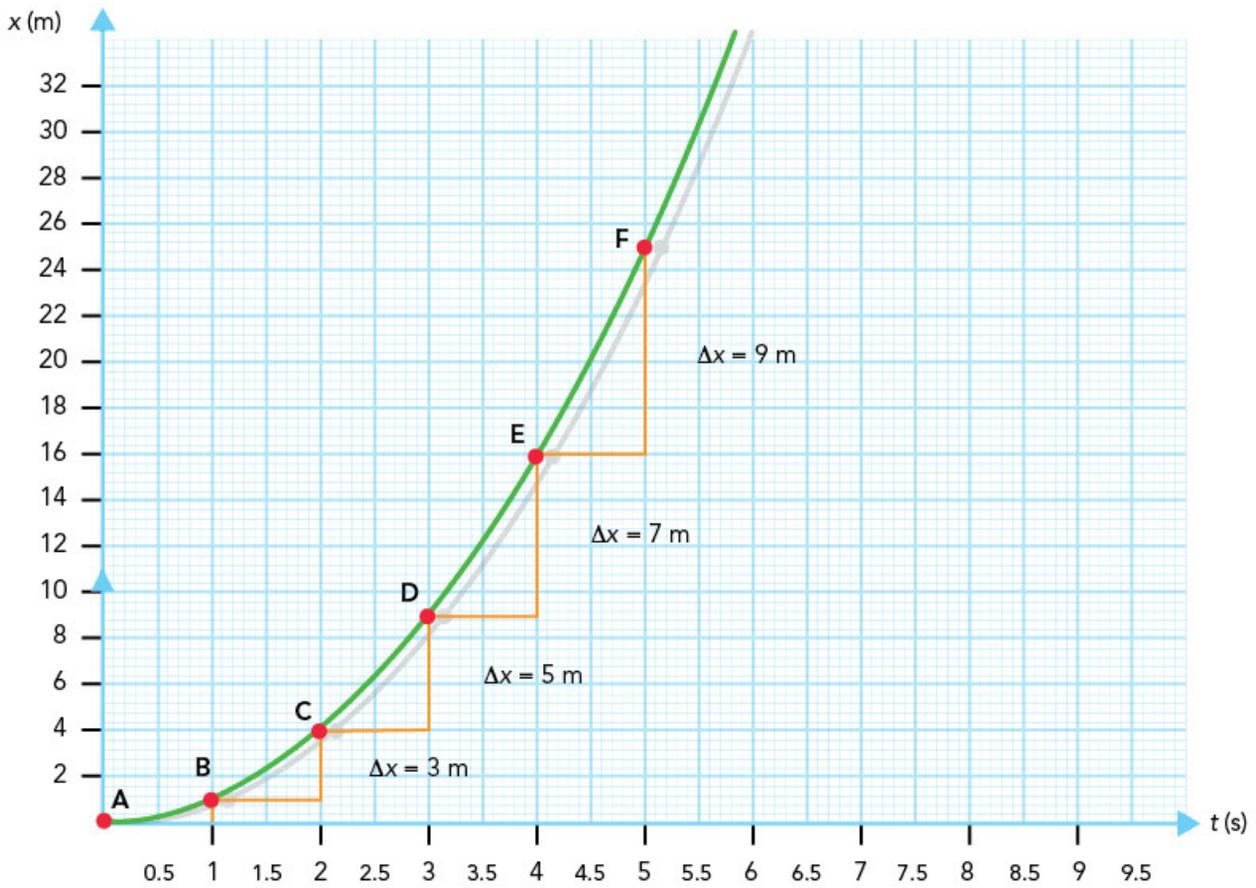
Gráficas posición contra tiempo y aceleración contra tiempo

Analizaremos el movimiento rectilíneo en el que la magnitud de la velocidad cambia, pero no su dirección ni su sentido.

Supón que se tienen registros del movimiento de una bicicleta en línea recta. Las mediciones de posición se llevan a cabo cada segundo y se registran en la tabla siguiente:

t (s)	0	1	2	3	4	5
x (m)	0	1	4	9	16	25

A continuación, los datos se colocan en una gráfica de posición contra tiempo. 5



5 Ejemplo de una gráfica de posición contra tiempo para un movimiento rectilíneo cuya velocidad cambia. La gráfica es una curva que en geometría recibe el nombre de **parábola**.

Ahora calculemos la inclinación de los segmentos AB, BC, CD, DE y EF. Para AB, transcurrido el primer segundo, lo que equivale a $\Delta t = 1 \text{ s}$, el móvil se desplazó 1 m. La velocidad media es de:

$$v_1 = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Si dejamos pasar otro segundo, $\Delta t = 1 \text{ s}$ nuevamente, el móvil habrá cambiado su posición de $x = 1 \text{ m}$ a $x = 4 \text{ m}$, por lo tanto:

$$v_2 = \frac{4 \text{ m} - 1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



¿Qué pasará al siguiente segundo? Quizá ya puedes imaginarte cuál será el siguiente valor de la velocidad. Al siguiente segundo, el móvil habrá cambiado su posición de $x = 4 \text{ m}$ a $x = 9 \text{ m}$, por lo tanto,

$$v_3 = \frac{9 \text{ m} - 4 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Siguiendo con este procedimiento, a cada segundo tendríamos que:

$$v_4 = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{y} \quad v_5 = 9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Finalmente, reunamos los resultados en la tabla siguiente:

t (s)	1	2	3	4	5
v (m/s)	1	3	5	7	9

¿Qué puedes inferir de esta tabla? ¿Cómo va aumentando el tiempo? ¿Cómo cambia la velocidad media al pasar el tiempo? ¿Cuánto aumenta esta velocidad cada segundo? Si llamamos aceleración al cambio en la velocidad, ¿cómo es la aceleración en este caso?

Se define la aceleración como el vector que representa el cambio de velocidad instantánea con respecto del tiempo. Si un móvil se mueve en un tiempo t_i con una velocidad v_i y posteriormente a un tiempo t_f se mueve con velocidad v_f , la magnitud de su aceleración 'a' está dada por:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \quad (2)$$

La dirección y sentido de la aceleración serán aquellos que correspondan al cambio de velocidad. En el ejemplo que hemos venido trabajando, la aceleración es entonces:

$$a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

donde su dirección es una línea recta horizontal y su sentido es hacia la derecha. La unidad de la aceleración viene de dividir:

$$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \div \frac{[\text{s}]}{1} = \frac{[\text{m}] \times 1}{[\text{s}] \times [\text{s}]} = \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

La última parte de esta expresión se lee como "metro sobre segundo al cuadrado" y significa cuántos metros sobre segundo cambia la velocidad en un segundo.

Comparo cambios de velocidad y tiempo para calcular la aceleración, poniendo en práctica lo aprendido.

1. Participa, con tu equipo, en la siguiente actividad.



Pueden hacer la canaleta con diferentes materiales planos y lisos.

Material

- Un balón o canica ligeramente engrasado.
- Un riel o canaleta de aluminio de 1.5 m de largo o canaleta de plástico para ocultar cables.
- Un flexómetro o cinta métrica.
- Un cronómetro. Muchos relojes digitales y teléfonos celulares incluyen la función de cronómetro.

Procedimiento

- a. Coloquen el riel sobre una mesa o el piso, de tal forma que quede ligeramente inclinado. El movimiento debe ser relativamente lento para que transcurran al menos 5 s para que el balón complete el recorrido completo.
- b. Pongan una marca en uno de los extremos del riel, y a partir de ésta hagan otras cinco marcas cada 30 cm con el flexómetro, de tal forma que la última marca quede justo en el otro extremo.
- c. Realicen pruebas iniciales para cerciorarse de que el balón sí recorre todo el riel.
- d. Suelten el balón desde el extremo del riel, no lo empujen, es decir la velocidad inicial del balón será cero, partirá del reposo.
- e. Activen el cronómetro cuando suelten el balón y midan el tiempo que tarda en pasar la primera marca, en ese instante paren el reloj. Regresen el balón al punto inicial y tomen el tiempo que tarda en llegar a la segunda marca. Este procedimiento se repetirá hasta medir el tiempo que tarda el balón en recorrer el riel completo.

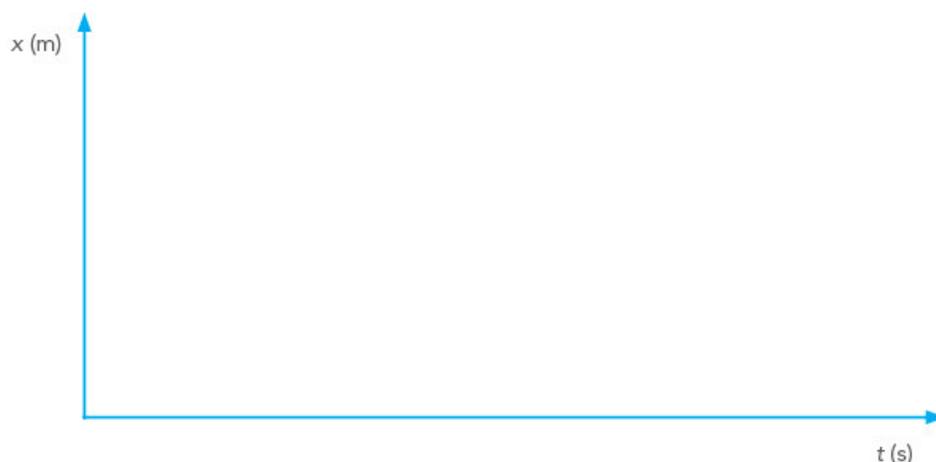
Registro de datos

2. Organiza la información, de manera individual, en la siguiente tabla:

Marca	Posición x (cm)	Tiempo t (s)
1	0	0
2	30	
3	60	
4	90	
5	120	
6	150	



3. Representa tus datos en una gráfica de posición contra tiempo como ésta:



Análisis de resultados

4. Ajusta una curva a tus puntos experimentales, puede ser útil un **curvígrafo**; si no cuentas con uno, trata de dibujar la curva a mano lo mejor que puedas. Sigue los mismos criterios que se utilizan para ajustar rectas, los presentamos en la actividad anterior, página 27.
 - ¿Qué puedes concluir de la gráfica que has obtenido?
 - ¿Cuál es la diferencia principal entre esta actividad y la anterior?
5. Comparte tus resultados con tu equipo y ajusta lo que sea necesario.



► Consideren los datos de la tabla siguiente y tracen una gráfica de posición contra tiempo.

t (s)	0	1	2	3	4	5
x (m)	0	4	16	36	64	100

► Calculen sobre la gráfica Δx para Δt de 1 s y las velocidades después de transcurrido cada segundo. Anoten sus resultados en la siguiente tabla.

t (s)	1	2	3	4	5
v (m/s)					

- Determinen, a partir de esta tabla, la aceleración.
- Comparen los resultados obtenidos con el grupo y verifiquen que sus cálculos sean los correctos. Expliquen entre todos la diferencia entre velocidad y aceleración.

GLOSARIO

Curvígrafo. Herramienta utilizada para trazar, dibujar y diseñar curvas.

Leo +

Remóntate en el tiempo y conoce los orígenes de la mecánica en:

Viniegra, Fermín. (2014). *Una mecánica sin talachas*. México: FCE.

Utilizo las TIC

Estas ligas electrónicas, con sus recursos interactivos, te ayudarán a profundizar en los temas de la lección:

cmed.mx/FIS2003

cmed.mx/FIS2004



Recapitula

Evalúa mi aprendizaje

Itacate

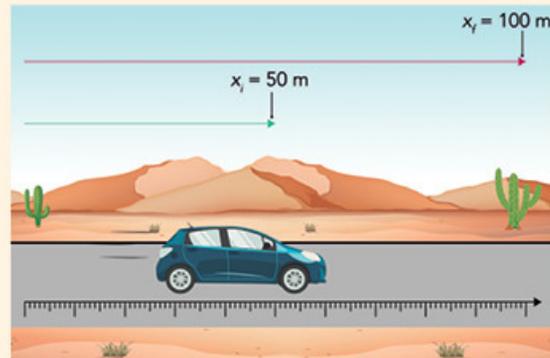
Revisa tu Itacate de evidencias antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

1. Para describir el movimiento es necesario elegir un punto de referencia.
2. El espacio representado matemáticamente con ejes coordenados con el punto de referencia representado en el origen es un sistema o marco de referencia.
3. Los objetos se localizan con un vector de posición, va del origen hasta el lugar donde se encuentra un objeto en un instante determinado.
4. El desplazamiento es un cambio del vector de posición, va del punto de partida al punto de llegada de un objeto que se ha movido.
5. La velocidad es un vector que mide el cambio de posición o desplazamiento con respecto del tiempo.
6. La rapidez mide la distancia recorrida por unidad de tiempo, sólo tiene magnitud, no es un vector.
7. La velocidad instantánea es un vector que mide el cambio del vector de posición en un tiempo muchísimo muy corto (un instante).
8. La aceleración es un vector que mide el cambio de la velocidad instantánea con respecto del tiempo.
9. La rapidez instantánea se define como la distancia recorrida en un tiempo muy corto. La magnitud de la velocidad instantánea coincide con la rapidez instantánea.

I. Resuelve lo siguiente:

1. Un automóvil se mueve en línea recta desde una posición inicial de 50 m hasta una posición final de 100 m en 5 s. Expresa la velocidad del automóvil dando su magnitud, dirección y sentido.



2. Si te subes en un carrusel, ¿tu movimiento es acelerado? ¿Por qué?
 3. ¿Qué velocidad final alcanzarías en un vehículo si, a partir del reposo, aceleras uniformemente a 2.6 m/s^2 durante 30 s? Si se parte del reposo, el valor de la velocidad final es el producto de la aceleración entre el tiempo transcurrido.
 4. Explica la diferencia entre aceleración y velocidad.
 5. Si un ciclista transita por una carretera recta con una velocidad inicial de 10 m/s, y frena de manera uniforme hasta detenerse en un lapso de 5 s:
 - ¿Cuál es la magnitud de su aceleración?
 - ¿Cómo se comporta la magnitud de su velocidad en tiempo?
 - ¿Qué significa en términos físicos una aceleración negativa?
 6. Supón que vas en tu bicicleta y mantienes la magnitud de tu velocidad constante, sin variar esta magnitud, tomas un retorno y regresas con la misma velocidad. En este caso, ¿hay aceleración? Explica tu respuesta.
 7. Si no hay aceleración, ¿qué tipo de movimiento se tendría?
- ### II. Comparte tus respuestas con una pareja para que se evalúen entre ustedes. Verifiquen si comprenden los conceptos de velocidad y aceleración.

Logro ir **más allá**



Explico por qué acelera un avión.

Para poder despegar, un avión que parte del reposo debe acelerar y alcanzar una velocidad final específica.

1. Investiguen en una fuente confiable impresa o de internet de cuánto debe ser esta aceleración para el despegue de un avión en el largo de pista de algún aeropuerto.
 - ¿Por qué la aceleración debe ser diferente para los distintos tipos de avión?
 - Si el avión ya despegó, ¿cómo sabrías que ya no sigue acelerando?
 - ¿Qué se necesita para provocar una aceleración?



- ▶ Expliquen, por escrito, si la caída libre de un cuerpo es o no un movimiento acelerado. Compartan con otros equipos su explicación y concluyan de manera grupal y con el apoyo del maestro.
- ▶ Vuelvan a leer los epígrafes de estas lecciones y reflexionen, en pareja, sobre los textos de la derecha. Guarden sus notas en el Itacate de evidencias.

Muchas de las propiedades que caracterizan a los objetos físicos las percibimos a través de nuestros sentidos. Sin embargo, no toda la realidad física la podemos percibir de esta manera.

- ¿Cómo piensan que es posible conocer la realidad física?

Para avanzar en lo que respecta a la adquisición del conocimiento científico, debemos ir más deprisa que los otros, esto significa que debemos aprender las bases que dan soporte a ese conocimiento y, además, actualizarlo constantemente.

- ¿Qué opinan sobre esta idea?

El conocimiento científico se obtiene de una conducta humana inspirada en la curiosidad y la constante búsqueda de respuestas a preguntas.

- ¿Con qué frecuencia se cuestionan sobre el mundo que nos rodea?
- ¿Cuál es el camino que nos llevará a buen puerto en la búsqueda del conocimiento científico?



L3

¿Acción y reacción?

Para cada acción hay siempre una reacción opuesta equivalente.
ISAAC NEWTON

Alberto fue de excursión con sus amigos de la escuela e hicieron un campamento a las orillas de un lago. Cerca de ahí había una tienda que alquilaba botes de remos, así que decidieron alquilar uno, con el afán de divertirse un rato.

Una vez arriba del bote se dieron cuenta de que no sabían remar, pues se la pasaron dando vueltas prácticamente en el mismo lugar durante varios minutos, ante la risa espontánea de otros chicos que los miraban desde tierra firme.

Una de las chicas que acompañaban a Alberto gritó: "Paren ya, pensemos cómo podemos lograr que el bote avance hacia el frente". No pasó mucho tiempo para que notaran que debían empujar el agua hacia atrás con los remos para que el bote avanzara hacia adelante **6** y, además, si sumaban sus esfuerzos en la misma dirección, lograban una mayor velocidad. Pero, ¿por qué empujar el agua hacia atrás si el bote va hacia adelante?

La amiga de Alberto pensó: "la clave está en el contacto de cada remo con el agua".



6 Al empujar con los remos el agua hacia atrás, ésta empuja a los remos hacia adelante, y como están sujetos al bote, éste se desplazará hacia el frente. Además, al remar, a veces se empuja con las piernas hacia adelante.

GLOSARIO

Recíproco. Acción que es intercambiada entre dos sujetos u objetos y que recae sobre ellos.

Cuando pateas un balón, jalas un carrito, empujas una puerta, estiras una liga o caminas, hay una interacción o acción **recíproca** entre dos cuerpos.

Las interacciones pueden darse por contacto o a distancia. Primero reconozcamos las que se dan cotidianamente por contacto. Por ejemplo, podríamos preguntarnos por qué el bote no se hunde.



Todos los cuerpos que están sobre la superficie de nuestro planeta son atraídos hacia el centro de la Tierra; a esta interacción se le llama peso. Para la percepción de una persona que está sentada en el bote, el peso está dirigido hacia abajo, por lo tanto, el agua debe levantar al bote: es lo que comúnmente llamamos flotación.

A la acción recíproca entre dos cuerpos que interactúan se le llama fuerza. En física, la fuerza es la medida de la interacción y siempre aparecen dos en cada una de ellas, así que tanto el peso como la flotación del bote son fuerzas.

En cada interacción siempre hay un par de fuerzas, pero no actúan ambas sobre el mismo cuerpo, sino que cada fuerza actúa sobre un cuerpo distinto.

Mostremos un último ejemplo: al caminar arrastramos nuestros pies sobre el piso y el rozamiento produce una fuerza llamada fricción, que actúa tanto en la superficie de apoyo como sobre la del pie. La fuerza que actúa sobre el suelo debido a la interacción, va hacia atrás. Por otro lado, la fuerza que actúa sobre el pie, originada en la misma interacción, va hacia adelante y nos permite avanzar. 7

Si no hubiera fricción, resbalaríamos y no podríamos caminar. Quizá te hayas dado uno que otro sentón al intentar caminar sobre pisos muy pulidos o mojados.

Reconozco que en cualquier interacción hay un par acción-reacción.

1. Imagina que dos bolas de billar idénticas están inicialmente en reposo. A una de ellas se le golpea con el **taco** y choca con la otra tal como se muestra:



2. Piensa en el siguiente escenario: la bola roja va hacia la canastilla y la bola blanca regresa sobre la línea blanca.
 - ¿Por qué sería posible este escenario? Explica esto e incluye el concepto de fuerza en tu argumentación.



- ¿Por qué las bolas pueden cambiar su dirección y su rapidez?
- ¿Sería posible que una de las bolas se quedara quieta al golpear a otra? ¿Por qué?



7 Al arrastrar los pies sobre el piso, la fricción genera una fuerza que nos permite avanzar.



GLOSARIO

Taco. Palo que sirve como instrumento para golpear las bolas en el juego de billar.

Reflexiona
al participar en actividades colectivas, acerca de tu actitud e integración para priorizar el **diálogo** con argumentos y así generar un **ambiente armónico**.

Describo una interacción por contacto entre dos péndulos que al chocar cambian su velocidad.

1. Lleven a cabo este experimento.

Material

- Un soporte universal con arillo. En su defecto, algún lugar de donde puedan colgar dos péndulos, por ejemplo, una sección de una tubería.
- Dos pesas de diferente peso, de preferencia de 200 g y 250 g. O en su lugar, dos objetos de cualquier material, pero de pesos diferentes, que se puedan colgar de un hilo y que, al chocar, no queden enredados ni pegados.
- Un carrete de hilo.
- Dos reglas graduadas de 30 centímetros.

Procedimiento

- a. Construyan dos péndulos de 30 cm de longitud de cuerda con el hilo y las pesas. Las pesas que cuelgan deben tener pesos distintos. El dispositivo que van a construir se muestra en la siguiente figura:



Disposición de los péndulos antes del choque. Ensayen antes de medir las alturas desde las que se sueltan las pesas y a las que llegan después de chocar para evitar errores.

- b. Procuren que los péndulos queden instalados cerca de una pared, aunque rocen ligeramente con ella, o coloquen una tabla detrás de los péndulos, o un pedazo de cartón. Lo importante es lograr con mayor facilidad el choque frontal de los péndulos.
- c. Coloquen o sostengan las reglas a un costado de cada uno de los péndulos, de tal forma que se puedan medir con comodidad la altura inicial antes del choque y la altura final máxima después del choque.
- d. Identifiquen a uno de los péndulos como péndulo 1 y al otro como péndulo 2. Levanten ambos péndulos de modo que los centros de los péndulos queden a una altura de 15 cm y de tal manera que cuando los suelten, choquen.
- e. Hagan antes una predicción de lo que sucederá una vez que hayan chocado los dos péndulos.
- f. Registren sus observaciones.
- g. Repitan el experimento dos veces más aumentando la altura inicial.
- h. Midan las alturas finales.



Registro de datos

2. Completen, con sus observaciones, el cuadro:

Experimento	Altura inicial del péndulo 1 (cm)	Altura inicial del péndulo 2 (cm)	Altura final del péndulo 1 (cm)	Altura final del péndulo 2 (cm)

Análisis de resultados

3. Contrasten su predicción con lo sucedido.

- ¿Qué causa el movimiento de los péndulos antes del choque?
- ¿En qué momento se puede decir que los péndulos interactúan entre sí?
- ¿Cómo se manifiesta esta interacción? Argumenten en términos de la dirección y sentido de la velocidad de cada péndulo.
- ¿Cómo se relaciona la altura inicial de la que sueltan los péndulos con el cambio en su movimiento después del choque?, ¿y con la altura final? Expliquen.



► Compartan sus resultados con el grupo y reflexionen acerca de:

- ¿Por qué ambos péndulos se detienen y luego regresan en dirección a su posición inicial después del choque?
- ¿Por qué los dos péndulos no llegaron a la misma altura después del choque?
- ¿Qué interacciones se presentaron en estos experimentos? Expliquen.
- ¿Qué pasaría si uno de los péndulos fuese mucho más pesado que el otro?

La fuerza como agente de cambio de velocidad

Cuando empujas un objeto, esperas que éste se mueva, o bien, que aumente o disminuya su velocidad. Por ejemplo, si ves que alguien se columpia y quieres que aumente su velocidad, es natural pensar en empujar, aplicar una fuerza. Si esto lo haces durante un tiempo prolongado te cansarás, es decir que también actúan fuerzas sobre los músculos de tus manos y brazos.

Al par de fuerzas que provienen de una interacción se les llama par acción-reacción y ambas se manifiestan provocando un cambio de velocidad en los objetos sobre los que actúan, es decir, provocan una aceleración. Como la aceleración es un vector, la fuerza también lo es. Las fuerzas tienen magnitud, dirección y sentido. Por lo tanto, varias fuerzas pueden operar en diferentes direcciones y sentidos neutralizándose entre sí y dejar al objeto en el que se aplican ya sea en reposo o bien con movimiento rectilíneo y con velocidad constante. Veremos esto con mayor detalle en la siguiente lección.

A continuación, podríamos preguntarnos por qué cuando dos cuerpos interactúan entre sí, unos aceleran más que otros, o que, para obtener la misma aceleración, unos requieren diferentes fuerzas. ¿Has sentido la reacción de tu cuerpo cuando te encuentras en un autobús en reposo y de repente acelera? ¿Qué sucede en ese caso? Veamos qué nos aclara la siguiente actividad.

Leo +

En tu biblioteca escolar descubre cómo las fuerzas están presentes en todos los ámbitos de la vida cotidiana en:

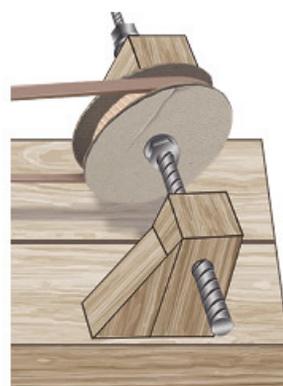
Hammond, Richard. (2007). *¿Sientes la fuerza?*, México, SEP-SM.

Describo cómo acelera un carrito de juguete ante la acción del peso de una rondana (fuerza) y de su resistencia a moverse.

1. Desarrolla, en equipo, el siguiente experimento:

Material

- Un carrito de plástico al que se le pueda atar un hilo en el eje de las ruedas. Un camioncito de juguete puede funcionar.
- Una barra de plastilina.
- Una rondana.
- Un metro de hilo de cáñamo o un hilo resistente.
- Un flexómetro o una regla.
- Una **polea** de plástico, si no cuentan con una pueden hacerla con cartón, lo importante es que se deslice el hilo sobre ella, la polea no debe girar, se mantendrá fija. La polea debe tener de 3 cm a 5 cm de diámetro.
- Un cronómetro.

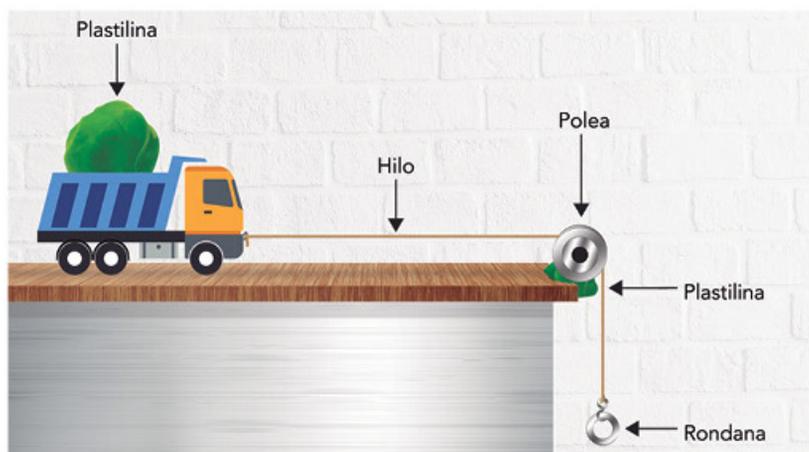


GLOSARIO

Polea. Máquina simple que consiste en una rueda con un canal en su periferia, por la que pasa una cuerda que gira sobre un eje central. Se muestra un detalle en el modelo de la derecha.

Procedimiento

- a. Armen el dispositivo experimental como se muestra:
- b. Comiencen con el carrito sin plastilina.
- c. Atan un extremo del hilo de 1 m de largo al carrito. Hagan que el hilo pase por la polea y en el otro extremo amarren una rondana.
- d. Procuren que el hilo quede tenso y que la polea no gire, fíjenla con plastilina si es necesario. La rondana debe partir de la altura de la polea y no debe tocar el suelo. Si la rondana no logra, al caer, mover el carrito, coloquen más rondanas o plastilina.
- e. Revisen que la rondana o la rondana con plastilina mueve el carrito.





- f. Agreguen pedacitos de plastilina a la rondana y vuelvan a soltar el sistema.
- g. Mantengan la rondana con plastilina sin cambios y agreguen plastilina al carrito.

Registro de datos

2. Anoten sus observaciones.

Análisis de resultados

- ¿Qué pasa con la aceleración del carrito cuando ponen más plastilina a la rondana?
- ¿Dónde está la fuerza que hace que el carrito se mueva o acelere? Discutan con el resto del grupo.
- Cuando mantienen fija la rondana con plastilina y aumentan poco a poco la plastilina sobre el carrito, ¿qué ocurre con la aceleración del carrito?



- ▶ Compartan sus hallazgos con los de otros equipos y dialoguen acerca de las coincidencias y diferencias en sus resultados.
 - ¿Cómo influye la masa en la aceleración del carrito?
 - Si aumentan la magnitud de la fuerza que opera sobre un cuerpo, ¿qué ocurre con su aceleración?
 - Si aplican una fuerza constante sobre un cuerpo, y a éste le van agregando materia, aumentando su masa y en consecuencia su inercia, ¿qué ocurre con la aceleración del carrito?

La inercia y su relación con la masa

La inercia que puede presentar un objeto ante una fuerza aplicada está en proporción a la cantidad de materia de la que esté hecho el objeto, así que es conveniente cuantificar la inercia dentro del concepto de masa.

La masa asociada a un objeto tiene dos interpretaciones: una gravitacional, de la cual hablaremos y profundizaremos en la siguiente lección, y la inercial.

Se ha verificado la equivalencia de las dos interpretaciones de la masa. Si dejas caer dos objetos de diferente peso, por ejemplo, un gis y un borrador desde la misma altura es muy probable que ambos objetos contacten con el suelo al mismo tiempo, ¿por qué? El objeto más pesado es atraído por la Tierra con mayor intensidad y debería de tocar el suelo antes que el gis.

No obstante, al tener más masa presenta mayor resistencia a cambiar su velocidad, es decir, presenta mayor inercia y, por lo tanto, debería de tardar más que el gis en tocar el suelo.

Es evidente que los dos efectos se contrarrestan, lo que provoca que ambos objetos toquen el suelo al mismo instante. Volveremos a este ejemplo más adelante.

Utilizo las TIC

Pon a prueba tus conocimientos con estos recursos interactivos:

cmed.mx/FIS2005

cmed.mx/FIS2006



Recapitulo

1. Una interacción entre dos cuerpos es una acción recíproca que se manifiesta con un par de fuerzas acción-reacción. Cada una de éstas actúa sólo sobre un cuerpo.
2. La fuerza es un vector, tiene magnitud, dirección y sentido.
3. Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo cambiará su velocidad, acelerará.
4. La inercia es la oposición que presenta un cuerpo a cambiar su velocidad, es proporcional a la cantidad de materia de la que está hecho el cuerpo y se cuantifica en la masa.
5. Existen diferentes tipos de fuerzas, siendo algunas de ellas: el peso, la fricción y la fuerza de flotación.

Evalúo mi aprendizaje



Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Muestra los conocimientos adquiridos en esta lección y recuerda guardar tus respuestas en el Itacate de evidencias.

1. ¿Por qué cuando dos cuerpos distintos, de diferente masa interactúan, por ejemplo, chocando, se nota que uno acelera menos que el otro?
2. ¿Por qué si golpeas una pared te duele la mano, pero ni tu mano ni la pared se mueven?
3. ¿Por qué se recomienda utilizar el cinturón de seguridad cuando se viaja en un vehículo?
4. ¿Por qué cuando viajas en un vehículo y éste da una vuelta muy cerrada sientes que te vas hacia un costado de la puerta?
5. ¿La fuerza es un vector? ¿Por qué?
6. Si un objeto está en reposo y comienza a moverse, ¿está interactuando con algo? Justifica.
7. ¿Conoces algún tipo de interacción entre dos cuerpos que no se dé por contacto?, ¿cuál? Si no conoces ninguna, ¿qué tendría que pasar con los cuerpos en interacción para asegurar que ésta existe? Piensa en un objeto que dejas caer.
8. ¿Por qué los coches no pueden avanzar sobre arena muy suelta?, ¿qué ocurre con sus llantas? Responde en términos de la fuerza de fricción.
9. ¿Por qué pesan menos los objetos dentro del agua? Responde en términos de la flotación.

- II. Reflexiona sobre el epígrafe de esta lección, el cual tiene varios significados:

Por un lado, se refiere, en el contexto de la física, a las interacciones entre cuerpos, ya sea por contacto o a distancia. La interacción se percibe a través de un par de fuerzas acción-reacción.

Esta idea también se puede interpretar en el contexto de nuestra conducta: todas las acciones que emprendemos y las decisiones que tomamos, que involucran a los miembros de los ámbitos en los que nos desenvolvemos, tienen consecuencias positivas o negativas, nada de lo que hagamos que afecte a otros pasa desapercibido.

- ¿Cómo has interactuado con los integrantes de tu comunidad escolar?

- III. Comparte tus resultados con algún integrante del grupo para revisar lo que haya respondido. Analicen similitudes y diferencias y dialoguen acerca de lo que han aprendido.

Logro ir **más allá**



Indago por qué, aunque actúen varias fuerzas sobre un cuerpo, éste puede permanecer en reposo.

1. Observen al hombre y a la mujer subidos en sus respectivas escaleras.
 - ¿Qué fuerzas deben actuar para que, tanto el sistema escalera-hombre como el sistema escalera-mujer, se mantengan en reposo?
 - ¿Qué condiciones se deberían de cumplir para que cada sistema se mantenga en reposo? Argumenten su respuesta incorporando fuerzas o interacciones.
 - ¿Cómo deberían de ser las fuerzas del par acción-reacción?
 - Si las condiciones que han establecido para el reposo no se cumplen, ¿qué pasaría?

- ¿La caída libre de un cuerpo es un movimiento acelerado? Expliquen.
- ¿Qué cuerpos interactúan entre sí para que uno de ellos caiga desde cierta altura hacia el suelo?
- ¿Qué pasaría si no hubiera fricción entre el suelo y las escaleras y entre las escaleras y la pared? Expliquen.
- ▶ Con el resultado de tu trabajo y lo que has aprendido en la interacción con tus pares, actualiza tu Itacate de evidencias.

Propón ideas que enriquezcan el **trabajo colaborativo**. En todo momento sé **respetuoso** y **tolerante**.



L4

¿Las fuerzas están en todas partes?

La Naturaleza se complace con la simplicidad. Y la Naturaleza no es necia.

ISAAC NEWTON

Prácticamente todo interactúa con todo, y a cada instante de nuestra existencia interactuamos con algo. Si ahora estás sentado leyendo tu apasionante libro de física, interactúas con una silla o una banca que evita que caigas al suelo.

En todo momento, quizá sin tomarlo muy en serio, interactuamos con nuestro planeta que nos atrae hacia su centro y por ello tendemos a permanecer anclados al suelo. ¿Te habías puesto a pensar que se necesita de la Tierra completa, con sus océanos y continentes, y hasta del polvo para provocar nuestro peso?

Todas las interacciones, como lo hemos visto, se asocian a pares de fuerzas. Sin embargo, para poder llegar más lejos en lo que respecta al entendimiento de cómo funciona la Naturaleza, se requiere organizar la información disponible en enunciados o leyes generales que permitan explicar los fenómenos observables y predecir algunos otros.



A mediados del siglo XVII, un muchacho introvertido y solitario, originario de Inglaterra, se dio a esta tarea. Su contribución a la ciencia marcó un parteaguas en la historia de la humanidad: Isaac Newton (1642-1727) cambió al mundo. **8**

Newton sintetizó en sus tres leyes del movimiento y en su ley de la gravitación universal toda la mecánica clásica, es decir, todo lo que se sabía hasta entonces.

Las leyes del movimiento de Newton explican los movimientos que podemos percibir en nuestra vida cotidiana. No obstante, dejarán de ser aplicables para estudiar lo muy rápido y lo muy pequeño.

8 Sir Isaac Newton trabajaba incansablemente en el sótano de su casa cuando, en 1693, su perro Diamond provocó un incendio; el físico entró en una crisis nerviosa al ver destruidos muchos de sus cálculos. Grabado del artista Morel, 1874, original en blanco y negro.

Identifico la presencia de fuerzas en interacciones cotidianas.

1. Recuerda algunos de los conceptos abordados en la lección anterior y responde:
 - ¿Qué efectos puede producir una fuerza?
 - ¿Por qué un balón se detiene después de rodar?
 - ¿Por qué al empujar el agua con un remo hacia atrás, la lancha se mueve hacia adelante?
2. Busca con tu equipo una superficie lisa: una mesa que tenga un vidrio encima o de madera lisa sin demasiadas rugosidades para realizar el siguiente experimento.

Material

- Un disco compacto. También puedes hacer tu propio disco con una tapadera circular muy lisa que tenga un orificio en el centro, de modo que quepa el globo.
- Una jeringa de plástico sin aguja, que tenga el diámetro del émbolo, aproximadamente el mismo diámetro del agujero central del disco compacto.
- Un globo pequeño o mediano.
- Plastilina.
- Pegamento que tengas disponible para pegar plástico.
- Un flexómetro o cuatro reglas de plástico de 30 centímetros.
- Un cronómetro.

Procedimiento

- a. Peguen la jeringa sin émbolo en el disco, de tal forma que se pueda soplar por debajo del disco a través de la jeringa e inflar el globo.
- b. Introduzcan el globo en el extremo de la jeringa en donde usualmente se coloca la aguja.
- c. Inflen el globo, como se muestra:



- d. Traten de colocar el disco quieto, no lo jalen ni empujen.
- e. Den un ligero empujón al disco con el globo inflado a nivel de la jeringa. Agreguen poco a poco trocitos muy pequeños de plastilina sobre el disco y repitan la instrucción del inciso anterior. Intenten que el pequeño empujón sea prácticamente el mismo en todos los casos. La razón de que el empujón sea ligero es que el disco se desplace lentamente y que sea fácil medir el tiempo que tarda el disco en recorrer de 90 cm a 1 metro.

- f. Coloquen el flexómetro o las reglas al lado del disco como se muestra en la figura.
- g. Cuenten hasta tres antes de que uno de ustedes dé el empujón, cuando lo haga se debe activar el cronómetro y desactivarlo cuando el disco recorra un metro.
- h. Calculen la velocidad media dividiendo la distancia entre el tiempo.

Registro de datos

3. Organicen la información en la siguiente tabla:

Masa	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad inicial	Velocidad final media (m/s)
Disco sin plastilina	1		0	
Disco con una bolita de plastilina	1		0	
Disco con dos bolitas de plastilina	1		0	
Disco con tres bolitas de plastilina	1		0	

Análisis de resultados

4. Observen lo que ocurre con el disco cuando no se le aplica fuerza alguna, por ejemplo, al inicio, antes de ejercer el ligero empujón, y una vez que dejan de aplicarlo.
5. Discutan y registren sus conclusiones.



- ▶ Compartan los resultados de la actividad experimental con el grupo y analicen entre todos lo siguiente:
 - Una vez que dejan de hacer contacto con el disco, ¿qué tipo de movimiento presenta éste?, ¿a qué se debe?
 - ¿Cuál es la función del aire que sale del globo mientras el disco se encuentra en movimiento?
 - Si el ligero empujón que dan al disco es casi igual en todas las ocasiones que lo aplican, ¿cuándo acelera más el disco, cuando tiene más o cuando tiene menos plastilina?, ¿por qué se da este fenómeno?
 - ¿En qué momento se presenta claramente en sus experimentos una interacción con un par acción-reacción?
- ▶ Describan todas sus observaciones, fundamentándolas con las leyes del movimiento de Newton.



Leyes del movimiento de Newton

Primera ley. Todo cuerpo permanece en estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme a menos que una fuerza no equilibrada actúe sobre él.

Segunda ley. Cuando una fuerza no equilibrada actúa sobre un cuerpo, ésta provocará una aceleración en la misma dirección y sentido de aquélla. La magnitud de la aceleración es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

Tercera ley. A toda acción corresponde una reacción de igual magnitud y dirección, pero de sentido contrario.



Infiero el significado físico de las leyes de Newton.

1. Reflexiona sobre las leyes de Newton y responde:

- ¿Cuál es el movimiento natural de un cuerpo cuando éste se encuentra en equilibrio mecánico, es decir, cuando las fuerzas que actúan sobre él se anulan entre sí?
- Imagina una fuerza que actúa sobre un cuerpo, por ejemplo, empujas un objeto en línea recta hacia tu derecha, ¿cuál será la dirección y sentido de la aceleración del objeto?, ¿cuántos cuerpos se necesitan como mínimo para hablar de acción y reacción? Explica.
- ¿Las fuerzas de acción y reacción operan sobre el mismo cuerpo? ¿Por qué?
- Piensa en un baúl lleno de libros de física; si le das un empujón en línea recta sobre el piso rugoso notas que apenas lo mueves. Sin embargo, cuando le das el mismo empujón sobre un piso limpio, pulido y encerado lo puedes hacer avanzar mucho más. ¿Por qué ocurre esto? Argumenta con la primera ley de Newton.
- Supón que, en el mismo piso, das un empujón al mismo baúl lleno de libros y no avanza, entonces sacas algunos libros, le das un empujón igual y esta vez avanza con mayor facilidad, aunque se detiene en pocos centímetros. ¿A qué se debe todo esto? Explica con la segunda ley de Newton.
- ¿En qué sentido actúan las fuerzas de rozamiento?



- ▶ Observa tu ropa puesta en ganchos y colgada en un tubo dentro de tu clóset.
 - ¿Está tu ropa en equilibrio mecánico? ¿Por qué?
- ▶ Trata de identificar todos los pares acción-reacción que actúan sobre tu ropa.
 - ¿Sobra alguna fuerza que no tenga su par? Argumenta.

Desarrollen sus actividades experimentales en un **clima armónico**, escuchando con **atención y respeto** las observaciones de cada integrante del equipo.



Representación gráfica de vectores de fuerza

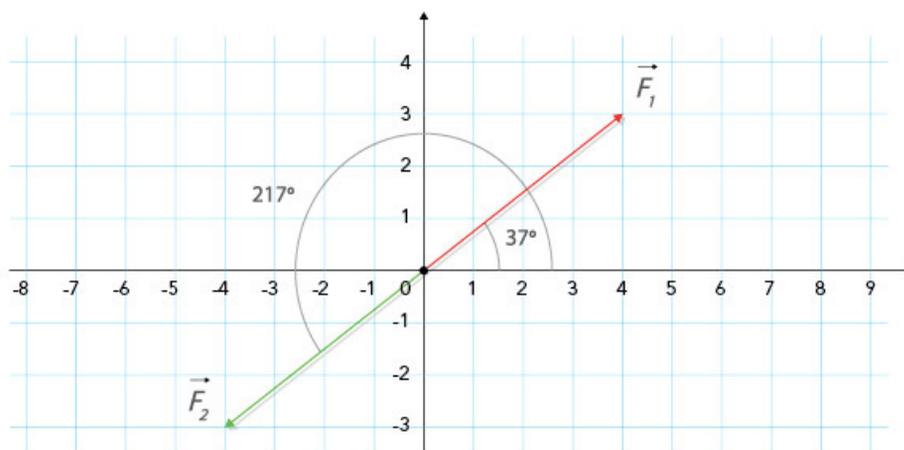
Las fuerzas son vectores y se representan gráficamente con una flecha. La longitud de la flecha dentro de una escala representa la magnitud de la fuerza. Para indicar la dirección del vector se utiliza como dirección de referencia la dirección horizontal o eje x . La dirección de un vector significa qué tan inclinado o alejado se encuentra de esa dirección de referencia. Así, la dirección de un vector se establece con el ángulo que hace con el eje x medido en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj. El sentido del vector se representa con la punta de flecha.

Cuando los vectores son perfectamente horizontales o verticales, basta con decir derecha, izquierda, arriba o abajo. No obstante, para otras inclinaciones ya no es tan sencillo dar el sentido. Por lo tanto, el sentido puede ser considerado en el ángulo, si se respeta la convención de que el ángulo tenga valores entre 0° y 360° medido en el sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj.

En la gráfica 9 se muestran dos vectores de fuerza en un plano con la misma magnitud y la misma dirección, pero sentido contrario. Las flechas representan a un vector de fuerza que incluye la magnitud y un ángulo de dirección que conlleva implícito el sentido. En el ejemplo que se muestra en la gráfica tenemos los vectores siguientes:

$$\vec{F}_1 = (5 \text{ unidades de fuerza}, 37^\circ) \quad \text{y} \quad \vec{F}_2 = (5 \text{ unidades de fuerza}, 217^\circ)$$

Estas fuerzas se neutralizan, de manera que la fuerza resultante tiene un valor de cero. Cuando esto ocurre con las fuerzas que actúan sobre un objeto, éste quedará en estado de equilibrio mecánico, en reposo, o bien, en movimiento rectilíneo uniforme si se encontraba en movimiento, tal y como es descrito en la primera ley de Newton.



9 Las fuerzas \vec{F}_1 y \vec{F}_2 que actúan sobre un mismo objeto se equilibran, o se contrarrestan. Esto ocurre cuando dos fuerzas tienen la misma dirección, la misma magnitud, pero sentido contrario. En otras palabras, cuando las fuerzas son de la misma magnitud y entre ellas forman un ángulo llano (o de 180°), se cancelan mutuamente.

 Descubro y construyo

Describo y comparo fuerzas en equilibrio mecánico.

1. Participa, con tu equipo, en la siguiente actividad:

Material

- Un cinturón grueso y resistente de cuero o tela (puede ser manta o lona). Es muy importante que el material del cinturón no les raspe la piel.
- Una cinta adhesiva o cinta de aislar.

Procedimiento

- a. Realicen esta actividad bajo la supervisión estrecha y constante del maestro.
- b. Formen equipos de seis estudiantes de complejión y talla semejantes.
- c. Otro estudiante será el encargado de indicar el comienzo y el final.

Parte A

- d. Los seis estudiantes se dividen en dos equipos de tres miembros, llamados Equipo I y II, respectivamente.
- e. En una parte despejada del aula o del patio marquen en el suelo con la cinta adhesiva un rectángulo de unos 50 cm por 30 centímetros.
- f. Aten bien el cinturón para que quede en forma de aro y cuelguen de él una cinta.
- g. Los equipos se sitúan uno frente al otro, pisan uno de los lados largos del rectángulo y toman con ambas manos el cinturón, cuidando de no lastimarse.
- h. A una indicación del compañero encargado, ambos equipos empezarán a tirar firmemente del cinturón hacia su lado del rectángulo, con el cuidado debido para no lastimarse ni lastimar a los demás.



- i. El compañero encargado contará lentamente hasta cinco.
- j. El resto del grupo predecirá de qué lado quedarán situados ambos equipos. Anoten la predicción.
- k. Cuando termine la cuenta, cada equipo permanecerá exactamente donde haya quedado. ¡No se vale moverse de ese lugar!

 continúa actividad →

Utilizo las TIC

Juega para reafirmar lo aprendido en esta lección:

cmed.mx/FIS2007

cmed.mx/FIS2008

cmed.mx/FIS2009

cmed.mx/FIS2010

Leo +

Indaga qué sucedió el 25 de diciembre de 1642 y descubre los orígenes de la mecánica de Newton, en:

Swaan, Bram de. (1999). *Isaac Newton, el inglés de la manzana*. México: Andrés Bello.



Registro de datos

2. En cada parte los equipos quedaron distribuidos como sigue. Anoten, para cada parte, hacia dónde se dio la aceleración y en caso de que hubiese equilibrio de fuerzas, escriban aceleración cero.

Parte	Número de integrantes Equipo I	Número de integrantes Equipo II	¿Hacia dónde se dio la aceleración?
A	3	3	
B	2	4	
C	4	5	

Parte B

- l. Repitan el procedimiento anterior, sólo que ahora uno de los integrantes del equipo I se pasará al equipo II.
- m. Nuevamente, el grupo predecirá el resultado de esta parte.

Parte C

- n. Por último, dos integrantes del equipo II pasarán al I, repitiendo el procedimiento anterior.
- o. El resto del grupo predecirá el resultado de esta parte. Anoten sus predicciones.



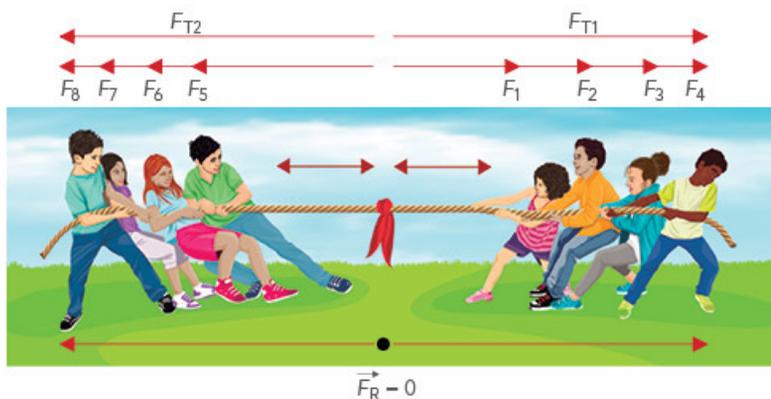
- Cuando el cinturón acelera hacia la derecha, ¿hacia dónde se dirige la fuerza no equilibrada y cómo se distribuyó la masa de los participantes que tiraban de la cuerda? Contesta la misma pregunta para el caso contrario.
- Cuando el cinturón no se movió, ¿qué hay de las fuerzas involucradas ejerciéndose sobre éste? Argumenta tu respuesta viendo las fuerzas señaladas en la figura 10.



Las leyes de Newton y el equilibrio de fuerzas

Si un cuerpo no está en reposo o no se mueve con movimiento rectilíneo uniforme significa que existe alguna fuerza no equilibrada que actúa sobre este cuerpo; el movimiento natural de los cuerpos es el rectilíneo uniforme. Esto es lo que se concluye de la primera ley de Newton.

En el juego de tirar de la cuerda puedes observar que muchas fuerzas actúan sobre un cuerpo (en este caso una cuerda) y, sin embargo, el pañuelo atado en el punto central de la misma no se mueve. El hecho se debe a que en conjunto todas las fuerzas tienen otra fuerza en la misma dirección con la misma magnitud, pero en sentido contrario y se equilibran. ¹⁰



¹⁰ Aquí todas las fuerzas que actúan sobre el punto central de la cuerda se equilibran, $F_{T2} = -F_{T1}$.

Cuando no es así, el cuerpo cambiará su velocidad en la dirección y sentido de la fuerza que no queda equilibrada, que en lo sucesivo la llamaremos fuerza neta: es lo que nos dice la segunda ley de Newton. La aceleración que se produzca sobre el cuerpo es inversamente proporcional a su masa, es decir, si el cuerpo en el que opera la fuerza neta es muy ligero acelerará mucho, tiene menos inercia y se resiste poco a cambiar su velocidad; en cambio, un cuerpo muy masivo presenta mucha inercia y acelerará menos al aplicarle la misma fuerza no equilibrada.

La segunda ley de Newton tiene una expresión matemática que nos servirá también para definir las unidades de fuerza:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

Es decir, que fuerza es igual a masa por aceleración. Aunque hay que tener un poco de cuidado al leer esta ecuación, observa que está escrita en términos de vectores. Así escrita debemos entender que la dirección y el sentido de la aceleración es el de la fuerza neta.

La ecuación (1) puede escribirse en términos de magnitudes: $F = ma$ y significa que la magnitud o intensidad de la aceleración de un objeto de masa m es directamente proporcional a la intensidad de la fuerza que se le imprime e inversamente proporcional a la masa.

Por otra parte, podemos definir las unidades de fuerza, que deben ser el producto de las unidades de masa (kilogramos) por las unidades de aceleración (metro sobre segundo al cuadrado). A esta unidad derivada se le llama newton y se representa con la letra 'N'. La unidad de fuerza es:

$$[\text{N}] = [\text{kg}] \cdot \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = \left[\frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} \right]$$



Recapitulo

1. La primera ley de Newton establece que el movimiento natural de los cuerpos es el movimiento rectilíneo uniforme, y el reposo es un caso particular de éste.
2. La segunda ley de Newton pone de manifiesto que cuando actúa una fuerza no equilibrada o resultante sobre un cuerpo, éste acelerará en la misma dirección y sentido de esta fuerza neta. La magnitud de la aceleración dependerá de la inercia del cuerpo cuantificada en la masa, a mayor masa menor aceleración y viceversa.
3. La tercera ley define un par acción-reacción para las interacciones entre dos o más cuerpos. Estas fuerzas actúan sobre diferentes cuerpos, de ahí que no se anulen entre sí.
4. La fuerza neta es cero cuando, en conjunto, cada una de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo tienen otra de la misma magnitud, misma dirección, pero sentido contrario. Estas fuerzas operan sobre un mismo cuerpo que, por lo tanto, estará en equilibrio, ya sea que permanezca en reposo o que se mueva con velocidad constante. No confundir con el par acción-reacción, estas fuerzas operan sobre distintos cuerpos.

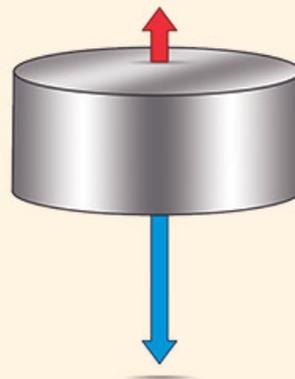
Evalúo mi aprendizaje

Itacate

Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Responde las siguientes preguntas y guarda las respuestas en tu Itacate de evidencias:
 1. Se tienen dos fuerzas que actúan sobre un cuerpo, una de 30 N a la derecha y una de 30 N hacia arriba. ¿Se encuentra en equilibrio este cuerpo? ¿Por qué?
 2. Se tienen dos fuerzas que operan en línea recta horizontal sobre un cuerpo: una de 50 N actuando a la derecha y una de 50 N actuando a la izquierda, ¿se encuentra el cuerpo en equilibrio mecánico? ¿Por qué?
 - ¿Qué tipo de movimiento describirá el cuerpo?
 3. Supón que sobre un cuerpo de 10 kg actúa una fuerza de 50 N de magnitud. Si se duplica la masa del cuerpo, ¿qué pasará con su aceleración?
 4. ¿Si un objeto acelera, necesariamente está bajo la influencia de una fuerza? Justifica tu respuesta.
 5. Los planetas del Sistema Solar se mueven en torno al Sol en trayectorias estrictamente elípticas. ¿Los planetas tienen movimiento acelerado? ¿Por qué?
 6. Un objeto está sometido a dos fuerzas verticales como se muestra en la figura. La longitud de las flechas que las representan es proporcional a su magnitud.
 - ¿Se mantendrá en equilibrio el cuerpo? Argumenta tu respuesta.



- II. Comparte tu evaluación con algún integrante del grupo para detectar las diferencias y semejanzas. Aclaren sus dudas y corrijan si es necesario.

Logro ir **más allá**



Si alguien necesita de tu opinión o **cooperación**, intéresate en el tema y bríndale tu ayuda.

Explico por qué una botella con arena sumergida en agua puede oscilar.

Una botella de plástico llena a la mitad con arena flota en el agua. Si le aplicas a la botella una fuerza hacia abajo y la sueltas, comienza a oscilar en forma vertical, es decir, se mueve hacia arriba y hacia abajo por algunos segundos.

1. Piensen en **movimientos oscilatorios**.
2. Respondan las siguientes preguntas:
 - Aparte de la fuerza que le aplicarían a la botella, ¿qué otras fuerzas actúan sobre la misma?
 - ¿Por qué flota la botella?
 - Una vez que suelten la botella, ¿cuál es la fuerza que actúa hacia abajo sobre ella?
3. Reflexionen en relación con el epígrafe de esta lección:
 - ¿Qué significa que la Naturaleza sea simple?
 - ¿Algunos fenómenos que ocurren se pueden explicar a partir de una teoría o modelo con un número mínimo de axiomas o leyes, en este caso las leyes de Newton?
4. Compartan sus respuestas con el grupo y expliquen la relación que existe entre las tres leyes de Newton con el movimiento de la botella en el agua.



- Cuando la botella se mueve hacia arriba, ¿qué fuerza la acelera y cuál la va deteniendo? Expliquen.
- Cuando la botella se mueve hacia abajo, ¿qué fuerza la acelera y cuál la va deteniendo? Argumenten.
- ¿Por qué se detendrá finalmente la botella?

GLOSARIO

Movimiento oscilatorio. Se produce cuando una partícula se mueve de forma periódica en torno a un punto de equilibrio.



L5

Trabajo y energía

Toda la ciencia no es más que un refinamiento del pensamiento cotidiano.

ALBERT EINSTEIN



Exploro

Describo lo que entiendo por trabajo y tipos de energía cinética y potencial.

Mujeres y hombres trabajando en el sentido ordinario del verbo trabajar, ¿se acercarán estas situaciones a lo que se entiende en la física como trabajo?, ¿qué opinas?



1. Lee el siguiente texto:

Es muy probable que todos los días escuches las palabras trabajo y energía en diferentes contextos. Por ejemplo, "trabajas muy duro para mejorar tus calificaciones", "desayuna para que tengas energía durante el día y puedas realizar tu trabajo". Quizás escuches algunas otras como éstas: "eres un chico o una chica con un gran potencial, sólo falta que te muevas, que todo el mundo lo vea, así que ponte a trabajar para conseguirlo". Pues bien, en la física se recuperan estos conceptos para describir el movimiento de los cuerpos, entre otros.

2. Cita alguna otra afirmación que recuerdes que te hayan dicho, en la cual se mencionen las palabras trabajo y energía, y describe lo que significa para ti.
3. Analiza las afirmaciones entre comillas del texto y escribe lo que representan para ti. Compártelas con una pareja e intercambien opiniones al respecto.



► Busca en un diccionario el significado del verbo trabajar. Presta atención si encuentras algún significado que contenga conceptos que ya estudiaste en las lecciones anteriores como: movimiento, aceleración o fuerza.

- ¿Lo que entiendes por energía se conecta de alguna manera con la idea de trabajo, tal y como la manejas en lo cotidiano? ¿Por qué?

¿Qué significa trabajo mecánico?

En la física el trabajo mecánico, o simplemente trabajo, tiene que ver con el movimiento de un cuerpo. Para hablar de trabajo se requiere de la presencia de una fuerza neta o no equilibrada que actúe sobre un cuerpo y que lo desplace en alguna dirección sobre una trayectoria.

Si la fuerza que actúa sobre un cuerpo es constante y el desplazamiento del cuerpo se da en la misma dirección y sentido que la fuerza aplicada, entonces el trabajo realizado se define mediante la siguiente ecuación:

$$W = Fd \quad (1)$$

Donde W se utiliza para denotar trabajo por la palabra inglesa *work*, F expresa la magnitud de la fuerza y d es la magnitud del desplazamiento, que en el caso de una trayectoria rectilínea, d también será la distancia recorrida por el cuerpo.

Al expresar con palabras la ecuación (1), se determina que trabajo es igual a fuerza por distancia. Una vez que se ha calculado un trabajo, el resultado es sólo una cantidad con unidades, es decir, el trabajo es una cantidad escalar; tiene magnitud, pero ya no tiene ni dirección ni sentido.

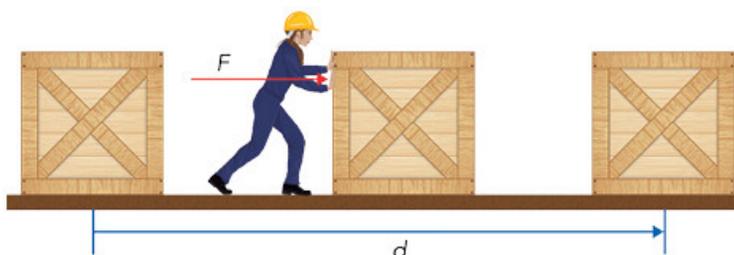
Las unidades para medir el trabajo son, por su definición, el newton (N) por metro, unidad que recibe el nombre de joule [J]:

$$\left[\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] [\text{m}] = [\text{N}] [\text{m}] = [\text{J}]$$

Es importante que consideres que esta definición de trabajo tiene limitaciones: no es aplicable si la fuerza no es constante, y si no es paralela en todo momento al desplazamiento. **11**

Si te preguntas: ¿cuánto trabajo hace un hombre que levanta una caja y camina con ella?, debes ser cuidadoso al contestar porque hay varias fuerzas involucradas y, posiblemente, algunas de ellas no hagan trabajo porque no producen desplazamiento alguno. **12**

Debemos ser muy precisos en indicar qué fuerza actúa y qué desplazamiento produce.



11 Una mujer haciendo trabajo al empujar y desplazar la caja. En este caso la fuerza y el desplazamiento son horizontales.



12 El hombre que levanta la caja camina hacia atrás hasta llegar a estar completamente de pie, ha logrado un desplazamiento d ; pero esto no lo ha conseguido con la fuerza F (que sólo le ha servido para sostener la caja, sin desplazarla), sino con alguna fuerza neta involucrada en el proceso de caminar hacia atrás, que es la que hizo el trabajo.

Determino si hago trabajo o no.

1. Responde las siguientes preguntas:



- Si empujas una pared fortísimo y alguien te pregunta, ¿cuánto trabajo estás haciendo?, ¿qué responderías? ¿Por qué?



- Vas camino a la escuela con tu mochila al hombro, las fuerzas que aplicas para cargar la mochila, ¿hacen trabajo durante el recorrido? ¿Por qué?
- Si sólo sostienes una caja y caminas, ¿haces trabajo? Argumenta tu respuesta.
- Te avientas un clavado hacia una alberca y mientras caes, ¿existe alguna fuerza que haga trabajo? Si es así, ¿cuál es?



- ▶ Calculen, en pareja, lo siguiente:
 - Si se empuja una caja con una fuerza horizontal de 100 N y se desplaza horizontalmente 20 m, ¿cuánto trabajo se ha realizado? Expresen su resultado en joule.
 - Si una persona levanta una caja de 50 N de peso desde el suelo, es decir, aplica al menos 50 N para sostener la caja y desplazarla hacia arriba. Supongan que la coloca en una repisa que está a 2 m del piso, ¿cuánto trabajo ha hecho?
- ▶ Compartan sus resultados con otras parejas, revisen sus procedimientos y corrijan si es necesario.



Teorema trabajo-cambio de energía cinética

Retomemos la situación mostrada en la figura 11 y recuperemos algunos de los conceptos que hemos visto en las Lecciones 1 y 2. Primero, recordemos que un movimiento rectilíneo uniforme es aquel en que la velocidad v permanece constante en magnitud, dirección y sentido.

La segunda ley de Newton establece que cuando una fuerza se aplica sobre un cuerpo y éste se desplaza, entonces existe un cambio de velocidad. Pero si además el desplazamiento se realiza en la misma dirección y sentido de la fuerza, tenemos un trabajo mecánico. Así que, al realizar un trabajo cambia la velocidad o las características que definen el movimiento de un cuerpo. Existe una ecuación matemática precisa que conecta al trabajo realizado con el cambio de velocidades, inicial y final, por separado, sin involucrar a la aceleración, es decir, la ecuación no hace referencia a la duración del cambio de velocidad. La expresión matemática está dada por la ecuación (2).

$$Fd = W = \frac{mv_f^2}{2} - \frac{mv_i^2}{2} \quad (2)$$

Del lado izquierdo de esta ecuación se encuentra la definición de trabajo que se denota W , porque es la letra inicial de la palabra inglesa *work*, que significa trabajo. En la ecuación (1) el trabajo se expresó como el producto de la magnitud de una fuerza por la magnitud del desplazamiento que produce sobre un cuerpo de masa m , que a su vez, en un movimiento rectilíneo coincide con la distancia recorrida por el cuerpo.

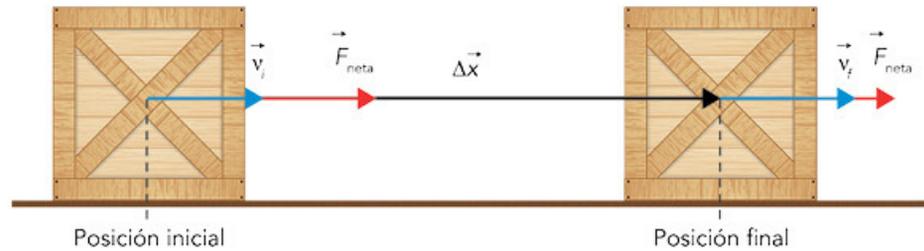
Para el caso del movimiento rectilíneo con aceleración constante, la magnitud de la aceleración se puede expresar en términos de la velocidad final y la velocidad inicial, ambas elevadas al cuadrado, es decir cada una se multiplica consigo misma una vez, por ejemplo, $v^2 = v \times v$. Con mayor precisión: la magnitud de la aceleración es la magnitud de la velocidad final al cuadrado menos la magnitud de la velocidad inicial al cuadrado y esta resta dividida entre dos. La masa del cuerpo aparece en la ecuación porque es necesario multiplicarla por la aceleración para obtener la fuerza, como lo establece la segunda ley de Newton.

La ecuación (2) es de suma importancia porque revela una conexión entre cambio de velocidad y trabajo. De hecho, esta ecuación se puede leer en ambos sentidos, si se hace trabajo sobre un cuerpo cambiará su velocidad, pero al revés también puede funcionar: si un cuerpo que se está moviendo cambia su velocidad, adquiere la capacidad de efectuar un trabajo sobre otro cuerpo.

Por todos estos razonamientos se define una cantidad en física llamada *energía*, que indica la capacidad de efectuar un trabajo mecánico. Desde luego que hay muchos tipos de energía, cada tipo se asocia a algún concepto físico en particular. Veremos durante esta lección que los tipos de energía pueden cambiar, es decir, la energía se transforma, pero no sin que se haya hecho trabajo. Observa la figura 13.

GLOSARIO

Teorema. Proposición que puede verificarse con procedimientos matemáticos.



13 La fuerza constante F produce un cambio de posición o desplazamiento; se hace trabajo. Al mismo tiempo, la fuerza produce una aceleración, es decir un cambio de velocidad. Por lo tanto, el trabajo siempre produce un cambio en la energía cinética porque ésta depende de la velocidad.

La ecuación (2) permite definir el concepto de energía cinética como la capacidad de hacer trabajo en virtud de la velocidad o el movimiento. En otras palabras, si un cuerpo no se mueve, es decir, si está quieto o en reposo, no tiene energía cinética.

La energía cinética E_c también tiene su definición matemática, se expresa como:

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \quad (3)$$

Así que la ecuación (3) nos dice que al realizar un trabajo se produce, en el cuerpo sobre el cual se trabaja, un cambio en su energía cinética o de movimiento.

Supón que un objeto está en reposo o moviéndose con una velocidad inicial v_i y, por lo tanto, con una energía cinética E_{ci} . Al aplicar una fuerza sobre el objeto, éste acelerará y cambiará su velocidad de v_i a v_f , al mismo tiempo que cambiará su energía cinética de E_{ci} a E_{cf} .

Por lo tanto, el trabajo realizado produce un cambio en la energía cinética de un cuerpo. Este principio tiene validez general: cualquier trabajo produce un cambio en la energía cinética de un cuerpo.

La energía cinética es algo que "posee" un cuerpo si éste se mueve; por otra parte, el trabajo está conectado más hacia el "proceso" que produce el cambio en este tipo de energía.

Iremos descubriendo otros tipos de energía a lo largo de nuestro curso de Física y todos ellos serán considerados dentro de las características que definen el estado en que se encuentra un sistema; trátense de uno o varios cuerpos que lo conformen.

En la siguiente ecuación se resume todo lo anterior y recibe el nombre de **teorema trabajo-cambio de energía cinética**:

$$W = \frac{mv_f^2}{2} - \frac{mv_i^2}{2} = E_{cf} - E_{ci} = \Delta E_c \quad (4)$$

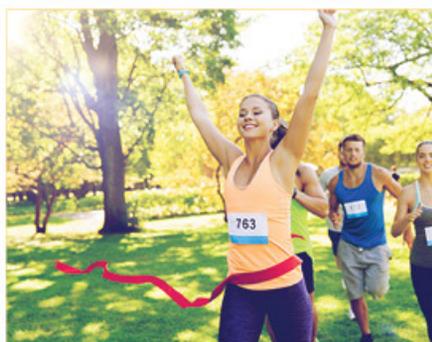


Descubro y construyo

Analizo situaciones en las que existe un cambio en la energía cinética del cuerpo sobre el cual se hace el trabajo.

- Contesta, en pareja y con base en las ecuaciones (2) y (4), las siguientes preguntas:
 - Imaginen un objeto al cual se le aplica una fuerza constante de 100 N, el objeto se desplaza 50 m. ¿En cuánto cambia la energía cinética del objeto?
 - Si un cuerpo se encuentra en reposo, ¿tiene energía cinética?, ¿por qué?
 - ¿Qué se requiere realizar para que un cuerpo aumente su velocidad, es decir, que aumente su energía cinética?
 - ¿Será posible que alguna fuerza realice **trabajo negativo**, es decir, qué tipo de fuerzas se oponen siempre al desplazamiento de un objeto? Piensa en el movimiento de un bote de remos.
 - Un objeto de 1 kg se mueve con una velocidad de 1 m/s, si su velocidad cambia a 10 m/s, ¿se ha realizado trabajo sobre el objeto? ¿Por qué?
 - A un objeto de 1 kg, inicialmente en reposo, se le aplica una fuerza. Si la velocidad del objeto aumenta hasta 10 m/s, calculen el cambio de energía cinética del cuerpo, ¿cuánto trabajo se realizó sobre el objeto?
- Analicen, con base en el teorema de trabajo-cambio de energía cinética:
 - Si un cuerpo se va deteniendo, disminuye su velocidad, ¿cómo sería el cambio de energía cinética?, ¿qué signo tendría?, ¿qué signo tendría el trabajo? Argumenten sus respuestas.

- Identifiquen, en las siguientes fotografías, las fuerzas que pudieran realizar un trabajo negativo y describan cómo operan.



- Compartan sus resultados con otros integrantes del grupo; debatan y determinen cuántos de ustedes llegaron a la respuesta correcta y expliquen el procedimiento que siguieron para concluir en forma grupal. Recuerden guardar, cada quien, sus notas en su Itacate de evidencias.

GLOSARIO

Trabajo negativo.

Cuando la fuerza aplicada al cuerpo actúa en forma contraria a su movimiento.

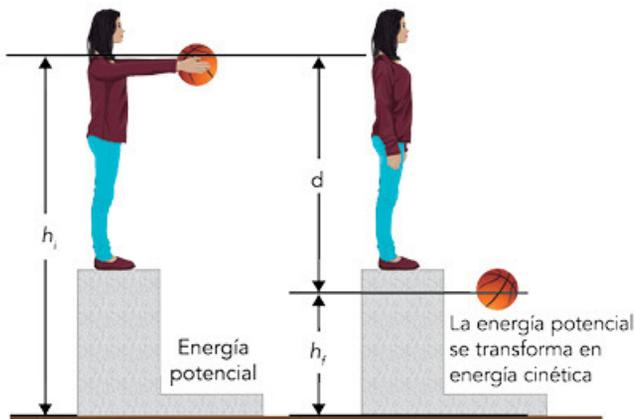
Cuando resuelvas problemas en ciencias siempre discútelos con otros integrantes del grupo, **escuchar** a otros y **compartir** tus resultados y razonamientos con ellos te **enriquecerá**.

Cambio de energía potencial y conservación de la energía mecánica

Existe una fuerza que nos atrae hacia el centro de nuestro planeta, la llamamos peso, es la fuerza que nos mantiene anclados al piso. Esta fuerza actúa sobre cualquier objeto o cuerpo que se encuentre relativamente cerca de la superficie de la Tierra. Ésta es la fuerza por la cual los objetos caen aumentando su velocidad en 9.8 m/s cada segundo o, mejor dicho, acelerando $a: g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Hablaremos con más detalle de la interacción gravitacional, que es la que provoca el peso de los cuerpos, en futuras lecciones. Por ahora, sólo basta saber que la expresión matemática para calcular el peso está dada por la ecuación (5), fuerza igual a masa m por aceleración g a partir de la segunda ley de Newton:

$$\text{Peso} = F = mg \quad (5)$$



14 La gravedad o el peso del cuerpo hace un trabajo al desplazar a la pelota desde una altura inicial hasta una altura final, este trabajo provoca un cambio en la energía cinética de la pelota, ya que aumentará su velocidad.

Pensemos en que realizamos un trabajo al levantar un objeto de masa m a una altura con respecto al suelo, llamemos a esta altura h_i . 14 Enseguida, dejamos caer el objeto hasta que alcance una altura con respecto al suelo h_f . Nos preguntamos, ¿cuánto trabajo ha realizado el peso del objeto, o la fuerza de gravedad, al desplazar el objeto de h_i hasta h_f ? La distancia que se desplaza el objeto es $d = h_i - h_f$.

Si combinamos las ecuaciones (1) y (4) obtenemos que el trabajo realizado por el peso es:

$$W = F_g d = mg(h_i - h_f) = -(mgh_f - mgh_i) \quad (6)$$

Se define matemáticamente la energía potencial de un cuerpo de masa m como:

$$E_p = mgh \quad (7)$$

Por lo tanto, expresando la ecuación (7) con palabras: la energía potencial es la capacidad de hacer trabajo en función de la posición o altura, dentro de una región en donde opere la fuerza de gravedad, en este caso, como una de las fuerzas asociadas a la interacción entre la Tierra y el cuerpo de masa m , el peso $F_g = mg$.

La energía potencial inicial es $E_{pi} = mgh_i$ y la energía potencial final es $E_{pf} = mgh_f$. Por lo tanto, la ecuación (7) se puede expresar como:

$$W = -(mgh_f - mgh_i) = -(E_{pf} - E_{pi}) = -\Delta E_p \quad (8)$$



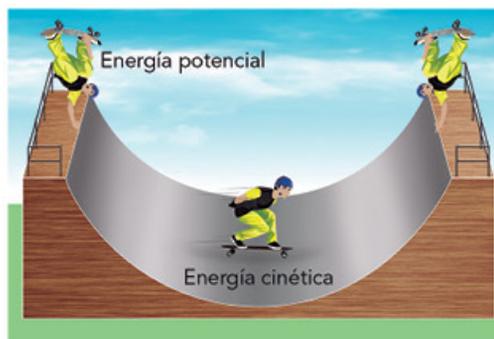
Ya mencionamos que cualquier trabajo provoca siempre un cambio en la energía cinética de un objeto, esto quiere decir que:

$$-\Delta E_p = W = \Delta E_c \quad (9)$$

La ecuación (9) quiere decir en palabras: lo que se va perdiendo en energía potencial se va transformando íntegramente en energía cinética. Se remarca el trabajo en rojo, ya que éste es el "puente (o proceso)" para que se dé la transformación de energía. Al ir perdiendo altura, el objeto va ganando velocidad.

Es verdad que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma, pero este hecho no es gratuito, siempre hay un trabajo involucrado como proceso de transformación.

Tú haces trabajo al levantar la pelota hasta cierta altura, esto le da energía potencial a la pelota, después es la gravedad de la Tierra la que hace trabajo para convertir esa energía potencial en energía cinética. 14 y 15



15 Energía potencial convirtiéndose en energía cinética y viceversa. El trabajo que hace la fuerza de gravedad está involucrado en la transformación.

Por último, la ecuación (9) se puede escribir:

$$mgb_i - mgb_f = \frac{mv_f^2}{2} - \frac{mv_i^2}{2}$$

y al reacomodar los términos iniciales del lado izquierdo y los finales del lado derecho de la igualdad, obtenemos:

$$mgb_i + \frac{mv_i^2}{2} = mgb_f + \frac{mv_f^2}{2} \quad (10)$$

La ecuación (10) es muy importante ya que indica que la suma de las energías cinética y potencial es la misma al inicio del movimiento y al final de éste. ¿Qué quiere decir esto?

Por su relevancia, a la suma de la energía cinética y potencial se le llama energía mecánica y ésta se conserva a lo largo de la trayectoria o camino que sigue un cuerpo.

Es importante también mencionar que la energía mecánica es constante o se conserva siempre y cuando se puedan ignorar las fuerzas de rozamiento o fricción, ya que siempre actúan en contra del desplazamiento. Cuando hay rozamiento, la energía mecánica faltante puede convertirse en otras formas de energía, como, por ejemplo, calor, concepto que discutiremos en momentos más avanzados de nuestro curso de Física.

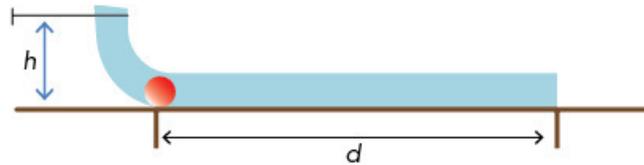


Identifico cuánta energía potencial se transforma en energía cinética y si se cumple la conservación de la energía mecánica.

1. Participa, en equipo de tres personas, en el siguiente experimento:

Material

- Dos metros de manguera de plástico transparente.
- Una canica de vidrio pequeña, que quepa en la manguera.
- Una balanza, si no cuentas con una, considera que la masa de la canica es de diez gramos (0.01 kg).
- Un flexómetro o regla graduada.
- Un soporte universal para sostener la manguera (opcional).
- Un cronómetro.



Observen la forma en la que debe colocarse la manguera.

Procedimiento

- a. Den a la manguera una forma de L como se muestra en la figura, procurando que la región baja de la manguera de longitud d quede bien alineada al nivel de la superficie de la mesa o el suelo.
- b. Midan la altura h y la distancia d .
- c. Suelten la canica y midan el tiempo en que la canica recorre la distancia d .
- d. Repitan el paso anterior desde la misma altura cinco veces para obtener un promedio del tiempo t que tarda la canica en recorrer la distancia d .
- e. Varíen la altura h y repitan los pasos anteriores.

Registro de datos

2. Anoten los resultados en una tabla como la que se muestra.

h (m)	d (m)	t (s)	v (m/s)	v^2 (m ² /s ²)	ΔE_P (J)	ΔE_C (J)



Análisis de resultados

- ¿Cómo adquirió la canica su energía potencial inicial?
- ¿Por qué pierde energía potencial la canica conforme cae?
- ¿Cómo es la relación entre la altura inicial de la canica y la velocidad que alcanza en la parte baja de la manguera?



► Con base en los criterios sugeridos en la Lección 2, elaboren un esquema que represente los cambios de energía cinética y potencial de la canica.

► Compartan con el grupo su esquema y, concluyan. Guarden, en forma individual, sus resultados por escrito en su Itacate de evidencias.

Las teorías científicas se construyen a partir de modelos que describen hechos reales incluyendo aquellos que observamos en nuestra vida cotidiana. Para construir estos modelos se definen cantidades como el trabajo y la energía, que a través de su tratamiento matemático permiten establecer principios, tal como en esta lección se ha llegado al principio de conservación de la energía mecánica. Los principios son una **abstracción**, puesto que se presentan bajo ciertas condiciones para que se cumplan.

Por ejemplo, es imposible eliminar totalmente las fuerzas de fricción en situaciones de la vida cotidiana para que la energía mecánica se conserve, pero sí lo hacemos al emplear un modelo. No obstante, estos principios nos señalan las situaciones límite. Por ejemplo, ahora sabes que, si dejas caer un péndulo desde cierta altura, éste oscilará, pero jamás alcanzará una altura mayor a la que tú le hayas dado al soltarlo.

Utilizo las TIC

1. Observa cómo varían las energías cinética y potencial en:

cmed.mx/FIS2011

2. Descubre la energía potencial gravitatoria en:

cmed.mx/FIS2012

Comunica tu experiencia con quienes no pudieron tener acceso a este material.

Leo +

Lee más sobre los conceptos básicos, transformaciones y aplicaciones de la energía mecánica en:

Hewit, Paul G. (2004). *Física conceptual*. México: Pearson Educación.

GLOSARIO

Abstracción.

Operación mental que consiste en extraer los caracteres no esenciales y secundarios, propios de uno u otro grupo de fenómenos, para destacar y sintetizar racionalmente sus características sustanciales.



Recapitula

1. El trabajo se define como el producto de la magnitud de una fuerza por la del desplazamiento que ésta produce sobre la trayectoria que describe un cuerpo.
2. Cualquier tipo de energía es una capacidad de hacer trabajo. La energía cinética es la capacidad de hacer trabajo en virtud de la velocidad o movimiento.
3. La energía potencial gravitacional es la capacidad de hacer trabajo en virtud de la posición (altura) dentro de una región en la cual actúa la fuerza de atracción gravitacional de la Tierra u otro cuerpo celeste (fuerza de gravedad).
4. La energía mecánica es la suma de las energías potencial y cinética. La energía mecánica se conserva en ausencia de fuerzas de fricción.

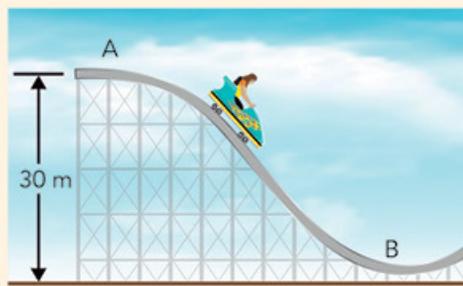
Evalúo mi aprendizaje



Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Responde a las siguientes preguntas, retoma las expresiones matemáticas de trabajo, energía cinética, energía potencial y el teorema de trabajo-cambio de energía cinética, según sea el caso:
 1. Levantas un objeto de 1 kg hasta una altura de 1 m, ¿has realizado trabajo? ¿Por qué?
 2. Observa la figura 15, en la página 59, para responder:
 - ¿Por qué el atleta llega a la misma altura de la que partió?, ¿sería esto posible sólo con la acción de la gravedad? Explica tu respuesta.
 - ¿En qué punto de la trayectoria del atleta con su patineta, su velocidad es máxima? ¿Por qué?
 3. Dejas caer un objeto desde 1 m de altura con respecto al suelo. Enseguida dejas caer el mismo objeto desde la misma altura, sólo que ahora se deslizará por una trayectoria curva bien pulida que termina en el suelo, ¿llegará el objeto con la misma velocidad al suelo que en el caso de la caída libre? ¿Por qué?
 4. Un carrito de montaña rusa con una persona tiene una masa de 100 kg. Se encuentra en reposo en el punto A.
 - ¿De cuánto sería su energía potencial en el punto A?
 - ¿De cuánto sería su energía cinética en el punto A?
 - ¿De cuánto sería su energía mecánica en el punto A?
 - Supón que se pueden ignorar las fuerzas de fricción, ¿de cuánto sería la energía mecánica en el punto B?
- II. Lee nuevamente el epígrafe de esta lección y reflexiona para responder:
 - ¿Por qué en una situación real o de la vida cotidiana en donde intervienen, por ejemplo, la resistencia del aire o la resistencia del agua, la energía mecánica no se conserva?
 - ¿Por qué es importante presentar y comprender un principio, como el de la conservación de la energía mecánica, si en casi el cien por ciento de los casos este principio no se cumplirá?
 - ¿Por qué el avance de la ciencia se sustenta en un conjunto de leyes o principios, tomando en cuenta situaciones ideales o abstracciones, expresadas mediante ecuaciones matemáticas precisas?
- III. Verifica tus resultados con una pareja para analizar tus aciertos y errores. Corrijan si es necesario.



Logro ir **más allá**



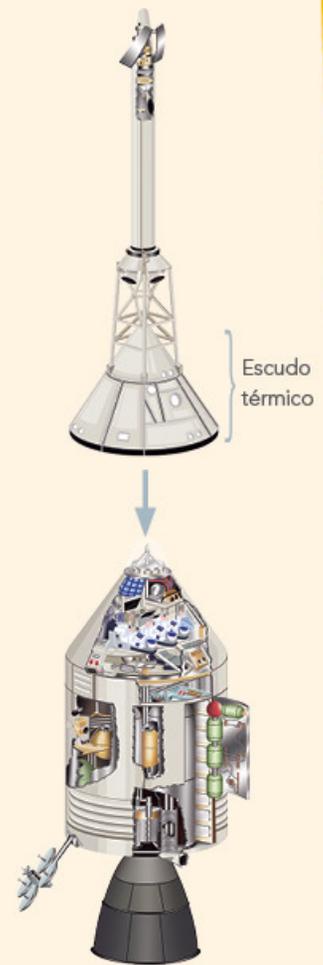
Analizo por qué los módulos lunares del programa Apolo requerían de un escudo térmico para su ingreso a la Tierra.

1. ¡Imagínense poder pisar la Luna! El programa Apolo de la NASA, desarrollado en las décadas de los sesenta y setenta del siglo pasado en los Estados Unidos de América, permitió que por primera y única vez los astronautas caminaran sobre nuestro satélite.
 - ¿En qué consistió el programa Apolo?
2. Determinen a qué altura sobre la superficie de la Tierra la gravedad de ésta ya no influye significativamente en la nave espacial.
3. Estimen el trabajo mecánico que se tiene que realizar para levantar la nave a esa altura.
 - Una vez que abandonaban la influencia gravitacional de la Tierra, ¿la energía cinética que alcanzaban las naves era suficiente para llegar a la Luna? Sustenten su respuesta.
 - ¿En el espacio es necesario hacer trabajo para conservar la velocidad constante?
4. Observen el esquema del módulo lunar:
 - ¿Para qué servía el escudo térmico? Compartan sus resultados con otros equipos.



► Respondan en grupo las siguientes preguntas:

- Cuando la nave estaba lejos de la influencia de la gravedad de la Tierra, ¿tenía energía potencial?
- Cuando una nave espacial entra a la influencia gravitacional de la Luna, ¿tiene energía potencial? ¿Por qué?
- ¿En el regreso a la Tierra, una vez entrando el módulo lunar de las naves *Apolo* a la atmósfera y hasta su entrada al agua del océano, se conservó su energía mecánica? Expliquen.



Esquema que muestra las partes del módulo lunar, entre ellas el escudo térmico.

¿Los planetas caen?

Mi intención [...] es demostrar que la máquina celestial puede compararse no a un organismo divino sino más bien a un engranaje de relojería [...] Puesto que casi todos los múltiples movimientos son ejecutados por medio de una única fuerza magnética muy simple, como el caso de un reloj en el cual todos los movimientos son producidos por un simple peso.

JOHANNES KEPLER

GLOSARIO

Heliocéntrico. Con el Sol en el centro, los planetas giran a su alrededor.

Geocéntrico. Con la Tierra en el centro.

Epíciclo. Círculo sobre otro círculo. Este modelo geométrico fue ideado por los antiguos griegos para explicar las variaciones en la velocidad y la dirección del movimiento aparente de la Luna, el Sol y los planetas.

Desde tiempos remotos, los seres humanos se preguntaron: ¿por qué no se cae la Luna?, ¿por qué se mueven los planetas con respecto a las estrellas fijas? y, ¿qué nos mantiene "anclados" sobre la superficie de la Tierra? Los pensadores y filósofos griegos construyeron modelos matemáticos para intentar responder a éstas y muchas otras preguntas similares.

Pensaban que las leyes que regían el movimiento de los objetos en la Tierra eran distintas de las que regían el comportamiento de los astros del cielo.

En lo que respecta al movimiento de los cuerpos celestes, Aristarco de Samos (310-230 a.n.e.) propuso un modelo **heliocéntrico** para explicar el movimiento de los planetas, cuyo fundamento consiste en fijar al Sol como el centro del Universo y los planetas en movimiento alrededor de él. Siglos más tarde, Nicolás Copérnico (1473-1543) retomaría este modelo suponiendo que los planetas describen órbitas circulares en torno al Sol.

Otro modelo para explicar el movimiento de los planetas que se conocía en la Antigüedad se basaba en las ideas de Aristóteles (384-322 a.n.e.) y fue presentado por Ptolomeo en el siglo II: proponía a la Tierra como el centro del Universo y al Sol, los planetas y la Luna moviéndose dentro de esferas perfectas centradas en nuestro planeta, algo que parecía razonable pensar, a partir de las observaciones realizadas. **16**



16 Compara los modelos heliocéntrico de Copérnico (izquierda) y **geocéntrico** de Ptolomeo (derecha). Nota que en ambos, la trayectoria de los planetas no es completamente circular, se mueven sobre **epícloles**. En el modelo de Copérnico son de amplitud mucho menor a los de Ptolomeo, y en muchos casos prácticos se pueden ignorar si no se requiere mucha precisión. ¿A qué se deberá esto, acaso la órbita de los planetas en su movimiento alrededor del Sol no es circular?



El modelo de Ptolomeo era complejo, postulaba que los planetas se movían en epiciclos, algo así como círculos centrados en otros círculos y éstos a su vez centrados en la Tierra. No obstante, con este modelo se podían hacer predicciones que se ajustaban con buena precisión a las observaciones.

Este modelo geocéntrico fue adoptado por la Iglesia Católica Romana, sin embargo, ésta permitió usar el modelo heliocéntrico para hacer cálculos astronómicos siempre y cuando se aceptara que se trataba de un cambio en el sistema de referencia o sistema coordinado, pero se rechazó la hipótesis de que la Tierra girara alrededor del Sol.

Pero la filosofía imperante afirmaba que el centro del Universo era nuestro planeta, y desafiar esta idea significaba enfrentarse a la propia Iglesia con todo lo que implicaba hacerlo en los siglos XV y XVI en Europa.

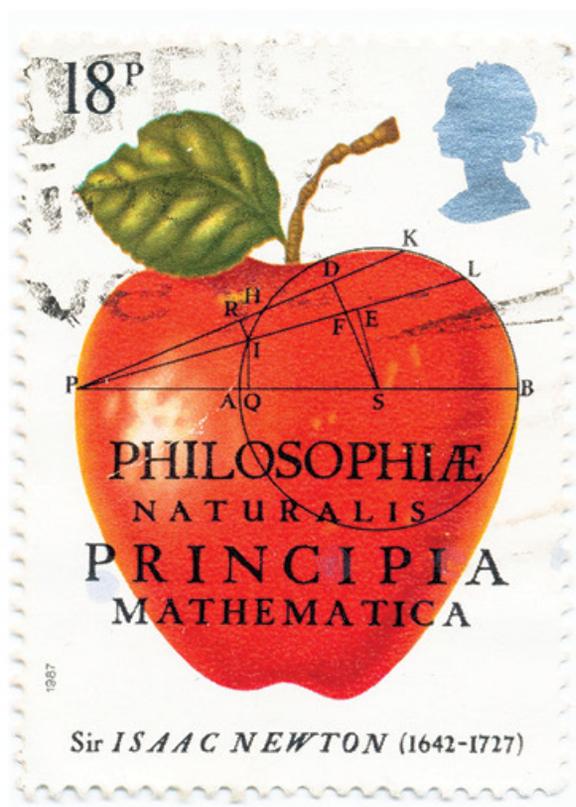
Algo muy importante en el modelo heliocéntrico de Copérnico era el supuesto de que el movimiento de un planeta estaba descrito como un movimiento circular uniforme.

Te preguntará, como lo hicieron algunos pensadores, ¿por qué los planetas tendrían que moverse como lo hacen, aunque la trayectoria no sea perfectamente circular? Esta cuestión inquietó la mente de un joven inglés, quien según cuenta la leyenda, al ver caer una manzana se preguntó si la Luna caía hacia la Tierra, y si era así, por qué no terminaba, como la manzana, estrellándose contra el suelo.

Leo +

Entérate por qué Galileo fue llevado a juicio y posteriormente desterrado debido a sus ideas sobre el movimiento de la Tierra, en:

Hawking, Stephen. (2004). *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la Física y la Astronomía.* "Galileo Galilei (1564-1642). Vida y obra." Barcelona: Crítica.



Lo increíble de este proceso de pensamiento **estriba** en que Isaac Newton identificó y unificó las causas del movimiento planetario con aquellas que corresponden a la caída libre de los cuerpos: la fuerza de gravedad, pero ¿cómo lo hizo? En realidad, más que en la caída de la manzana, Newton se basó en la tercera ley de Kepler, como lo veremos más adelante. **17**

GLOSARIO

Estriba. Se fundamenta o se apoya.

17 Timbre postal británico emitido en 1982 que conmemora los 300 años de la publicación de esta obra de Newton, quien después de descubrir la fuerza de gravedad, concluyó que ésta debe actuar entre todos los cuerpos que componen nuestro Universo. Con este concepto se puede explicar el movimiento de los planetas y la caída de los cuerpos que están cerca de la superficie de la Tierra.



Exploro

Infiero cómo actúa la gravedad sobre la superficie de la Tierra.

1. Busca, en pareja, algún objeto sólido que puedan dejar caer, junto con una hoja de papel. Registren sus observaciones.
 - a. Dejen caer la hoja de papel y el objeto al mismo tiempo y desde la misma altura. Observen cuál de ellos toca primero el suelo.
 - b. Enseguida realicen la experiencia anterior, sólo que, en esta ocasión, arruguen y compacten perfectamente bien la hoja de papel, ¿cuál de los dos objetos toca primero el suelo?
 - c. Repitan el procedimiento las veces que necesiten. Fíjense muy bien si existe una clara diferencia entre los tiempos de caída al suelo de cada objeto.

2. Piensen y expliquen:
 - ¿Qué es lo que hace que los cuerpos caigan? Argumenten su respuesta en términos de alguna fuerza, recuerden que las fuerzas son los agentes que producen los cambios de velocidad o que producen una aceleración.
 - ¿Detectaron diferencias en los tiempos de caída de los dos cuerpos en cada experiencia? Sustenten.

3. Lean, infieran y argumenten en cada caso:
 - ▶ En la actualidad se cuenta con tecnología para poder hacer vacío dentro de tubos de vidrio, es decir, se puede extraer casi por completo el aire de un tubo de vidrio creando una cámara de vacío.
 - Si dentro de un tubo en el que se hace vacío se dejan caer la hoja de papel extendida y el otro objeto desde la misma altura, al mismo instante, ¿cuál de estos objetos tocaría primero el suelo? ¿Por qué? Argumenten su respuesta.
 - ¿Qué pasaría si dentro del tubo de vacío se dejan caer desde la misma altura, al mismo instante, la hoja de papel arrugada y el otro objeto?

-  • ¿La fuerza causante de la caída de los cuerpos, produce una aceleración distinta sobre los objetos, en cuanto al tipo de objeto del que se trate?, dicho de otro modo, ¿los cambios de velocidad de los cuerpos en caída dependen, en este caso, del papel y del material de que esté hecho el objeto?
 - ▶ Comparen sus respuestas con las de otras parejas del grupo y determinen si es necesario corregirlas. Expongan y aclaren sus dudas, recuerden guardar, cada uno, sus resultados en su Itacate de evidencias.



La caída libre de los cuerpos y el movimiento de los planetas

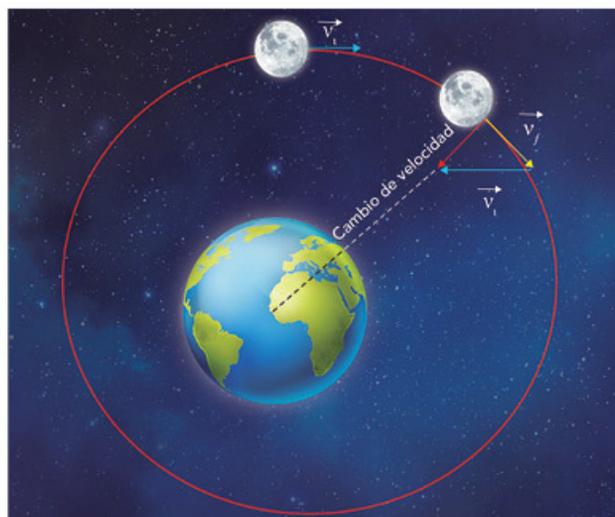
En la lección anterior se estableció que la fuerza que llamamos peso produce sobre los cuerpos que se encuentran cerca de la superficie de la Tierra una aceleración constante $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, así que, al hablar de la caída libre, nos referiremos por el momento a un movimiento rectilíneo vertical de un cuerpo al que no se le imprime ninguna velocidad inicial y que acelera de manera constante como consecuencia de su peso. ¿Qué tipo de trayectoria realiza la Luna alrededor de la Tierra? ¿Por qué la Luna experimenta aceleración?

Ahora veamos la figura 18 que ilustra el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra. Consideremos a la Tierra fija y a la Luna moviéndose en una trayectoria casi circular en torno a ella. Todo objeto en movimiento tiene una velocidad, si la trayectoria que describe un cuerpo es curva, la velocidad cambiará de dirección y sentido a cada instante. En la figura se muestra a la Luna en dos posiciones distintas: en la parte superior con velocidad inicial v_i y en una posición posterior con velocidad v_f .

Aunque las magnitudes de estas velocidades fuesen iguales, el hecho de que la velocidad cambie de dirección ya implica una aceleración. Se puede demostrar con argumentos geométricos que el cambio de velocidad como vector se dirige hacia el centro de la trayectoria circular, es decir, en este caso, hacia el centro de la Tierra. Por lo tanto, si consideramos la duración de este cambio, estaríamos hablando de una aceleración que se dirige hacia el centro de la trayectoria y, en consecuencia, por la segunda ley de Newton, de una fuerza sobre la Luna dirigida hacia el centro de la Tierra.

Bien, ahora analicemos la pregunta que se hizo Newton, ¿la Luna es atraída hacia la Tierra como ocurre con una manzana que se desprende de un árbol? Pensemos que sí, la cuestión aquí es, ¿por qué no choca con la Tierra?, ¿qué la detiene?, ¿por qué se mantiene en órbita aparentemente circular en torno a nuestro planeta?

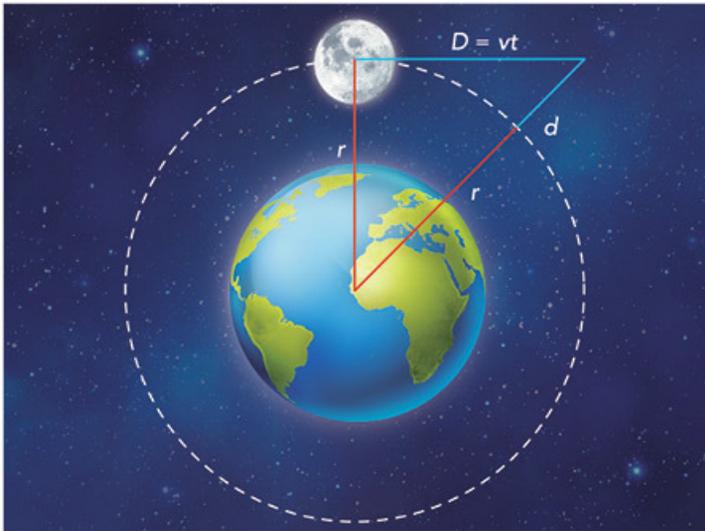
En la formación del Sistema Solar, Sol, planetas y satélites adquirieron cierta velocidad. Newton razonó que posiblemente la Luna fue atrapada por la fuerza de atracción de la Tierra, que a nosotros nos mantiene en el suelo y hace caer las cosas, pero para el caso de la Luna ésta jugaría el papel de una fuerza central o **centrípeta** y, en consecuencia, cambiaría la dirección y sentido de su velocidad.



18 La Tierra está un poco afuera del centro de la trayectoria que describe la Luna en torno a ésta. Considerando a la Tierra fija en el "centro" de una "trayectoria circular", aunque la velocidad de la Luna fuese constante en magnitud, necesariamente cambiarían su dirección y su sentido. El cambio de velocidad como vector se dirige hacia el centro de la trayectoria y, en consecuencia, existe una aceleración hacia el centro; aceleración centrípeta.

GLOSARIO

Centrípeta. Fuerza dirigida hacia el centro de una trayectoria circular.



19 Representación del sistema Tierra-Luna. Con respecto a la dirección horizontal, cuando la Luna se mueve por el arco de circunferencia, puesto un marco de referencia fijo en la Tierra, da la impresión de que la Luna ha caído una distancia d .

Newton calculó la magnitud de la aceleración en términos de esta distancia, d , y el tiempo, t , y llegó a la conclusión de que aumentaba directamente con el cuadrado de la magnitud de la velocidad y era inversamente proporcional al radio, r , de la órbita. Su razonamiento consistió en comparar este cálculo con otro similar obtenido de un experimento de caída libre, por ejemplo el de una manzana que cae una distancia d en el mismo tiempo t , como se muestra enseguida:

$$d = \frac{at^2}{2} \quad d = \frac{v^2t^2}{2r} \quad (1)$$

La ecuación de la izquierda corresponde a la caída libre de un cuerpo. Observa que esta distancia depende del cuadrado del tiempo, $t^2 = t \times t$, este término está multiplicado por la aceleración a y toda la expresión está dividida entre 2. Del lado derecho se tiene el cálculo de la supuesta caída d del satélite en un tiempo t , ésta también depende del cuadrado del tiempo, se multiplica por "algo" y todo también está dividido entre 2. Por comparación cabe suponer que ese "algo" v^2/r corresponde a una aceleración. Con esta idea podemos pensar que, ¿la Luna al moverse es como si cayera?

La semejanza en la forma de las ecuaciones puede llevarnos a pensar que de algún modo el movimiento orbital de la Luna en torno a la Tierra se relaciona con la caída libre de los cuerpos sobre la superficie de la propia Tierra.

Cabe mencionar que el conocimiento matemático de Newton jugó un papel fundamental en este descubrimiento, porque de tiempo atrás se sabía, o al menos se sospechaba, que para que un cuerpo se mantuviera en una trayectoria circular se requería de una fuerza centrípeta.

Robert Hooke, un gran científico inglés, enemigo de Newton, comentaba con otros científicos esta idea, pero jamás pudo expresarla matemáticamente, y por ello, no se le recuerda como a uno de los arquitectos de la gravitación.

Veamos la figura 19, pensemos que la Luna se ha movido en un tiempo t muy pequeño, en un pequeño arco de circunferencia centrado en la Tierra. Pero ¿cuánto se ha desviado la Luna de una dirección horizontal inicial? Aproximemos la longitud del arco por la distancia D , que es una buena aproximación para tiempos pequeños ya que la longitud de la trayectoria recorrida es pequeña. Si suponemos que la magnitud de la velocidad es constante entonces $D = vt$.

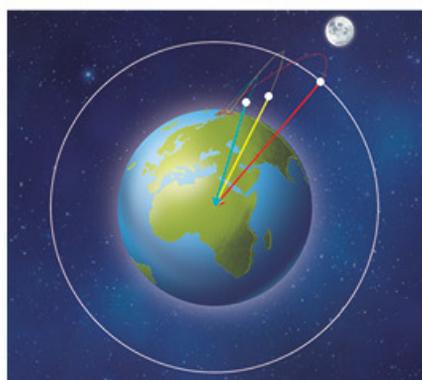
Con respecto a la dirección horizontal, podemos pensar que la Luna ha "caído" hacia el centro de la Tierra una distancia d .



Descubro y construyo

Descubro la similitud entre la caída de los cuerpos y el movimiento orbital de la Luna en torno a la Tierra.

1. Aplica, en equipo, tus conocimientos de matemáticas. Compáren las dos ecuaciones (1), ambas se refieren a la distancia que recorren los cuerpos al caer a la Tierra por la fuerza que ésta ejerce sobre ellos, atrayéndolos hacia su centro. Respondan:
 - ¿De qué depende la aceleración centrípeta que la Luna experimenta al ser atraída por la Tierra?
 - Si la velocidad con la que se movía la Luna cuando fue atrapada por la Tierra hubiera sido diferente, ¿qué te imaginas que hubiese ocurrido?
 - ¿También la distancia que hoy existe entre la Luna y la Tierra influyó para determinar el movimiento orbital de la Luna? ¿Por qué? Justifiquen su respuesta.
2. Observen la figura.



Supongan que disparan un proyectil desde la cima de una colina hacia la Luna en diferentes ángulos; debido al peso del proyectil (representado por flechas hacia el centro de la Tierra) éste caerá hacia su superficie, describiendo trayectorias curvas.

- ¿Qué pasaría si incrementaran cada vez más y más la velocidad a la que saldría disparado el proyectil?
- ¿El proyectil podría llegar a orbitar la Tierra? Argumenten su respuesta.



- ¿Puede considerarse semejante la trayectoria curva que describen los proyectiles lanzados horizontalmente sobre la superficie de la Tierra, con la órbita que describe la Luna en torno a la misma? ¿Por qué?
 - ▶ Argumenten su respuesta con dos esquemas:
 - Uno de un proyectil que se lanza sobre la superficie de la Tierra; con flechas indiquen hacia dónde actúa, así como su peso, velocidad horizontal y vertical que lleva.
 - El segundo debe representar la órbita que describe la Luna en torno a la Tierra; muestren cómo la atrae la Tierra y su velocidad.
 - Compartan sus esquemas con otros equipos y discutan por qué se detienen los proyectiles y no pueden alcanzar más de cierta altura.
 - ▶ Compartan sus respuestas en grupo, discutan sobre las diferencias y corrijan lo necesario. Conserven, cada uno, sus resultados en su Itacate de evidencias.

Valora las **habilidades** de cada miembro de tu equipo y juntos asignen roles a desempeñar.

Las leyes del movimiento planetario de Kepler

Antes que Newton, el astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler (1571-1630) se dio a la tarea de investigar cómo es en realidad el movimiento de los planetas de nuestro Sistema Solar. El modelo de Copérnico ya era aceptado por algunos científicos y, como lo mencionamos, podía usarse como un **artilugio** matemático para predecir la posición de los planetas conocidos hasta entonces, teniendo cuidado de no pretender adoptar el modelo desde un punto de vista filosófico, contrario a las enseñanzas de la Iglesia.

De esto era muy consciente Kepler ya que su propia madre fue objeto de persecuciones por parte de la Santa Inquisición, acusándola de herejía. Por ésta y otras razones viajó a Praga para reunirse con el enigmático astrónomo danés Tycho Brahe (1546-1601), quien tenía datos muy precisos de las posiciones de los planetas conocidos en la época, datos que según se dice tomó a simple vista sin utilizar un telescopio. Kepler soportó con sufrimiento el estilo de vida de Brahe, y fue hasta la muerte del peculiar personaje que retomó sus datos y notas.

Los primeros planetas del Sistema Solar: Mercurio, Venus y la Tierra encajaban bastante bien dentro de órbitas circulares, pero Marte no lo hacía. En vez de proponer correcciones a la órbita de Marte como lo hizo el propio Copérnico, defendiendo la belleza de la trayectoria circular con argumentos un tanto religiosos, Kepler actuó como el gran matemático que era, echando a un lado sus propias creencias religiosas.

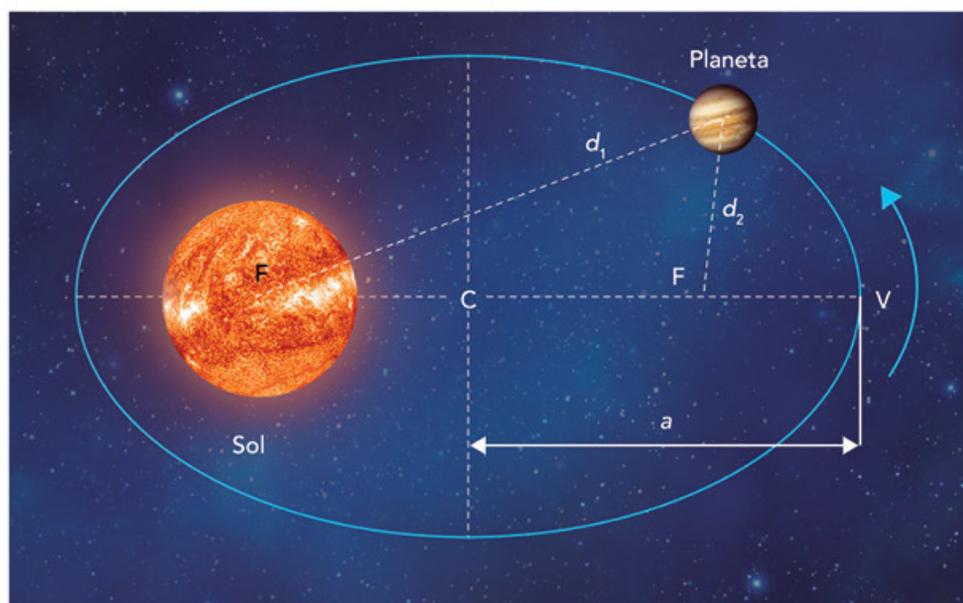
Probó con distintas curvas intentando ajustarlas a la órbita que señalaban los datos de Brahe, y en el año de 1609 descubrió que una **elipse** encajaba muy bien con la órbita de Marte, con el Sol ligeramente a un lado del centro. A la nueva posición del Sol la llamó foco, observa cómo se representa la órbita elíptica de Júpiter. 20

GLOSARIO

Artifugio. Engaño o artimaña para conseguir algo.

Elipse. Curva plana y cerrada con dos ejes de simetría, que resulta al cortar la superficie de un cono por un plano oblicuo.

20 La elipse es la curva que se genera cuando la suma de las distancias de cualquiera de sus puntos a los focos F ; $d_1 + d_2$ es la longitud del eje mayor de la elipse $2a$, donde a es la distancia del centro de la elipse C al vértice V , y corresponde a la mitad del eje mayor de la elipse. En este caso, Júpiter está ubicado sobre uno de los puntos de la elipse y el Sol se encuentra sobre uno de sus focos.





La primera ley de Kepler resume todo lo anterior: Los planetas del Sistema Solar se mueven sobre órbitas elípticas, con el Sol ubicado en uno de los focos de las elipses.

La segunda ley de Kepler es: El vector que conecta al Sol con un planeta "barre" áreas iguales en periodos de tiempo iguales. ²¹

La segunda ley de Kepler nos dice algo acerca de cómo varía la velocidad lateral de un planeta. Imaginemos por un momento que las áreas A_1 y A_2 corresponden a triángulos. Pues bien, sin ser muy precisos, podemos notar a partir de la figura, que la altura del triángulo de área A_1 es menor que la del triángulo de área A_2 , así que, para que se logre que estas áreas sean iguales, las bases de los triángulos deben ser diferentes, es decir, la distancia entre los puntos P_1 y P_2 es mayor que la distancia entre los puntos P'_1 y P'_2 .

Por otra parte, para lograr este resultado en un mismo intervalo de tiempo Δt , la velocidad del planeta cuando está más cerca del Sol debe ser mayor que la velocidad del planeta cuando está más lejos de él, ya que las distancias recorridas por los planetas son proporcionales a la velocidad y el tiempo.

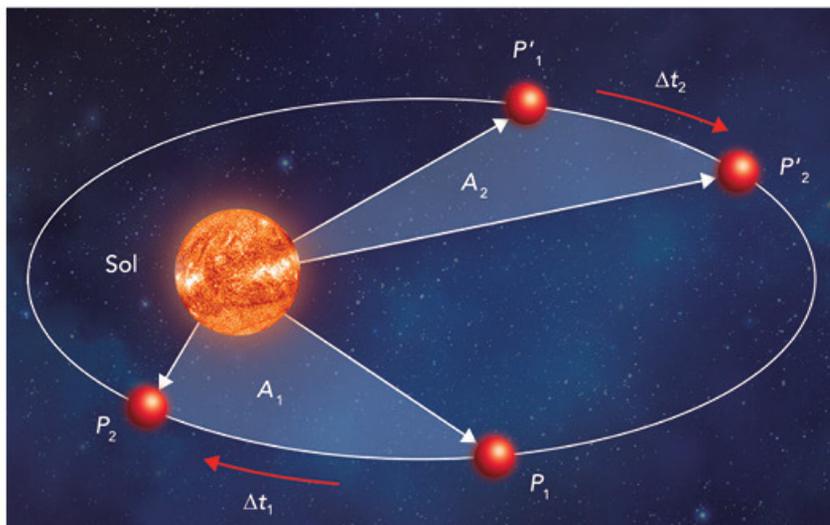
En 1618, nueve años más tarde, Kepler dio forma a su tercera y última ley. La tercera ley de Kepler dice: El cuadrado del periodo de un planeta es directamente proporcional al cubo del semieje mayor de su órbita.

El periodo es el tiempo que tarda un planeta en completar su órbita. Por ejemplo, para el caso del nuestro, su periodo es de 365.25 días, así es, lo que dura un año. Por cierto, cada 31 de diciembre festejamos con mucho entusiasmo que la Tierra casi haya completado una órbita elíptica en torno al Sol.

Volviendo a la definición de la tercera ley de Kepler, denotemos al periodo por T y a la longitud del semieje mayor de la elipse por a . La tercera ley toma la siguiente forma matemática de la que despejamos K :

$$T^2 = Ka^3 \quad \frac{T^2}{a^3} = K \quad (2)$$

K es la misma constante para todos los planetas del Sistema Solar.



²¹ Un planeta se mueve del punto P_1 al punto P_2 en un tiempo Δt . En este mismo tiempo el planeta se movería de los puntos P'_1 a P'_2 . Por lo tanto, las áreas barridas por el vector que conecta al Sol con el planeta son iguales $A_1 = A_2$.

GLOSARIO

Semieje mayor. En una elipse es la mitad del diámetro más largo y se denota por a .

Leo +

Conoce, mediante una reseña, el camino que recorrieron quienes desarrollaron el pensamiento científico-cosmológico, todo esto y mucho más en uno de los libros más fascinantes de la historia de la ciencia en:

Benítez, Luis. (2008) "Los sonámbulos: origen y desarrollo de la cosmología". Academia Mexicana de Ciencias, *Ciencia*, Vol. 59, Núm. 4, disponible en:

cmed.mx/FIS2013



Identifico la similitud de las leyes que rigen el movimiento de los cuerpos celestes con las que rigen el de la Tierra.

1. Reúnete, en equipo, para experimentar en el patio de la escuela.

Material

- Cuatro metros de cuerda rígida de 1 a 2 cm de diámetro o un mecate.
- Una faja para cargador (recomendable), o cinturón grueso.

Procedimiento

- a. Doblen la cuerda por la mitad y únanla por sus extremos con un nudo lo más fuerte que puedan.
- b. Dos o tres integrantes tomarán la cuerda desde el nudo, otro se introducirá al interior del lazo de la cuerda, y se la ajustará a la cintura de tal modo que ésta haga contacto con su cinturón, y caminará para tensar la cuerda a su alrededor.
- c. El grupo de estudiantes que detiene la cuerda están parados sobre un punto fijo, mientras los demás son observadores que registran lo que sucede, desde su punto de referencia.
- d. Quien traiga el cinturón correrá hacia el frente, mientras los dos o tres miembros del equipo, ubicados en un punto fijo, detendrán la cuerda desde el nudo y lo jalarán hacia sí.



Es importante que tenga puesto un cinturón grueso, para evitar que se lastime con la presión y el rozamiento de la cuerda que ocurrirá posteriormente.



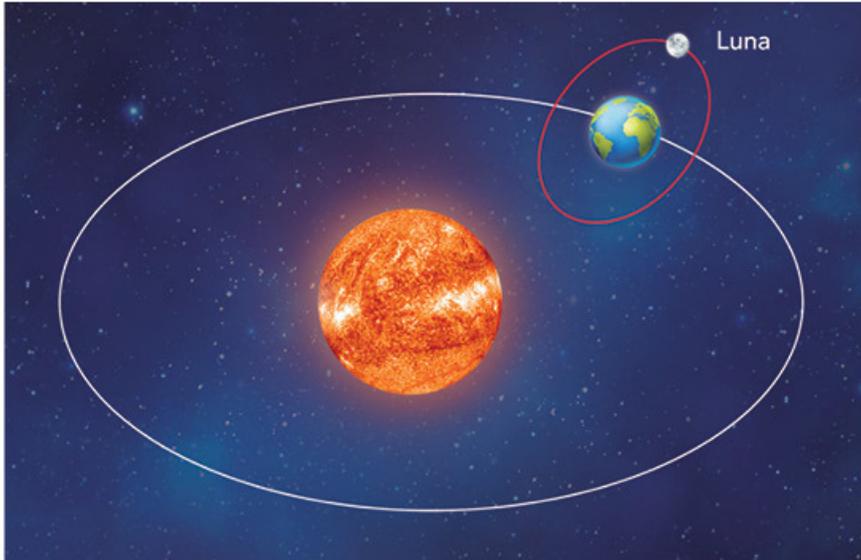
- e. El último miembro del equipo correrá hacia el alumno del cinturón y se sujetará a él, jalándolo hacia sí y soltándolo casi al instante.
- f. Mantengan la situación descrita en los pasos anteriores, d y e, por un minuto aproximadamente.
- g. Repitan la experiencia, sólo que esta vez soltarán la cuerda cuando haya transcurrido el minuto. Antes de hacerlo cuenten hasta tres, para que quien esté corriendo sepa que la cuerda va a ser soltada y se encuentre preparado para ello.

Registro de datos

2. Anoten todas sus observaciones.

Análisis de resultados

3. Imaginen que los miembros del equipo que tiraban de la cuerda representaban al Sol, el corredor con el cinturón a un planeta, y la persona que lo jalaba era, por ejemplo, una nave espacial.



4. Reflexionen y contesten por escrito:

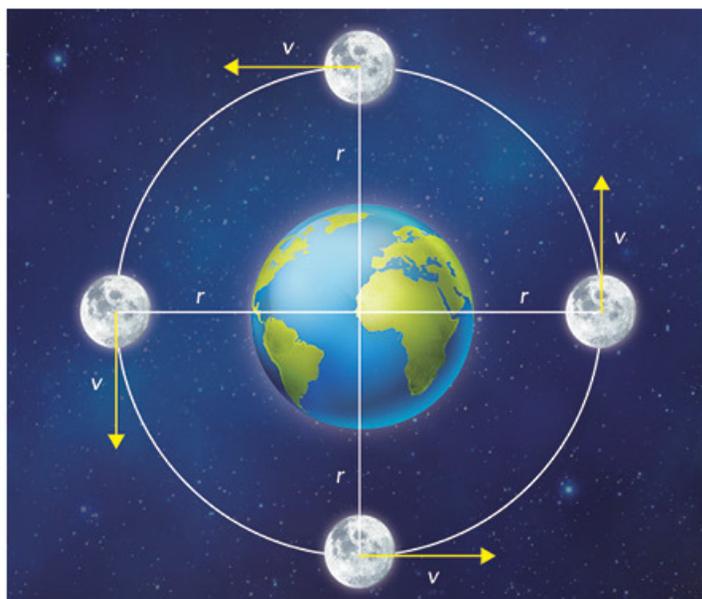
- ¿Qué trayectoria describió el corredor del cinturón con respecto al nudo de la cuerda?
- ¿Qué se necesita para que un planeta orbite al Sol?
- ¿Qué sucedió con el corredor cuando soltaron la cuerda?
- ¿Un planeta podría dar un impulso a una nave espacial?, ¿qué se requiere para ello?
- Si los planetas no fueran jalados por el Sol hacia sí, ¿qué les pasaría?
- ¿Los planetas también jalan al Sol? ¿Por qué?
- Desde la percepción de la persona que lleva el cinturón, ¿los estudiantes que sostienen la cuerda se mueven?, ¿qué trayectoria describirían?

5. Inferan lo que pasaría si se aumentara el tamaño de la cuerda al triple.



- ¿Qué fuerzas actuaron para que el estudiante del cinturón describiera esa trayectoria?
- ¿Podría pensarse que este estudiante que corría "caía" hacia quienes lo jalaban con la cuerda? ¿Por qué?
- ¿Cuánto se movieron los estudiantes que sostenían la cuerda? ¿Por qué se presenta este fenómeno?
- ▶ Revisen su Itacate de evidencias cada vez que lo requieran.

La ley de la gravitación universal de Newton



22 La Luna describiendo una órbita circular con centro en la Tierra. El vector de velocidad de la Luna v no cambia de tamaño o magnitud, pero necesariamente cambia en dirección y sentido. Puede considerarse a la circunferencia como un caso especial de elipse, para tal caso los dos focos coinciden en el centro y la longitud del semieje mayor es el mismo radio r . La Luna recorre distancias iguales en periodos de tiempo iguales.

Regresemos a la figura 18, página 67. La órbita de la Luna en torno a la Tierra es casi circular, diremos que es muy poco **excéntrica**, es decir, la Tierra apenas está movida del centro de una elipse, en uno de los focos.

Bien, supondremos que la Luna describe un movimiento circular uniforme alrededor de la Tierra con ésta fija en el centro. La magnitud de la velocidad de la Luna la podremos considerar constante, por la segunda ley de Kepler, el vector que conecta, en este caso, a la Tierra con la Luna "barre" áreas iguales en tiempos iguales; esta ley implica que la Luna debe recorrer distancias iguales en periodos de tiempo iguales. Así que la fuerza de atracción de la Tierra sobre la Luna sólo provocará un cambio en la dirección y el sentido de su velocidad. 22

GLOSARIO

Excéntrico. Todo aquello que está fuera del centro o posee un centro diferente al observado.

Ahora, si suponemos que la trayectoria es circular, la Luna experimenta una aceleración centrípeta, dada por la ecuación (1). Por lo tanto, la aceleración centrípeta es:

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Por la segunda ley de Newton, si la aceleración la multiplicamos por la masa de la Luna m_L obtendremos la magnitud de la fuerza centrípeta F_C :

$$F_C = m_L \frac{v^2}{r} \quad (3)$$

Utilizo las TIC

1. Experimenta con las leyes de Kepler en: cmed.mx/FIS2014
2. Practica tu inglés para que puedas interactuar con estas animaciones en: cmed.mx/FIS2015

Al combinar las ecuaciones (2) y (3), es decir la tercera ley de Kepler y la segunda ley del propio Newton, se puede llegar a la conclusión de que la fuerza centrípeta es directamente proporcional a la masa de la Luna, es decir: si la masa de la Luna fuera la doble de la real dicha fuerza aumentaría al doble. Pero, lo más notable es que la fuerza centrípeta es inversamente proporcional al cuadrado del radio de la órbita, es decir si el radio aumenta al doble, la fuerza disminuye a la cuarta parte, ya que $2 \times 2 = 4$.



A manera de resumen se puede enunciar que la fuerza centrípeta, que es la que ejerce la Tierra sobre la Luna, es directamente proporcional a la masa de la Luna e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa a los centros de la Luna y la Tierra.

Si el mismo análisis que hemos hecho lo hiciéramos de nueva cuenta con el marco de referencia puesto en la Luna, veríamos a la Tierra orbitando a la Luna y la fuerza centrípeta sería directamente proporcional a la masa de la Tierra e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa a sus centros.

También debemos tener presente que, al interactuar la Tierra y la Luna, ambas se atraen entre sí, a esta interacción la llamaremos desde ahora interacción gravitacional, y que depende de las masas de los cuerpos que interactúan y de la distancia que las separa.

Como cualquier interacción, ésta se manifiesta con un par de fuerzas acción-reacción, cuyas magnitudes deben ser iguales, deben estar en la misma dirección y sólo diferir en sentido. La única manera de satisfacer estas condiciones es proponer que, en general, la magnitud de cada una de las fuerzas asociadas a la interacción gravitacional sea proporcional al producto de las masas de los cuerpos que interactúan, en este caso la masa de la Tierra y de la Luna, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa a sus centros, como se establece matemáticamente en la siguiente ecuación:

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \quad (4)$$

Finalmente, ¿por qué es así la situación? Newton evadió la respuesta, su ecuación (4) funcionaba para predecir y describir los movimientos de los cuerpos celestes y concluyó correctamente que las leyes físicas, que se aplican a los cuerpos celestes, también aplican para los cuerpos que están cerca de la superficie de la Tierra. Habría que esperar algunos siglos más para tener respuesta al enigma de la gravitación.

Newton propuso la ecuación (4) no sólo para nuestro sistema Tierra-Luna idealizado, sino como una ley de la gravitación universal:

La materia atrae a la materia, la fuerza de atracción entre dos cuerpos es directamente proporcional al producto de sus masas m_1 y m_2 y respectivamente, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa r^2 , en cualquier lugar del Universo.

G es una nueva constante de proporcionalidad y tiene un valor de:

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$$

Con la ecuación (4) Newton demostró las tres leyes de Kepler y Edmund Halley la utilizó para predecir cuándo aparecería de nuevo el cometa que ahora lleva su nombre, y que pasó cerca de la Tierra en 1986.

Leo +

A lo largo de la historia grandes científicos se han preguntado sobre las leyes naturales que rigen el Universo. Entérate en:

Sagan, Carl. (1980). *Cosmos: un viaje personal*. "La armonía de los mundos". EUA: KCTE, disponible en:

cmed.mx/FIS2137

Utilizo las TIC

Atrévete a describir áreas iguales en tiempos iguales, en:

cmed.mx/FIS2016



Recapitula

1. Los planetas del Sistema Solar se mueven en órbitas elípticas alrededor del Sol, con éste ubicado en uno de los focos de las elipses.
2. El vector que conecta a un planeta con el Sol "barre" áreas iguales en periodos de tiempo iguales. En conclusión, un planeta va más rápido cuando está más cerca del Sol que cuando está lejos de él.
3. La magnitud de la fuerza que proviene de una interacción gravitacional es directamente proporcional al producto de las masas que intervienen en la interacción e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.
4. El cuadrado del periodo de un planeta (tiempo que tarda el planeta en darle una vuelta al Sol) es directamente proporcional al cubo del semieje mayor de su trayectoria elíptica.

Evalúo mi aprendizaje



Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Responde:
 1. Existe alguna posibilidad de que la fuerza de interacción gravitacional sea repulsiva. Explica.
 2. La segunda ley de Kepler permite concluir que el planeta necesariamente debe tener cambios en su velocidad lateral, ¿por qué?
 3. En otros sistemas planetarios, ¿se cumplirán las leyes que rigen el comportamiento de la gravedad aquí en la Tierra?
 4. Si nuestro año es de 365.25 días y aproximadamente la longitud del semieje mayor de la órbita de nuestro planeta en torno al Sol es de 150 millones de kilómetros, ¿es posible calcular el valor de la constante de Kepler? ¿Por qué? Estima o calcula su valor.
 5. Investiga. Si la trayectoria de la Tierra en torno al Sol es una elipse muy poco excéntrica, es decir, dicha trayectoria es casi circular, ¿a qué se debe que tengamos cuatro estaciones en el año?
 6. Calcula o estima con la ecuación 8 la fuerza de atracción gravitacional entre dos personas de 60 kg separadas a 1 m de distancia, ¿es perceptible esta atracción? Argumenta tu respuesta.
 7. Un planeta que orbita al Sol, ¿está cayendo hacia él? ¿Por qué?
 8. ¿Qué pasaría con los planetas del Sistema Solar si de repente el Sol dejase de atraerlos hacia sí?
 9. Las fuerzas que se asocian a los efectos de la inercia, por ejemplo, el clásico irse de frente hacia el parabrisas cuando el auto en el que te transportas frena repentinamente, en algún sentido, ¿pueden ser comparadas a las fuerzas de interacción gravitacional? ¿Por qué?
- II. Lee nuevamente el epígrafe y reflexiona sobre esta explicación:

Kepler menciona que el conocimiento científico se obtiene a partir de evidencias experimentales o teóricas. Al decir que la máquina celestial no es comparable a un organismo divino, se refiere a que el conocimiento científico no está sujeto a nuestros caprichos o prejuicios.

 - Tú, ¿qué piensas?

A partir de la evidencia experimental, Kepler dedujo que las órbitas de los planetas no son circulares y también intuyó que el mismo tipo de fuerza asociada al movimiento de un peso puesto en un péndulo, opera de igual manera para hacer funcionar el Sistema Solar.

 - Expliquen en grupo por qué Kepler afirmaba esto.
- III. Evalúa tus respuestas con una pareja y realiza los ajustes necesarios. Valora lo que has aprendido en esta lección.

Logro ir **más allá**



Investigo y explico cómo se pone en órbita un satélite artificial.

1. Respondan con base en fuentes confiables y cítelas en cada respuesta:

- ¿Qué es un satélite artificial?
- ¿Cuáles son algunos de sus usos prácticos?
- ¿Qué tipo de órbitas describen los satélites artificiales con respecto a la Tierra?
- Un satélite artificial, una vez puesto en órbita, ¿necesita de más energía para mantenerse en órbita? ¿Por qué?
- ¿Para qué sirven los satélites artificiales?
- ¿Qué es una órbita geoestacionaria?
- ¿De qué dependen la velocidad y periodo del satélite?
- ¿Cuál es la función de los paneles solares del satélite?



- ¿En qué se gasta la mayoría del combustible que se le pone a un satélite para que alcance su órbita?
- ¿La masa del satélite tiene algo que ver en su periodo orbital y la velocidad que alcanza? Justifiquen su respuesta
- ¿A qué alturas se colocan los satélites para que se mantengan en órbita?
- Pongan a prueba su creatividad, diseñen un timbre postal que contenga la información que más les haya interesado de esta lección. Compártanlo en el periódico mural.



L7

¿Cómo son nuestros vecinos espaciales?

Hypotheses non fingo
ISAAC NEWTON



23 Ecuación de la ley de la gravitación universal de Newton, página 75. Aunque el físico inglés planteó esta ley del inverso del cuadrado de la distancia y proporcionalidad de las masas, no respondió a los cuestionamientos acerca de las causas de la gravitación.

Como aprendiste en la lección anterior, Isaac Newton puso en evidencia el carácter universal de la gravitación, 23 porque antes hubo pensadores y científicos que relacionaban la caída de los cuerpos con la gravedad.

Para nosotros es relativamente fácil reconocer una interacción cuando a escala macroscópica hay algún tipo de contacto: un empujón, un choque, etcétera. Sin embargo, no ha sido fácil reconocer una interacción a distancia. La representación mostrada en la actividad Exploro resulta útil para comprender cómo sucede la interacción a distancia en los cuerpos del Sistema Solar y de todo el Universo.



Exploro

Describo un modelo para comprender la interacción gravitacional en el Sistema Solar.

GLOSARIO

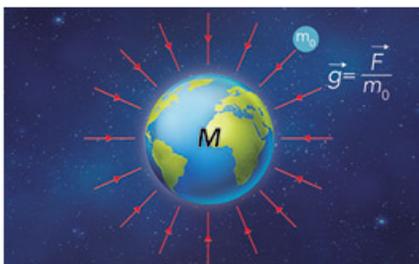
Campo de fuerzas. Es una deformación del espacio producido por la fuerza que ejerce un cuerpo de masa m o una carga eléctrica q , y se puede representar mediante vectores de fuerza.

Pensemos que cualquier masa M genera un **campo de fuerzas** en el espacio en que se encuentra inmersa, que, a su vez, se detecta con otra masa a la que llamaremos masa de prueba m_0 .

1. Analiza, en pareja, el modelo de la izquierda. ¿Hacia dónde se dirigen los vectores del campo de fuerza? Argumenten su respuesta.
2. Expliquen el texto del pie de la imagen con sus propias palabras.
3. Compartan su explicación con otras parejas.



- ▶ Aclaren entre ustedes todas sus dudas acerca de los conceptos de fuerza, masa, intensidad del campo, magnitud de una fuerza.
 - ¿Por medio de qué se detecta una interacción?
 - ¿Mediante qué se cuantifica la cantidad de materia de un cuerpo?
 - ¿En qué dirección y sentido actuaría un campo gravitacional?
- ▶ Presenten sus respuestas al grupo y elaboren un mapa conceptual.



Si en el **campo de fuerza**, es decir, en alguno de los puntos del espacio en que se encuentra la masa M que corresponde a cualquier planeta, se coloca una masa m_0 de una luna, por ejemplo, ésta "sentirá" una fuerza F . La **intensidad del campo** en ese punto será la magnitud de esta fuerza entre la magnitud de la masa de prueba; la dirección y sentido del campo serán aquellas que corresponden a la fuerza. Como hay un número enorme de puntos en el espacio, se trazan líneas que representan a un conjunto de vectores de fuerza que tienen la misma dirección y sentido.



La interacción gravitacional en el Sistema Solar

En la ciencia ficción, es común encontrarse a personajes con un "campo" o barrera que los protege de las amenazas del exterior. En el ámbito de la física, el campo de fuerzas se refiere a la zona de influencia en que dos cuerpos se atraen. En nuestro Sistema Solar, es muy evidente que la fuerza del Sol atrae a los planetas, pero éstos también se atraen entre sí junto con sus lunas y otros cuerpos como los cometas y asteroides. Nuestra estrella también está sujeta a una atracción de todos los cuerpos celestes que la rodean, pero su masa es tan grande que el campo de fuerzas que ejerce nos mantiene girando a su alrededor.

La magnitud del campo gravitacional estará dada por la magnitud de la fuerza F dividida entre la masa de prueba, como se muestra en la ecuación (2):

$$g = \frac{F}{m_0} \quad (2)$$

Al combinar las ecuaciones (1) y (2), sustituyendo como $m_1 = M$ y $m_2 = m_0$ obtenemos:

$$g = \frac{GMm_0}{r^2 m_0} = \frac{GM}{r^2}$$
$$g = \frac{GM}{r^2} \quad (3)$$

Por lo tanto, pensaremos desde ahora que una masa genera un campo gravitacional, y otra que ingrese en el campo interactuará a través de este campo con la masa que lo generó. Por otra parte, es interesante notar que las unidades del campo gravitacional son unidades de aceleración, aquella que experimenta un objeto cuando sobre él sólo se ejerce la fuerza de gravedad.



Descubro y construyo

Calculo el valor del campo gravitacional sobre la superficie de la Tierra e infiero algunos valores del campo sobre la superficie de otros cuerpos celestes.

1. Piensa y explica:

- ¿Por qué tienen la misma aceleración los objetos en caída libre cerca de la superficie de la Tierra?
- ¿Consideras que haya alguna diferencia entre el valor de la aceleración que experimenta un cuerpo que se deja caer a nivel del mar, con respecto a la de un objeto que se deja caer en lo alto de una montaña? ¿Por qué?



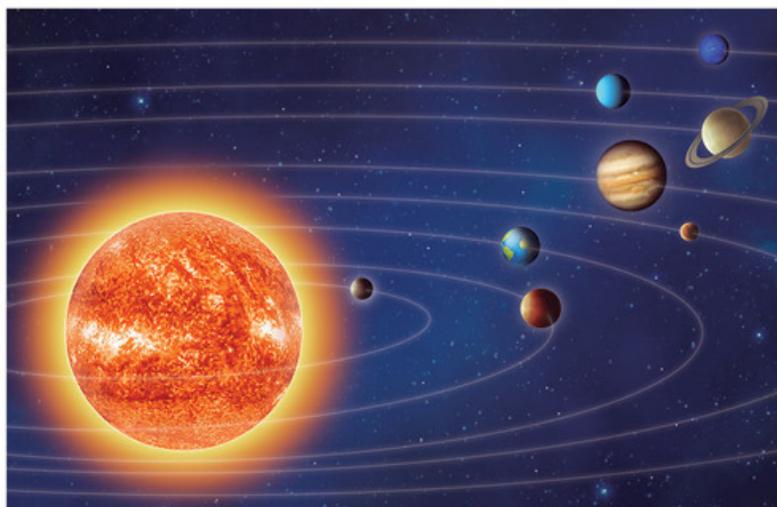
- La aceleración de los objetos en caída libre sobre la superficie de la Luna es de un sexto que la experimentada en la Tierra. ¿Podrías concluir de este hecho que la masa de la Luna es un sexto de la masa de la Tierra? ¿Por qué?
- Compara tus respuestas con las de otros integrantes del grupo y determina si es necesario corregirlas. Expón y aclara tus dudas.



La Luna se encuentra aproximadamente a 384400 km de la Tierra y su diámetro es de 3474 km. La aceleración de la gravedad sobre su superficie es de 1.62 m/s².

La gravedad y la formación del Sistema Solar

Se estima que nuestro hogar cósmico se formó hace unos 4 600 millones de años. Los acontecimientos a detalle todavía son objeto de investigación, pero los astrónomos han aportado ideas bastante razonables para describir y explicar cómo nace y funciona el Sistema Solar.



24 De izquierda a derecha: el Sol en uno de los focos de las órbitas elípticas de los planetas que orbitan en torno a éste: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

El Sistema Solar está compuesto por una estrella, el Sol, ocho planetas que lo orbitan, más o menos en un mismo plano siguiendo las leyes de Kepler; también por las lunas o satélites de los planetas; los asteroides, planetas enanos con sus lunas, e incluso algunos cometas que quedan atrapados en órbitas alrededor del Sol. 24

Las órbitas de los ocho planetas se hallan más o menos en el mismo plano. Además, todos ellos tienen para su órbita una constante de Kepler muy similar, prácticamente:

$$K \approx 1 \frac{(\text{año terrestre})^2}{(\text{unidad astronómica})^3}$$

Una unidad astronómica equivale a la distancia media entre la Tierra y el Sol, aproximadamente 150 millones de kilómetros.

Imaginemos que al comienzo de nuestro Sistema Solar, en un brazo espiral de una galaxia llamada Vía Láctea existía un escenario tormentoso de gas y polvo interestelar. Las galaxias, dicho *grosso modo*, son conglomerados de cientos de miles de millones de estrellas separadas por grandes distancias. 25

Utilizo las TIC

1. Explora el Sistema Solar a través de simulaciones 3D: cmed.mx/FIS2017
2. Diviértete con el juego de intercambio del Sistema Solar en: cmed.mx/FIS2018

25 Vista desde la Tierra con potentes telescopios, nuestra galaxia tiene una forma espiral, en uno de los brazos exteriores se ubica nuestro Sistema Solar.

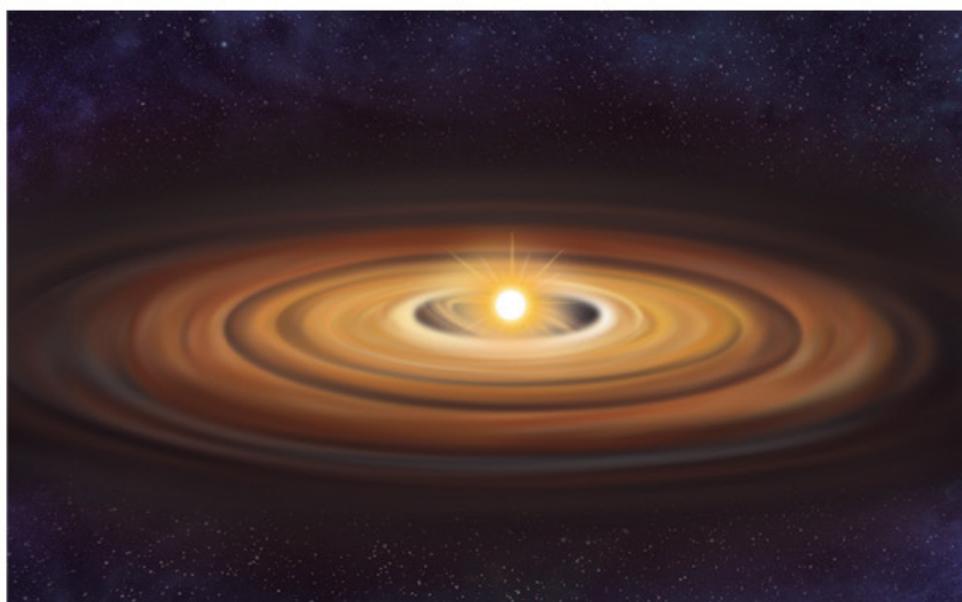




El polvo y el gas comenzaron a colapsar por efectos de su propio campo gravitacional. Este colapso pudo haberse favorecido gracias a la energía disipada por una explosión de una estrella gigante relativamente cercana.

A medida que colapsaba la materia del gas y el polvo del que se formó nuestro Sistema Solar, se generó una especie de nebulosa o nube presolar giratoria, que iba cada vez más rápido; cuando la materia se acumula más cerca del eje de rotación aumenta su velocidad, la situación es muy parecida a la de las patinadoras de hielo que cierran sus brazos para girar muy rápido y los extienden para lograr el efecto contrario.

Una gran cantidad de materia se acumuló hacia el centro de la nebulosa, generándose condiciones de alta concentración de gases, sobre todo de hidrógeno que era el elemento más abundante. A pesar de ello, había materia alejada del centro que no estaba distribuida homogéneamente y que al seguir girando, propició que se formara un disco. ²⁶



²⁶ En este tipo de nebulosas gran cantidad de materia se acumuló en el centro, alrededor de ella giraba materia en forma de discos, que más tarde daría origen a planetas y otros objetos celestes. Este fenómeno se ha podido observar en otras regiones del Universo.

La materia que se acumulaba al centro, paulatinamente creó las condiciones para que las partículas de hidrógeno comenzaran a fusionarse; de momento, basta con entender que se juntaron para formar partículas de **elementos químicos** más pesados como el helio.

Se tenía una **protoestrella** o casi una estrella y materia en discos orbitando alrededor de ella, estaba naciendo nuestro Sol.

Leo +

Atrévete a inspeccionar los maravillosos conocimientos que la Astronomía tiene para ti en:

Fierro, Julieta. (2002). *¿Cómo acercarse a la astronomía?* México: LIMUSA.

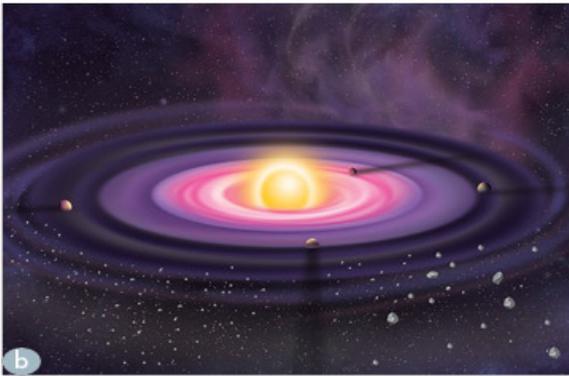
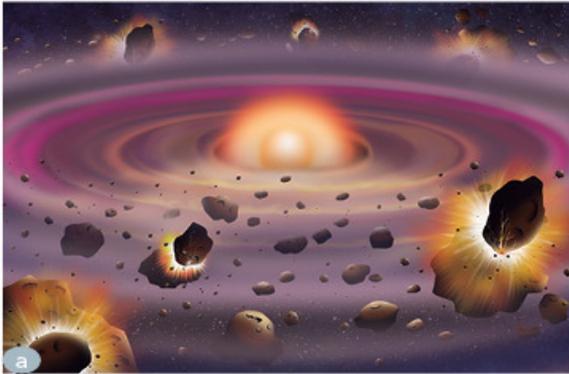
GLOSARIO

Elemento químico.

Sustancia que por más pruebas químicas que se realicen no puede separarse en una sustancia más simple. Un mismo elemento puede presentarse como sólido, líquido o gaseoso.

Protoestrella. Estrella en formación.

La formación de los planetas y otros objetos del Sistema Solar



27 a) En la región interna, pedazos de roca y metal chocaron entre sí y por fuerzas de fricción y electrostáticas se unían hasta formar estructuras llamadas **planetesimales**, de 800 y 1 600 metros de diámetro en promedio. b) Posteriormente, crecieron dando lugar a protoplanetas y planetas con forma casi esférica por los efectos de la gravedad.

Leo +

Grandes científicos han destacado en el campo de la astronomía, pero uno ha sido reconocido como un excelente divulgador. Descubre al astrofísico, cosmólogo y escritor estadounidense en uno de sus grandes trabajos:

Sagan, Carl. (1992). *Cosmos*. México: Planeta.

La protoestrella que era el Sol, sólo 100 000 años después de su formación, seguía engullendo materia hasta que la temperatura de su superficie era de 1000 °C, demasiado caliente, vaporizando todo lo que quedaba cerca, y llegó a concentrar el 99.85% de la materia de toda la nebulosa.

A ocho millones de kilómetros se encontraba la línea de solidificación, donde se formaron los planetas rocosos interiores, y mucho más lejos estuvo la línea de congelación donde se formarían los planetas gigantes gaseosos. 27

Los planetas externos se formaron de diferente manera: también fueron planetesimales, planetas de un diámetro pequeño, parecido a pedazos de roca, pero debido a las bajas temperaturas éstos, al atraer algunos gases, se congelaban creciendo y atrayendo más gas, para alcanzar tamaños muy superiores con respecto al que alcanzarían los planetas interiores.

Cincuenta millones de años después del punto cero, el Sol emergió como una estrella real y con él su viento solar expulsó materia a gran velocidad, así que en la zona de formación de los planetas interiores seguía reinando el caos.

Los cuatro planetas interiores ya casi se habían formado y entre Marte y Júpiter quedó un cinturón de asteroides, escombros que no pudieron formar un planeta por la enorme cantidad de colisiones a alta velocidad entre ellos y la ya muy importante influencia del campo gravitacional de Júpiter.

Por otra parte, se estima que Júpiter y los otros planetas gigantes gaseosos desviaban pedazos de hielo y roca que pasaban relativamente cerca de ellos, hacia fuera del Sistema Solar.

Más allá de la órbita de Neptuno, existe ahora una banda de trozos de roca e hielo, es el cinturón de Kuiper y se cree que los cometas de corto periodo provienen de esta región.

Posiblemente el Sistema Solar se habría formado en 80 millones de años, y a lo largo del tiempo hubo eventos que le dieron su forma actual. Por ejemplo, hay teorías o modelos que postulan grandes impactos colosales para explicar el origen de ciertos objetos celestes como nuestra Luna.



La teoría del gran impacto propone que la Tierra en algún tiempo estuvo acompañada de otro protoplaneta llamado Theia o Tea, que se movía en la misma órbita de la Tierra y cuando alcanzó una masa crítica, aproximadamente del tamaño de Marte, chocó lateralmente con la Tierra.

Este impacto desprendió gran parte de la corteza terrestre y destruyó por completo a Theia, se formó un disco de escombros y una parte de Theia se fusionó con la Tierra. En el disco de escombros hubo materia disponible que por efectos de la gravedad formó la Luna; esta teoría explica por qué la Luna tiene materiales que se encuentran en la Tierra.

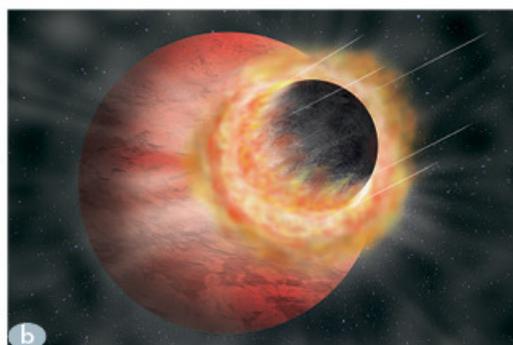
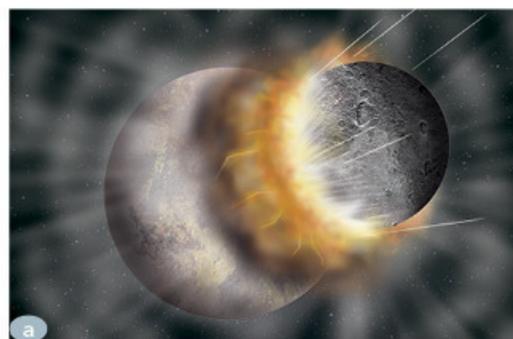
También se especula que las lunas de Marte, Fobos y Deimos, pudieron haberse formado de manera similar, es decir de la colisión de Marte con otro protoplaneta, ya que en algún momento estaban formados 20 protoplanetas en el Sistema Solar. ²⁸

 Descubro y construyo

Diseño un Sistema Solar a escala.

1. Debatan y repartan el trabajo para la construcción de una maqueta, con diferentes materiales o herramientas digitales, que represente a escala el Sistema Solar.
2. Coloquen cada planeta en su órbita, consideren el cinturón de asteroides. Respondan:
 - ¿Por qué a escala?
 - ¿Qué importancia tiene la escala para entender la interacción de los planetas con el campo gravitacional del Sol?
3. Describan su experiencia: materiales, procedimiento, hipótesis, para que otros lo reproduzcan.
4. Presenten los resultados de su investigación de manera llamativa y divertida.
5. Intercambien puntos de vista de su trabajo con otros equipos, tomen en cuenta que la escala es muy importante en una maqueta.

- ¿Sus maquetas sirvieron como modelos para resolver estas preguntas?
 - ¿Qué tamaño estimado tiene el Sistema Solar en unidades astronómicas?
 - ¿Por qué sólo se consideran ocho planetas, si es sabido que hay más en el Sistema Solar?
 - ¿A qué se debe que los planetas sean aproximadamente esféricos?
 - ¿Consideran que donde está el cinturón de asteroides se pudo haber formado otro planeta? ¿Por qué?
- Registren sus notas y conclusiones en su Itacate de evidencias. Elijan el mejor trabajo, evalúenlo e indiquen las razones para evaluarlo.



²⁸ Representaciones artísticas de a) la colisión entre Theia y la Tierra y b) Marte con algún protoplaneta. No obstante, las lunas de Marte también pudieron haber sido asteroides atrapados por su campo gravitacional.

Reconoce la creatividad artística de cada integrante del grupo, comparte tus emociones con ellos.



Recapitulo

1. El Sistema Solar se formó a partir de una nube de gas y polvo que fue colapsando sobre sí misma debido a su propia gravedad, hace aproximadamente 4 600 millones de años.
2. Cualquier masa genera en el espacio en que se encuentra inmersa un campo gravitacional que va decreciendo en intensidad con el cuadrado de la distancia. El concepto de campo gravitacional permite entender la interacción gravitacional a distancia a través de éste.
3. A partir de una nebulosa presolar, que rotaba a medida que colapsaba, se concentró la mayor cantidad de materia en el centro de un disco que pasaría a formar una protoestrella.
4. En el exterior del disco se formaron los planetas a partir de pequeñas rocas que se acumulaban por colisiones y fuerzas de fricción, formándose planetesimales, protoplanetas y planetas en forma.
5. La materia al centro se seguía colapsando, "devorando" materia hasta que se dieron las condiciones de presión y temperatura para que se formara el Sol como una estrella en forma.

Evalúo mi aprendizaje

Itacate

Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

I. Responde:

1. Explica en un diagrama cómo se formó el Sistema Solar.
2. En otros sistemas planetarios, ¿se cumplirán las leyes de Kepler? ¿Por qué?
3. ¿Qué puede precipitar a los cometas al interior del Sistema Solar?
4. ¿Qué planeta del Sistema Solar nos protege de muchos de los impactos con asteroides y cometas?, ¿a qué se debe?
5. Explica si es posible que el Sol "sienta" una atracción gravitatoria de algún planeta. ¿Cómo sería el campo de fuerzas?

II. Investiga:

La teoría de la gran colisión de la Tierra con Theia puede explicar por qué se formó nuestra Luna, muy importante para la vida en la Tierra. De los cuatro planetas rocosos interiores sólo la Tierra tiene una luna de tamaño considerable, comparada con las dos de Marte.

- ¿Por qué es poco probable que la Luna se haya formado igual que otros protoplanetas?

III. Lee nuevamente el epígrafe en latín *Hypotheses non fingo*, que significa no compongo una hipótesis, y reflexiona sobre:

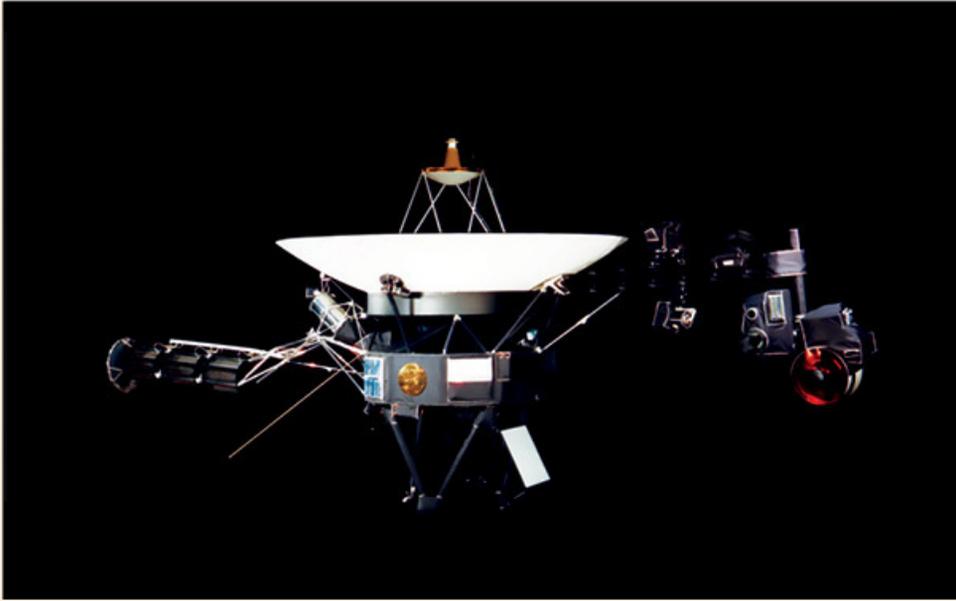
Newton no podía explicar por qué la interacción gravitacional se transmite a distancia. Se limitó a indicar que existía algo llamado gravedad que era producida por la materia, que la interacción dependía de las masas que interactuaban y la distancia que las separaba, dando una ecuación matemática precisa para calcular la fuerza asociada a la interacción.

Sin embargo, Newton hizo lo correcto al evitar especular, al decir que no componía hipótesis, a esto se refería, no porque no las hiciera al plantearse retos matemáticos y científicos. Por el momento se conformaba o se sentía satisfecho al saber cómo funcionaba su teoría para explicar los fenómenos gravitacionales, reconociendo que son éstos, algunos de los escultores de las teorías de nuestro Universo.

- En grupo, expresen su opinión acerca de especular sobre algún tema sin tener argumentos. Den un par de ejemplos.

IV. Compartan las respuestas y dialoguen acerca de las semejanzas y diferencias en los resultados obtenidos.

Logro ir **más allá**



Explico qué papel juegan las **sondas espaciales** en la investigación del Sistema Solar.

1. Investiguen lo siguiente, hagan un glosario de los términos nuevos y citen sus fuentes para responder:
 - ¿Por qué se utilizan sondas espaciales en vez de misiones con tripulación humana?
 - ¿Cómo se impulsan a través del espacio y cómo cambian sus órbitas?, ¿tienen algo que ver los campos gravitacionales planetarios? Expliquen.
 - Aproximadamente, ¿cuál podría llegar a ser el costo económico de una sonda espacial?
 - Desde los años sesenta del siglo pasado se han lanzado sondas espaciales para el estudio del Sistema Solar, ¿cuál fue la primera sonda y qué planeta estudió?
 2. Citen dos de los más importantes instrumentos que llevan consigo las sondas espaciales.
 3. Mencionen tres de las sondas espaciales que han sido lanzadas e indiquen los lugares que han explorado en el Sistema Solar.
-  • ¿Qué aspectos de un planeta estudia una sonda espacial?
- ¿Por qué los datos capturados por las sondas espaciales pueden darnos más conocimientos acerca de cómo se formó el Sistema Solar? Justifiquen su respuesta.
 - ¿Qué sondas espaciales se encuentran en activo hoy en día y cuánto tiempo más durarán?
- Compartan sus hallazgos con el grupo.

GLOSARIO

Sonda espacial.

Artefacto que se envía al espacio para recabar información acerca de cuerpos del Sistema Solar, tales como planetas, satélites, asteroides o cometas.



LB

¿El Universo es cambiante?

La mente es como un paracaídas... Sólo funciona si la tenemos abierta.

ALBERT EINSTEIN



29 ¿Cómo surgió todo?

Son pocas las ocasiones que tenemos para sentarnos en algún lugar despejado y tranquilo, mirar hacia las estrellas y preguntarnos por el origen de todo, 29 ¿cómo surgió el Universo?, ¿hubo en realidad un comienzo del espacio y el tiempo?, ¿de dónde surgió la gravedad que nos tiene fijados en la superficie del planeta y evita que salgamos disparados hacia el espacio?

Los cuestionamientos acerca del origen de la gravedad no son nuevos, recordemos que al mismo Newton se los plantearon en su momento y a los cuales no dio respuesta, pero sí planteó las leyes matemáticas que rigen su comportamiento.

Sin embargo, un alemán, Albert Einstein, se hizo éstos y otros cuestionamientos que finalmente le llevaron a reorganizar y ampliar conceptos de la física que desde siglos atrás no habían sido abordados y a proponer nuevas teorías que cambiarían radicalmente nuestra percepción del espacio y del tiempo.

Comencemos recordando el principio de Galileo, aquel que dice: si dejamos caer dos cuerpos desde la misma altura, al mismo tiempo, ambos tocarán el suelo al mismo instante, estrictamente en el vacío. La masa parece no tener nada que ver en el experimento, más aún, no importa de qué materiales se componen los objetos que se dejan caer, la gravedad los acelera exactamente igual.



En la Lección 3, estudiaste el concepto de inercia y su relación con la masa, página 38. La equivalencia entre lo que llamamos masa gravitacional y masa inercial nos da una explicación parcial del fenómeno; así es, razonemos: si un objeto tiene mayor masa que otro, el objeto de mayor masa será atraído con mayor intensidad hacia la superficie, pero por lo mismo presentará mayor resistencia a cambiar su estado de movimiento que el de menor masa, los dos efectos se contrarrestan perfectamente dando como resultado la misma aceleración para ambos.

Si la forma en la que actúa la gravedad no depende de la naturaleza de los cuerpos, Einstein se preguntó: ¿qué rodea a estos cuerpos cuando caen en el vacío? La respuesta es nada, sólo espacio y, ¿qué características se le pueden asociar al espacio?, sólo características geométricas, no hay más, la gravedad se debe relacionar de alguna manera con la geometría del espacio, en lo particular, con su curvatura.

Reflexiono sobre la posible equivalencia entre los efectos de la gravedad y la inercia.



1. Analiza, en pareja, la siguiente situación:

Viajan en autobús a velocidad constante y de repente éste frena bruscamente. Imaginen que están en reposo y al voltearse el autobús, éste queda en posición perfectamente vertical, pero en reposo, no cayendo, en ambos casos ¿qué sentirían?



Caso a



Caso b

2. Discutan la explicación

- ¿En realidad percibirían alguna diferencia? Expliquen.

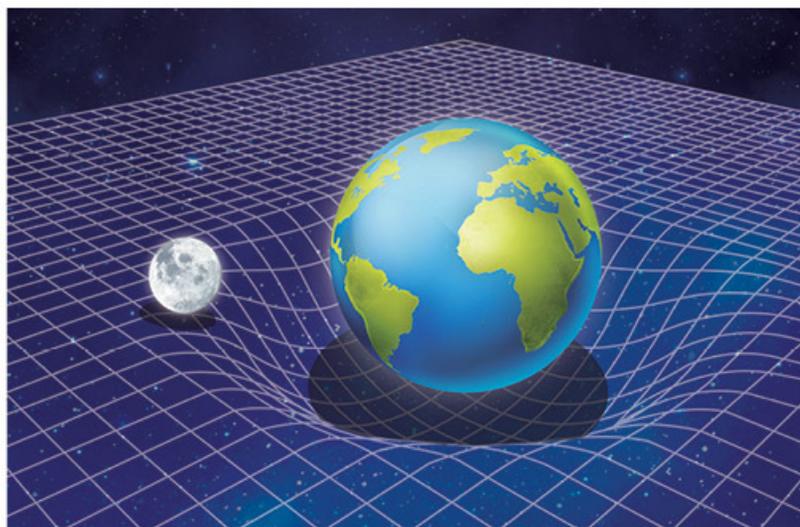
3. Aclaren todas sus dudas acerca de los conceptos: sistema de referencia, masa y aceleración.



- ▶ Si su sistema de referencia para describir ambos fenómenos está ubicado en el camión, respondan, reunidos con otras parejas:
 - ▶ En el **caso a**, noten que al frenar bruscamente cambia su velocidad.
 - ¿Por qué saldrían disparados hacia los asientos delanteros o hacia el parabrisas?
 - ▶ En el **caso b**, al quedar vertical el autobús, y en reposo:
 - ¿Por qué saldrían disparados hacia los asientos delanteros o hacia el parabrisas?
 - ▶ Dialoguen en grupo acerca de sus respuestas para ambos casos.

Relatividad general

Albert Einstein (1879-1955) en 1915 presentó su teoría general de la relatividad en la que dio solución a la equivalencia entre sistemas de referencia acelerados y los campos gravitacionales. Probó que tanto la materia como la energía curvan el espacio y que los objetos describen sus trayectorias sobre curvas que se llaman geodésicas, en este espacio curvo. 30



30 La Tierra curva el espacio y la Luna sigue una geodésica, que, vista desde nuestro planeta, corresponde a una elipse con la Tierra ubicada en uno de sus focos.

Einstein presentó sus resultados en un grupo de ecuaciones que reciben el nombre de ecuaciones de campo: describen con sorprendente precisión muchos fenómenos físicos relacionados con la gravedad a partir de variables asociadas a la curvatura del espacio y las fuentes que la provocan. Usando las ecuaciones de Einstein con cálculos muy complejos es posible explicar cómo se mueven los cuerpos celestes que abundan en nuestro Universo, más aún, Karl Schwarzschild trabajó con las ecuaciones de Einstein e hizo notar varios escenarios posibles. Uno de ellos tiene que ver con el nacimiento del propio Universo, en una gran explosión que se conoce como Big Bang. Otros científicos contribuyeron en el análisis de las ecuaciones y notaron que debería estar expandiéndose.

El mismo Einstein se dio cuenta de que su teoría predecía un Universo en expansión. No obstante, estaba en desacuerdo con esta idea y colocó en sus ecuaciones una "constante cosmológica" para que un Universo estacionario (sin cambios aparentes en largos periodos de tiempo) fuera posible. Sin embargo, el sacerdote y cosmólogo, George Lemaitre (1894-1966) revisó la teoría de Einstein y aceptó la expansión, más aún, propuso poner los acontecimientos en reversa para llegar a la conclusión de que en algún momento toda la materia y la energía del Universo tuvieron que haber estado concentradas en un punto, "el momento de la creación": el Big Bang.

 Descubro y construyo

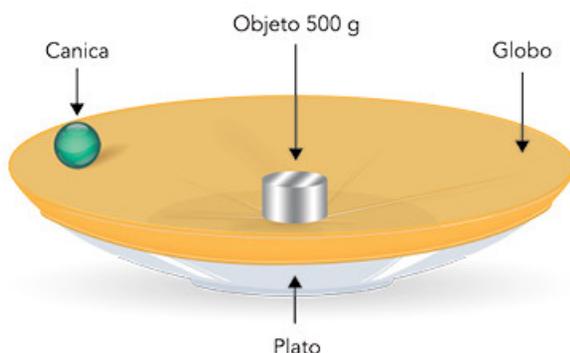
Describo qué trayectoria sigue una canica que se mueve por una superficie curva.

Material

- Un plato hondo.
- Una pesa o un objeto de medio kilo.
- Cinta adhesiva transparente y gruesa.
- Un globo grande.
- Una canica o balón.

Procedimiento

- a. Corten el globo y péguenlo sobre el plato de tal forma que el globo quede como tapa del plato, estirado, pero no demasiado para que no se rompa cuando se ponga sobre éste el peso de 500 g.
- b. Coloquen el peso de 500 g al centro del plato con el globo, de tal forma que el globo se curve.
- c. Pongan la canica por un extremo del plato (sobre el globo) y observen lo que ocurre con la canica.
- d. Repitan varias veces la experiencia, soltando la canica desde diferentes posiciones y a diferentes velocidades, empujando ligeramente la canica.



Registro de datos

1. Anoten sus observaciones.

Análisis de resultados

2. Imaginen que el objeto de 500 g representa a un objeto masivo, por ejemplo el Sol, y que el globo es el espacio.
 - ¿Qué hacen sobre el espacio el objeto de 500 g y la canica?
 - ¿Qué ocurriría si quitas el objeto de 500 g del centro y sólo colocas la canica en algún lugar sobre el globo?
 - ¿Existe alguna trayectoria estable para la canica moviéndose sobre el globo?, es decir, ¿existe aquella trayectoria que no lleve a la canica a chocar con el cuerpo que está en el centro?, ¿qué condiciones deben cumplirse para la canica?



- ¿Se parece mucho la situación a una interacción gravitacional entre la canica y la masa del centro? ¿Por qué?
- ¿Con qué asociarían a la gravedad? Expliquen.

El Universo se expande

Leo +

Conoce más acerca del origen del Universo y la creación del espacio-tiempo en:

Hawking, Stephen. (2018). *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*. Barcelona: Crítica.

En los años veinte del siglo pasado Edwin Hubble (1889-1956) descubrió que las galaxias del Universo visible se alejaban entre ellas y de nosotros, la única explicación razonable fue: el Universo se está expandiendo.

No había más, Einstein tuvo que reconocer que sus prejuicios lo habían llevado a cometer un error, al grado que dijo:

"La introducción de la constante cosmológica ha sido la peor metedura de pata de mi vida".

En la Lección 16 veremos que no fue del todo así. Hubble descubrió que las galaxias se alejan de nosotros gracias a un efecto que recibe el nombre de **efecto Doppler**. La luz que proviene de una galaxia o una estrella es captada por un telescopio, si en éste se coloca un prisma de vidrio, la luz se dispersará (se formará una especie de arcoíris) en colores característicos para la estrella o la galaxia al que se le llama **espectro**. **31a** Si bien estudiaremos la naturaleza de la luz en el Módulo 3, podemos adelantar que el color de la luz que emite una galaxia nos indica cuál es su longitud de onda, y si se aleja o se acerca.

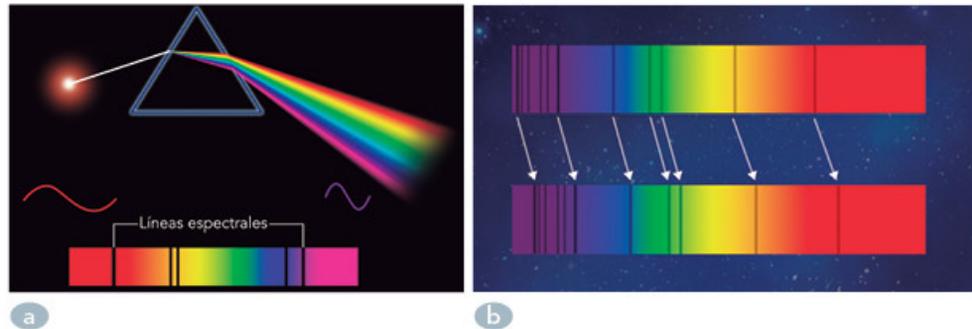
Hubble notó que estos "arcoíris" que encontró, al paso del tiempo se veían más rojos, lo que significa, según el efecto Doppler, que el objeto se aleja. Si por el contrario estos "arcoíris" hubiesen virado hacia el color azul, significaría que los objetos se acercan. **31b**

GLOSARIO

Efecto Doppler.

Cambio en la frecuencia de una onda cuando la fuente que la produce y la persona que la capta se alejan o se aproximan entre sí.

31 a) Espectro de luz y b) corrimiento al rojo de las líneas del espectro visible de una galaxia que se aleja de nosotros, arriba (antes), abajo (después).



El Big Bang

Basándonos únicamente en la teoría de la relatividad general de Einstein, podríamos pensar que el Universo en su conjunto se generó a partir de una singularidad: un punto con una gran densidad; toda la materia y la energía que ahora podemos percibir en el Universo surgieron de dicha singularidad, el Big Bang.

Más adelante, en nuestro curso, estudiarás con cierto detalle a las partículas que conforman el átomo y que, desde luego, al aparecer éstas, en los primeros instantes de la explosión, interactuaron entre sí a muy altas velocidades.

Utilizo las TIC

Analiza situaciones en las que se presenta el efecto Doppler en:

cmed.mx/FIS2019



Se piensa que, en el comienzo, en el momento de la explosión, el propio espacio fue creado y también el tiempo empezó a correr. Se piensa también que este sistema de partículas, que apenas era nuestro Universo, estaba muy caliente, a una temperatura colosalmente alta.

Como viste en el apartado anterior, el Universo se expande y desde el instante de la creación, a medida que se expandía, se iba enfriando. Un segundo después del Big Bang, la temperatura habría descendido alrededor de diez mil millones de grados. Eso representa unas mil veces la temperatura del centro de nuestro Sol. Alrededor de cien segundos después del Big Bang, la temperatura habría descendido a mil millones de grados, que es el equivalente en el interior de algunas de las estrellas más calientes.

A estas temperaturas algunas de las partículas iniciales ya se habrían combinado para formar hidrógeno pesado o deuterio, y también helio e hidrógeno simples. Tan sólo a unas horas después del Big Bang la producción de helio y de otros elementos se habría detenido. Después, durante el siguiente millón de años, más o menos, el Universo habría continuado expandiéndose, sin que ocurriese mucho más.

El Universo en su conjunto habría seguido expandiéndose y enfriándose, pero en regiones que tuvieran ligeramente más materia formada que la media, la expansión habría sido retardada por la atracción gravitatoria extra que habría detenido la expansión de algunas regiones, y habría provocado que comenzaran a colapsar de nuevo.

Debido a tirones gravitatorios, la materia que colapsa comienza a girar cada vez más rápido, como ya lo vimos para el caso del Sistema Solar, de esta manera nacieron las galaxias giratorias en forma de disco.

Respetar las creencias de los demás, pero discutir y debatir con tus pares desde una perspectiva científica, con evidencias, para refutar ideas y construir acuerdos.

 **Descubro y construyo**

Cuestiono otros modelos que explican el origen y la evolución del Universo.

1. Consideren, en equipo, las evidencias científicas y debatan sobre lo siguiente:

- ¿Habrá habido algo antes del Big Bang?
- ¿Qué desenlaces serían posibles para nuestro Universo?



- ¿Qué entienden por un Universo estacionario?
- ¿Sería posible que el Universo siga expandiéndose por siempre y que se siga enfriando?, ¿qué opinan? Argumenten su respuesta.
- ¿Es semejante la manera en que se forman las galaxias, a la manera en que se formó el Sistema Solar? Expliquen.
- ▶ Compartan sus respuestas con el grupo y elaboren una conclusión para que cada quien la guarde en su Itacate de evidencias.

Utilizo las TIC

Adéntrate en la relatividad general y conoce sus secretos mediante algunas de estas simulaciones:

cmed.mx/FIS2020



Recapitulo

1. La primera ley de Newton se cumple perfectamente bien en sistemas de referencia que se mueven con respecto a otros con velocidad constante. Por ejemplo, un libro en reposo en el asiento de un coche no se moverá, pero si el coche frena, es decir acelera, el libro se moverá como si se le hubiera aplicado una fuerza, a la que se le llama fuerza inercial.
2. Einstein demostró que los campos de fuerzas inerciales son equivalentes a los campos gravitacionales.
3. Los campos gravitacionales están asociados a efectos de curvatura del espacio; la materia y la energía curvan el espacio.
4. La teoría de la relatividad general predice un Universo en expansión y dos singularidades. Una de ellas es el Big Bang, el instante en el que el espacio, la materia y la energía surgieron y el tiempo comenzó a correr.
5. El espectro de las galaxias presenta un corrimiento hacia el rojo, ya que se están alejando de nosotros, lo que significa que el Universo se está expandiendo y sucede a gran velocidad.

Evalúo mi aprendizaje

Itacate

Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

I. Responde:

1. ¿A qué se debe la gravedad?
2. Es igualmente peligroso no llevar el cinturón de seguridad cuando viajas en auto que dejarse caer de lo alto de un edificio, ¿qué hay de similitud entre estos dos eventos? ¿Por qué?

II. Investiga la teoría del Big Crunch (gran contracción o gran implosión).

- ¿Por qué sería un destino probable para el fin de nuestro Universo?
- ¿Consideras que es posible que existan otros universos? ¿Por qué?
- ¿Qué pasaría con el espectro de las galaxias, detectado desde la Tierra, si el Universo fuese estacionario?
- ¿De qué color se verían las galaxias si se acercaran a nosotros?

III. Lee nuevamente el epígrafe y reflexiona sobre esta explicación:

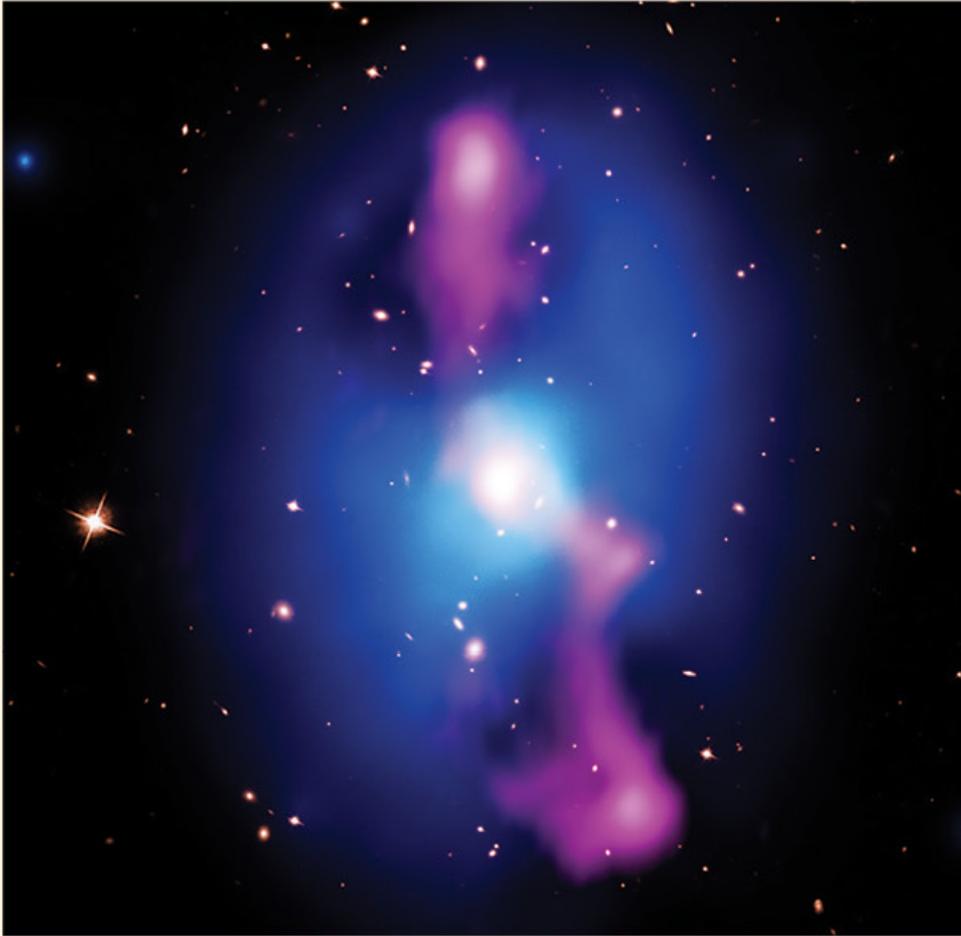
Einstein fue famoso por sus frases célebres. En este epígrafe simplemente nos dice que debemos de estar atentos a los pormenores de los acontecimientos que se nos presentan en nuestra vida cotidiana, ser escépticos ante todo, lo cual no significa ignorarlo.

Debemos analizar la evidencia científica y obtener conclusiones a partir de ella, sin que intervengan nuestros prejuicios, es decir, las cosas son como son, no como nos gustaría que fueran.

- ¿En ocasiones "fuerzas" las explicaciones para que se adapten a lo que tú crees que está bien? Argumenta tu respuesta.

IV. Comunica tu reflexión y tus respuestas a tus pares para enriquecer su evaluación.

Logro ir **más allá**



Cúmulos de galaxias. Son el resultado de la atracción entre sí de cientos o miles de galaxias. Su forma puede ser esférica o en espiral. Son gigantes cósmicos que pueden ayudarnos a comprender cómo evolucionó el Universo.

Investigo y explico por qué si las galaxias se atraen para formar cúmulos de galaxias, al mismo tiempo se alejan de nosotros.

1. Respondan con base en fuentes confiables y cítenlas en cada respuesta:
 - ¿Qué es una galaxia?
 - ¿Por qué las galaxias tenderían a atraerse y quizá llegar a fusionarse?
 - ¿Cuántos tipos de galaxias hay?
 - Principalmente, ¿a qué deben sus formas?
 - Nuestra galaxia, la Vía Láctea, ¿pertenece a algún cúmulo de galaxias?, ¿cuál es?
- Si nuestra galaxia pertenece a un cúmulo, ¿estaría acercándose a algunas otras galaxias? Expliquen en términos de deformación del espacio.
- Imaginen que se toman algunos espectros de estas galaxias vecinas y se observa un corrimiento al rojo, ¿qué significaría?
- ¿Qué es lo que está creciendo o expandiéndose realmente?

NOTA

Como ven, este es otro tema interesante que pueden transformar en un proyecto de trabajo colaborativo; revisen la página 262.

Reconoce tus emociones

Los epígrafes de astrónomos, filósofos, físicos y matemáticos están llenos de sabiduría; de aquellos que aparecen al inicio de cada lección, elige el que más te haya interesado y escríbelo aquí:

- ¿En qué otros ámbitos de la vida se pueden aplicar las ideas que te sugieren? Relátalo en un texto.
- ¿Cómo te afectan estas ideas?
- ¿Conoces algunas otras "ideas célebres" de éstos u otros autores? Compártelas.

Describe el epígrafe con tus propias ideas y emociones. Escríbelo y coméntalo con tus pares.

Busca ideas relacionadas con la física cuya autoría sea de mujeres.

La vida de los autores de cada epígrafe es fascinante, te sugerimos que leas: **¿Quiénes lo dijeron?**, en el Apéndice.

Un autor de algunos epígrafes te acompañó durante las primeras lecciones, ¿quién era ese científico?, ¿cómo lo descubriste?

¿Cuánto aprendiste? ¡Enseguida lo verás!

I. Lee los siguientes textos y realiza lo que se pide:

1. Los conceptos de velocidad y aceleración son muy importantes en los deportes, en especial en el atletismo. Explica la diferencia entre velocidad y aceleración. Emplea el caso de unos atletas que compiten en la pista de corredores.



- a. Calcula la velocidad media que alcanzan la mujer y el hombre más veloces del mundo en la actualidad.
 - b. Al calcular sus velocidades medias explica por qué es poco preciso sólo dar la magnitud de la velocidad media para describir el movimiento de los corredores, es decir, ¿por qué la velocidad media debe representarse con un vector?
 - c. Si la velocidad instantánea del recordista al pasar por la meta era de 12.5 m/s , calcula su aceleración sabiendo que a la salida el deportista que ostenta la mejor marca estaba en reposo. También indica la dirección y sentido de esta aceleración.
2. Un granjero presiona a su mula para que camine y jale su carreta. La mula no quiere caminar y argumenta que no vale la pena el esfuerzo ya que por la tercera ley de Newton ella jalará de la carreta y la carreta reaccionará jalándola igual en el sentido contrario y no se moverá.



- a. Explica por qué la mula no tiene razón. Identifica en la figura todos los pares acción-reacción involucrados al momento en que la mula camina, y descubre además dónde está la fuerza no equilibrada.
 - ¿Cuál es el movimiento natural de los cuerpos, sin ninguna fuerza no equilibrada actuando sobre ellos?
 - ¿En qué circunstancias se conserva la energía mecánica?
 - ¿Qué producirá una fuerza no equilibrada en el sistema carreta, granjero y mula? Argumenta.

3. Observa la imagen y contesta.



- ¿Por qué el papá que acaba de empujar a la niña en el columpio se hace un poco hacia atrás para colocarse en una posición segura? Explica empleando algunos términos clave que aprendiste en este Módulo, por ejemplo: energía potencial, energía cinética, trabajo.

II. Piensa y explica:

- ¿Por qué la aceleración de la gravedad sobre la superficie de Júpiter es mayor a la que se manifiesta en la Tierra?, ¿dónde pesarías más y por qué?
- Si ves un objeto dando vueltas, ¿existe alguna fuerza no equilibrada actuando sobre él? ¿Por qué y cuál es?
- Si las trayectorias de los planetas del Sistema Solar fueran perfectamente circulares, ¿cambiarían sus velocidades laterales? ¿Por qué?

III. Investiga la edad estimada del Universo a partir del modelo del Big Bang.

- ¿Cuánto tiempo transcurrió para que comenzara a formarse el Sistema Solar? Elabora una línea del tiempo señalando algunos eventos, los que consideres más importantes.

IV. Imagina que viajas al pasado con tus conocimientos actuales.

- ¿Qué les contestarías a aquellos que cuestionaron a Newton acerca del origen de los campos gravitacionales? Explica.

V. Intercambia, en pareja, tus respuestas; revisen ambos la explicación que ofrece cada uno. Compartan y comuniquen sus puntos de vista respecto del contenido y, de manera respetuosa, hagan comentarios y observaciones para mejorarlo. Completen entre ambos lo que les haya faltado.

Entérate con un tuit

En la actualidad, las noticias están presentes en todo momento.

#Mejora tu puntería: a menor velocidad, mayor precisión.
cmed.mx/FIS2021

#Cuando los automóviles se detienen muy cerca de otro tardan más tiempo en acelerar.
cmed.mx/FIS2022

#Científicos estadounidenses crearon un fluido de masa negativa que desafía la segunda ley de Newton.
cmed.mx/FIS2023

#Investigadores han relacionado el comportamiento de los chimpancés con las leyes de movimiento de Newton.
cmed.mx/FIS2024

#Carga tu celular con la energía cinética que produces al caminar.
cmed.mx/FIS2025

#El hallazgo de las ondas gravitacionales da nuevas pistas sobre origen del Universo.
cmed.mx/FIS2026

#La NASA planea explorar *Próxima Centauri* en el 2069 para estudiar un exoplaneta que podría albergar vida.
cmed.mx/FIS2027

#Un nuevo modelo físico explica el origen del agua en la Tierra.
cmed.mx/FIS2028

Los medios digitales son el recurso idóneo que ofrece incesantemente noticias breves; esto, a fin de cuentas, configura lo que conocemos como tuits (*tweets*).

1. Lee nuevamente los tuits de la entrada del módulo.
 - ¿Consideras que el contenido de estas noticias tiene sustento? Argumenta tu respuesta.
 - ¿Piensas que los conocimientos adquiridos en las lecciones de este módulo pueden explicar esos contenidos? Justifica por qué.
2. Lee la noticia que más te interese en la fuente original y corrobora su validez. Aplica la "Regla de las tres fuentes".
3. Reflexiona:
 - ¿Difundirías estas noticias? Explica por qué.
4. Marca con verde los términos científicos y técnicos que entendiste de cada noticia; los que no, subráyalos con rojo para buscar su significado.
5. Redacta con tus propias palabras la noticia cuyo tema te haya interesado más; comparte tu texto con un par.
 - ¿Qué más te interesaría conocer sobre el tema de esa noticia?
 - ¿Tiene relación con las lecciones de este módulo?
 - ¿Qué ideas o conceptos de las lecciones de este módulo te ayudaron a entender las noticias?, ¿qué te falta saber? Explica.
 - ¿Se te ocurre realizar algún experimento para explicar alguna de estas noticias?

La "Regla de las tres fuentes" establece que debes corroborar la existencia de la misma información en al menos tres fuentes confiables: instituciones educativas, gubernamentales, columnas sobre ciencia en publicaciones periódicas, y citarlas.



Mis logros y metas

Como ya tienes completo y revisado tu **Itacate de evidencias**, puedes fácilmente reconocer lo que has aprendido. Completa el cuadro con lo que se pide en cada caso. Apóyate en la **Ruta de Aprendizaje**. Escribe lo que se pide en cada caso.

INDICADOR DEL LOGRO	LO SÉ <i>Tengo el conocimiento</i>		LO SÉ HACER <i>Desarrollé las habilidades para representar y seguir procedimientos</i>		LO VALORO		COMENTARIOS
	Sí	Aún no	Sí	Aún no	Sí	No	
Comparo intervalos de tiempo con desplazamientos y calculo la velocidad.							
Analizo movimientos en función del cambio de velocidad.							
Reconozco que en cualquier interacción hay un par acción-reacción.							
Descubro cuánta energía potencial se transforma en energía cinética.							
Infiero cómo actúa la gravedad sobre la superficie de la Tierra.							
Describo cómo se formó y funciona el Sistema Solar.							
Reflexiono sobre la equivalencia entre los campos gravitacionales y las fuerzas ficticias o inerciales.							

Habilidades del siglo XXI

Marca con una (✓) las habilidades que consideres has alcanzado:

- Confío en mí
- Percibo mis emociones
- Soy responsable
- Muestro empatía
- Tengo sentido de comunidad
- Me comunico
- Colaboro / participo
- Me adapto
- Muestro creatividad
- Muestro curiosidad e interés
- Tengo iniciativa
- Soy persistente
- Planteo metas positivas
- Resuelvo problemas
- Manejo la información
- Uso los medios
- Manejo la tecnología
- Soy consciente del mundo natural y social



Itacatl, voz náhuatl que significa, entre otras acepciones, mochila o bulto para guardar y transportar provisiones.

A partir de este momento crearás tu propio “Itacate de evidencias” para guardar ahí tus notas, ideas, trabajos y conclusiones como resultado de cada actividad.

Enriquecerás tus evidencias a medida que avances y las revises antes de cada evaluación.



#Narices electrónicas detectan moléculas presentes en el aire, de gran interés en la agroindustria, medio ambiente, seguridad y medicina.

#¿Un líquido sólido? Científicos rusos lo predijeron en 1969, lo que parecía imposible hoy es conocido como supersólido.

#Físicos han enfriado el agua líquida hasta 43 grados bajo cero sin que se congele, su método de medición se basa en el espectro de luz.

#Investigadores brasileños invirtieron por primera vez el sentido de la flecha del tiempo, su experimento se basa en el flujo del calor de un cuerpo a otro.

#La descarga eléctrica de un rayo se puede desplazar rápidamente por las tuberías.

#Mariposas Monarca con GPS magnético incorporado para regresar a Michoacán.

#La mayoría de las películas de ciencia ficción rompen las leyes de la física pero facilitan el estudio de los pulsos electromagnéticos.

Reflexiona en cada lección sobre estas noticias que retomarás al concluir el Módulo.



MATERIA, ENERGÍA E INTERACCIONES

Eje

Tema

Aprendizaje esperado

PROPIEDADES

ENERGÍA

Describe las características del modelo de partículas y comprende su relevancia para representar la estructura de la materia.

Explica los estados y cambios de estado de agregación de la materia, con base en el modelo de partículas.

Interpreta la temperatura y el equilibrio térmico con base en el modelo de partículas.

Analiza el calor como energía.

9

¿Qué son los modelos en la ciencia? Una mirada al modelo cinético de partículas

10

Estructura de la materia: estados de agregación y cambios de estado

11

Temperatura, calor y equilibrio térmico

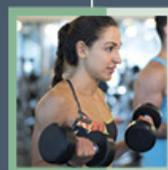
12

¡Caliente, caliente! Energía y calor

Lección

Logro ir más allá

Proyecto





INTERACCIONES

Describe los motores que funcionan con energía calorífica, los efectos del calor disipado, los gases expelidos y valora sus efectos en la atmósfera.

13

Motores y conservación de la energía



Describe, explica y experimenta con algunas manifestaciones y aplicaciones de la electricidad e identifica los cuidados que requiere su uso.

14

¡Rayos!



Analiza fenómenos comunes del magnetismo y experimenta con la interacción entre imanes.

15

¿Materiales que se atraen?



Describe la generación, diversidad y comportamiento de las ondas electromagnéticas como resultado de la interacción entre electricidad y magnetismo.

16

¿Luz invisible?





L9

¿Qué son los modelos en la ciencia? Una mirada al modelo cinético de partículas

El principal mérito de una teoría es que servirá de guía a un experimento, sin impedir el progreso de la teoría verdadera cuando ella aparezca.

JAMES CLERK MAXWELL

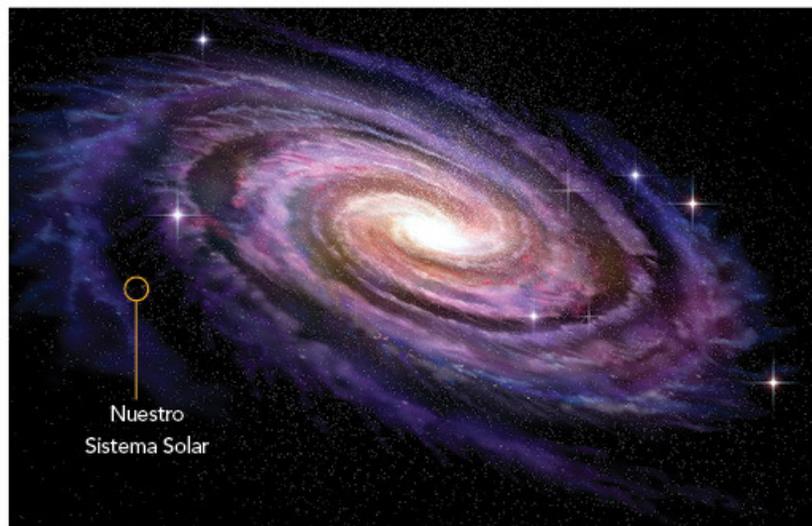
Las personas dedicadas a las ciencias siempre buscan explicar fenómenos de diversa naturaleza y complejidad. Para ello, ha sido fundamental construir representaciones simplificadas de sistemas y procesos que en la realidad pueden ser complejos.

Los conocimientos de ahí derivados propician una mejor comprensión de la Naturaleza y son la base de importantes avances tecnológicos. Por ejemplo, las representaciones simplificadas desarrolladas por Newton y Kepler son los pilares conceptuales para la puesta en órbita de satélites que hoy nos permiten disfrutar de internet, entre otras cosas.



Indago si un astronauta podría tomarse una *selfie* con la Vía Láctea.

1. Analiza cuidadosamente la siguiente imagen de la Vía Láctea.



La Vía Láctea. Para recorrer el diámetro promedio de nuestra galaxia viajando a la velocidad de la luz (límite máximo en la Naturaleza) tardaríamos 100 000 años.

2. Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Consideras que se trata de una representación o de una imagen verdadera? Argumenta tu respuesta.
- ¿Será posible que en el futuro un astronauta podrá tomarse una *selfie* con toda nuestra galaxia como fondo? Justifica tu respuesta y compártela en pareja para intercambiar sus ideas al respecto.



- ¿Qué ventajas y desventajas pueden tener las representaciones simplificadas de objetos, procesos y/o fenómenos para su estudio? Ejemplifica.



La importancia de construir representaciones simplificadas de la realidad

La representación simplificada de objetos o fenómenos complejos es de gran utilidad para la comprensión de éstos, además de resolver situaciones de la vida cotidiana de gran valor práctico y dotarnos de información para predecir diversos procesos.

No obstante, estas representaciones sólo son aplicables en contextos específicos y siempre podrán cambiarse por versiones más avanzadas que ofrecen resultados más cercanos a la realidad, con la consecuente generación de conocimiento.



Descubro y construyo

Represento un objeto real en forma simplificada para calcular su volumen.

1. Construye una representación simplificada de una naranja.
 - ¿Con qué cuerpo geométrico conocido representarías, en forma aproximada, una naranja? Dibuja un esquema.
2. Calcula, con base en esta representación, su volumen:
 - ¿Es 100% efectivo este método? Explica.
 - ¿De qué depende su efectividad?
3. Diseñen, reunidos en equipos de tres personas, un método para obtener el volumen de la naranja.

Pista: usen un recipiente graduado o un vaso de precipitado en el que quepa la naranja y suficiente agua.



- ¿Cuál de los métodos empleados les permitió calcular con mayor precisión el volumen de la naranja?

La actividad anterior resulta útil para comprender cómo las personas que se dedican a la ciencia construyen, usan y validan representaciones simplificadas de la realidad a partir de los datos y mediciones que registran de ésta, a veces con el apoyo de poderosas herramientas que tienen a su disposición.

Una representación será mejor que otra en función de su capacidad para describir, explicar y/o predecir la realidad observada o medida.

Leo +

Nuestra galaxia no siempre se ha representado igual. ¿Quieres saber cómo las representaciones de la Vía Láctea han cambiado a lo largo de los años en la medida que el conocimiento avanza? Entérate en:

Allen, Christine. (2009). "La Vía Láctea, nuestra galaxia". UNAM, *Ciencias*, Núm. 95, disponible en:

cmed.mx/FIS2029

GLOSARIO

Vaso de precipitado.

Recipiente cilíndrico de laboratorio que se usa para contener líquidos. Suele estar graduado, pero no calibrado, por lo que también puede usarse para medir volúmenes sin requerir gran precisión.

Trabajar en equipo requiere de una comunicación efectiva.

Los modelos en la ciencia

GLOSARIO

Objeto. Puede ser un cuerpo físico concreto, o bien, una abstracción derivada de la evidencia científica que se tiene de éste (cuerpo ficticio).

Sistema. Una parte seleccionada del Universo en la que se encuentran varios objetos interactuando.

Proceso. La descripción de los cambios que resultan de la interacción entre objetos de un sistema.

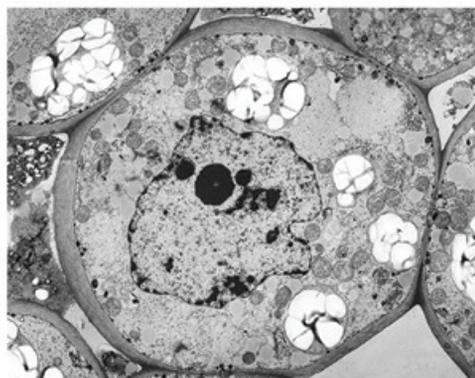
Ley. Proposición de aplicación universal que ha sido demostrada y confirmada (cuenta con suficiente evidencia científica). Suele representarse matemáticamente o en otro tipo de lenguaje formalizado.

Teoría. Explicación de algún fenómeno que es aceptada como cierta por la comunidad científica en una época determinada.

Las representaciones de **objetos**, **sistemas** y **procesos** que destacan algunos aspectos simplificados de la realidad, y que se consideran relevantes para el fenómeno en cuestión, se llaman **modelos científicos**. ① Los modelos pueden ser de carácter explicativo, descriptivo y/o predictivo, como aprendiste en tu curso de Biología.



a



b

① a) Modelo correspondiente a la célula vegetal, se trata de una representación gráfica simplificada, con los elementos esenciales de ésta y b) microfotografía no alterada de un corte de célula vegetal observada bajo el microscopio óptico.

Los modelos también pueden representar las **leyes** de una **teoría**, con el propósito de explicarla mejor cuando ésta es compleja.

Por otro lado, es común que se utilicen varios modelos para describir o explicar el mismo objeto, sistema o proceso.

Existen distintos tipos de modelos científicos, entre los más importantes se encuentran:

Réplica física: entidad material concreta que reproduce al referente de estudio de la manera más exacta posible. Suele ser una reproducción a escala. Por ejemplo, la maqueta de un puente o un cerebro de plástico para estudiar su estructura.

Modelo figurativo: identifica y abstrae los elementos esenciales del referente de estudio para simplificar su descripción y funcionamiento. Por ejemplo, un esquema del ojo humano o de las células que constituyen la unidad de los seres vivos.

Modelo matemático: por lo general son expresiones matemáticas o gráficas. Por ejemplo, la ecuación de la ley de la gravitación universal.

Modelo conceptual: conjunto de enunciados precisos y lógicos, avalados por la comunidad científica, que describen y explican del mejor modo posible un fenómeno. Por ejemplo, el modelo cosmológico del Big Bang: la gran explosión.



Naturaleza continua y discontinua de la materia

A lo largo de la historia se han desarrollado diversas explicaciones y modelos en torno a los elementos constitutivos de la **materia**. Las primeras civilizaciones tomaron como base la percepción que se tenía de los cuerpos y sustancias (forma, tamaño, olor, sabor, peso o textura).

Posteriormente, con el apoyo de poderosas herramientas (como los microscopios) fue posible examinar detalles minúsculos de la estructura de la materia, más allá de lo que los sentidos perciben.

Sin embargo, aún en la actualidad, no es posible describirla con exactitud, por lo que sólo se cuenta con propuestas de modelos científicos.

En la Antigüedad existieron dos modelos contrapuestos sobre la naturaleza de la materia; conócelos a continuación:

Modelo	Postulados
Modelo de materia discontinua propuesto por Demócrito y Leucipo (siglos V y IV a.n.e.), también conocido como atomismo mecanicista .	Si bien los cuerpos sólidos, gaseosos y líquidos pueden fragmentarse , esto sólo puede hacerse hasta un límite impuesto por la naturaleza de toda la materia (discontinuidad): la materia está formada por partículas indivisibles, indestructibles e invisibles, que se mueven en el vacío, a las que se llamó átomo (vocablo griego que significa "sin división").
Modelo de materia continua propuesto por Aristóteles (siglo IV a.n.e.), también conocido como teoría de los cinco elementos de la materia .	Toda la materia existente en el universo puede dividirse sin límites en partes cada vez más pequeñas sin que cambien sus propiedades (continuidad), con lo que se niega la existencia del vacío y la idea del átomo. Postula la existencia de cinco elementos básicos que componen la materia: el éter y los cuatro descritos por Empédocles (tierra, agua, fuego y aire).

Aunque el modelo de materia continua de Aristóteles prevaleció por casi 2000 años, hoy la comunidad científica lo descarta. Fue hasta el siglo XVII (en plena **revolución científica**) cuando se reconsideró la visión atomista de Demócrito y Leucipo de la materia al analizar el comportamiento de los gases.

GLOSARIO

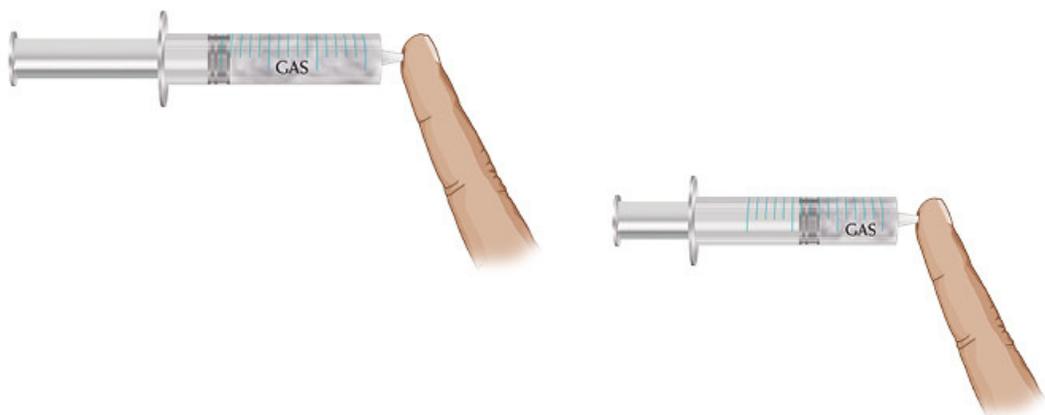
Materia. Componente principal de los cuerpos susceptible de adquirir toda clase de formas y de sufrir cambios. Se caracteriza por un conjunto de propiedades físicas o químicas. Cualquier entidad, campo o discontinuidad que se extiende en cierta región del espacio-tiempo y a la que se asocia una cantidad de energía determinada.

Fragmentarse. Dividirse o quebrarse alguna cosa en partes pequeñas.

Revolución científica. Surgimiento de nuevas ideas y conocimientos en la ciencia, durante los siglos XVI y XVII, que transformaron las visiones antiguas y medievales sobre la naturaleza y sentaron las bases de la ciencia moderna.

Construyo un modelo del aire basado en la naturaleza discontinua de la materia.

1. Imagina que puedes ver la estructura microscópica del aire y elabora un esquema (modelo) basado en la naturaleza discontinua de la materia. Considera que el aire es una mezcla homogénea de gases compuesta por nitrógeno (78%), oxígeno (21%) y otros gases (1%).
2. Comparen sus modelos, reunidos en equipo, y respondan:
 - ¿Qué semejanzas y diferencias identifican?
 - ¿Cómo representaron al nitrógeno, oxígeno y los otros gases?
 - ¿Qué nombre le dan a la representación que hicieron de los gases que componen el aire?
3. Observen la siguiente imagen en la que se muestra que es posible comprimir el aire encerrado al aplicársele una fuerza (verifiquen esto en casa con una jeringa sin aguja).



Ante las dificultades, **confía** en ti y sé **perseverante** para alcanzar tus metas.

- ¿Pueden explicar este fenómeno con el modelo de materia continua? Justifiquen.
 - ¿Cómo explican el fenómeno a través del modelo de materia discontinua? Elaboren esquemas.
- 
 - ¿Los sólidos y líquidos también se comprimen?
 - ¿Cómo explicas su comportamiento a través del modelo de materia discontinua?

Si bien nuestros sentidos nos dicen que la materia es continua, el modelo de materia discontinua es el que mejor nos permite explicar muchos de los fenómenos de la naturaleza, como la compresión de los gases encerrados al aplicárseles una fuerza.



El estudio del comportamiento de los gases fue básico para construir un modelo de la estructura interna de la materia. Una de las primeras propuestas fue la de Newton (1643-1727), pero no explicó del todo la expansión de los gases al calentarse. Más de un siglo después se elaboraron modelos más satisfactorios.



Descubro y construyo

Explico el comportamiento de un gas al calentarse o enfriarse con base en el modelo de partículas.

Material

1. Consigan, en equipo, lo siguiente:
 - Un globo.
 - Pinzas de sujeción.
 - Una parrilla eléctrica.
 - Dos litros de agua.
 - Diez cubos de hielo.
 - Un recipiente metálico circular (20 cm de diámetro o más, capacidad de 2 litros).



Manéjalo con precaución

Procedimiento

- a. Viertan un litro de agua en el recipiente y caliéntenla en la parrilla hasta el burbujeo inicial (no hervir). Apaguen la parrilla.
- b. Inflen moderadamente el globo, que no quede a punto de reventar.
- c. Introduzcan el globo en el agua caliente usando las pinzas y manténganlo ahí unos minutos.
- d. Retiren el globo del agua caliente.
- e. Vacíen el recipiente, viertan en él un litro de agua y los cubos de hielo.
- f. Introduzcan el globo de manera que quede cubierto.

NOTA

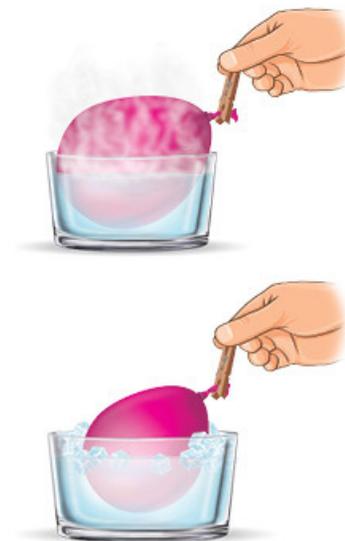
Para calentar el agua también pueden emplear una estufa o mechero de gas o de alcohol. Debe supervisarlo un adulto.

Registro de datos

2. Anoten todas sus observaciones.

Análisis de resultados

3. Contesten lo siguiente:
 - ¿Qué tipo de materia contiene el globo?
 - ¿Qué ocurre con el volumen del globo al calentarse y qué al enfriarse?
 - ¿A qué se deben estos cambios? Explíquenlo asumiendo que el gas está compuesto por partículas.
4. Dibujen un esquema para modelar el comportamiento de los gases al calentarse o enfriarse. Intercambien sus esquemas con otros equipos, elijan los que mejor describan lo observado y corrijan lo necesario.



- La energía que se transfiere a un sistema influye mucho en el movimiento e interacciones de las partículas que lo componen.
 - ¿Qué tipo de energía consideran que fue transferida al gas contenido en el globo? Expliquen.
- Conserve, cada uno, su esquema y respuestas en su Itacate de evidencias.

Modelo cinético de partículas

A partir de observaciones como las que acabas de hacer, varios científicos buscaron explicaciones que superaran las limitaciones del modelo de Newton para los gases. Destacan las aportaciones de Rudolf Clausius (1822-1888), James Clark Maxwell (1831-1879) y Ludwig Boltzmann (1844-1906).

Sus hallazgos facilitaron el desarrollo de un modelo muy completo acerca del comportamiento de las partículas que componen la materia, lo que permitió explicar y predecir sus propiedades macroscópicas (como presión, temperatura o volumen). Se trata de la teoría cinética molecular de los gases, que fue la base del modelo cinético de partículas utilizado en general para otros estados de la materia. Los principales postulados son:

- a. Los gases están formados por partículas diminutas.
- b. El tamaño de las partículas no es importante comparado con la distancia que las separa.
- c. Las partículas se encuentran en **constante movimiento**, y por lo tanto, poseen **energía cinética**.
- d. Las partículas se mueven en línea recta y en todas direcciones, chocando frecuentemente entre sí o contra las paredes del recipiente que las contiene (lo que da origen a la **presión de un gas**).
- e. Estos **choques** (o colisiones) ocurren sin pérdida de energía.
- f. Las partículas **interactúan** entre sí con **fuerzas** de atracción o repulsión casi inexistentes, excepto cuando chocan.
- g. El promedio de los valores de la energía cinética de las partículas es proporcional a la **temperatura**.

Leo +

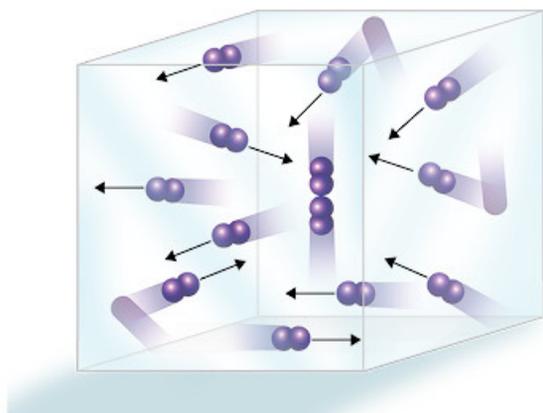
Puedes conocer más detalles de las contribuciones al estudio de los gases de Clausius, Maxwell, Boltzmann y otros científicos en:

García-Colín, Leopoldo. (1995). *Y sin embargo se mueven... teoría cinética de la materia*. México: FCE.

También disponible en línea: cmed.mx/FIS2030



Enseguida analizarás un esquema del comportamiento de un gas de acuerdo con el modelo cinético de partículas:



2 Gas contenido en un recipiente hermético. Las partículas del gas son **moléculas** diatómicas representadas por dos esferas moradas unidas estrechamente. Las flechas negras indican la dirección y el sentido en que se mueven las partículas.

Si el sistema mostrado en la figura se calienta, aumentará la energía cinética promedio de las moléculas (temperatura). 2 En consecuencia, será mayor la frecuencia y fuerza de colisiones contra las paredes del contenedor, y se incrementará la presión de gas.

Desde el punto de vista práctico y experimental, resulta imposible analizar el movimiento de cada una de las partículas que forman los gases, pues se trata de cantidades inimaginables de partículas: ¡trillones de ellas en un gramo de gas!

Imagina que observas de lejos una multitud que sale de una estación de autobuses o de un estadio. Seguir el movimiento de cada persona en el mismo momento es imposible, en principio, se apreciaría un caos, sin embargo, si miras con cuidado, podrás notar una tendencia de la mayoría de las personas que se mueven en direcciones específicas, por ejemplo, hacia los sanitarios, la calle o el estacionamiento.

Algo similar notaron Maxwell y Boltzman: se dedicaron a observar y establecer tendencias preferentes en algunas variables asociadas al movimiento de las partículas, por ejemplo, tomar valores promedio de su energía cinética.

Al tener esta "visión de conjunto" del movimiento de muchísimas partículas, ellos llevaron a cabo una notable hazaña: poder describir y explicar propiedades macroscópicas de los cuerpos, como la presión, el volumen y la temperatura con base en valores promedio o tendencias en las velocidades o energías cinéticas de trillones de partículas diminutas. La hazaña es, entonces, pasar de lo que ocurre en la escala ultra-microscópica a lo que podemos observar en la escala macroscópica (en la que vivimos y funcionan nuestros sentidos).

No obstante, Maxwell y Boltzmann partieron de las leyes de la mecánica clásica de Newton para construir una predicción teórico-estadística con la que estimaron la probabilidad de que una cierta cantidad de moléculas tenga una velocidad concreta, con lo que fundaron una de las ramas más importantes de la física: la mecánica estadística.

GLOSARIO

Molécula. En la teoría cinética molecular de los gases, es cualquier partícula formada por dos o más átomos que se mantienen unidos entre sí mediante fuertes interacciones cuya naturaleza estudiarás en Química.

Utilizo las TIC

Con este recurso interactivo comprenderás mejor las propiedades macroscópicas de los gases a través de un modelo cinético de partículas:
cmed.mx/FIS2031

Nota: es necesario descargar o actualizar un programa para abrir el enlace.



Recapitula

1. Los modelos científicos son representaciones de objetos, sistemas y procesos que muestran algunos aspectos simplificados de la realidad, mas no la realidad misma.
2. El modelo de naturaleza discontinua de la materia postula que ésta se compone de minúsculas partículas indivisibles que se mueven en el vacío.
3. El modelo de naturaleza continua de la materia, descartado en la actualidad, niega la existencia del vacío y postula que la materia puede dividirse infinitamente.
4. Átomo es un término derivado del griego que fue acuñado por Demócrito en el siglo v a.n.e. para referirse a las partículas indivisibles que componen a la materia.
5. El modelo cinético de partículas permite predecir las propiedades macroscópicas de la materia a partir de postulados acerca del movimiento e interacciones de las partículas microscópicas que la componen.

Evalúo mi aprendizaje

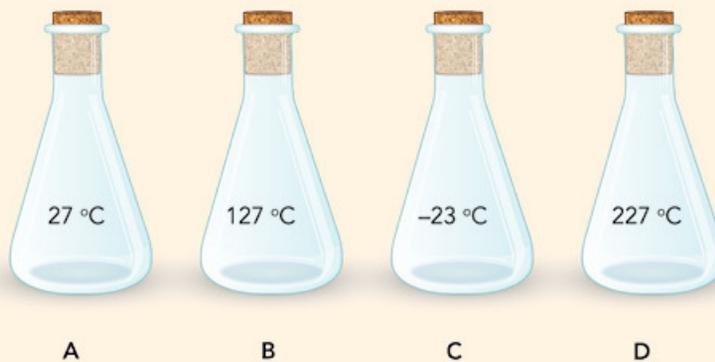
Itacate

Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

I. Responde:

1. Retoma los tipos de modelos que estudiaste, ¿a qué categoría pertenece el modelo cinético de partículas? Argumenta tu respuesta.
2. Toma como base el modelo cinético de partículas, analiza las siguientes opciones y explica el porqué de tu elección.
 - En un recipiente cerrado en reposo que contiene un gas, ¿cómo consideras que estarán las partículas que componen el gas?
 - a. En movimiento permanente.
 - b. Sólo se moverán si se mueve el recipiente.
 - c. Se moverán si se cambia su temperatura.
 - d. En estado de reposo permanente.
3. Observa que los siguientes frascos, de igual capacidad, contienen una muestra del mismo gas y el mismo número de partículas, pero a diferente temperatura.



- ¿En cuál de estos recipientes las moléculas se moverán más rápidamente y en cuál más lentamente?
 - ¿En qué recipiente la presión será mayor y en cuál menor? ¿Cómo lo sabes?
- II. Lee nuevamente el epígrafe.
 - ¿El modelo de materia discontinua de Demócrito pudo haber servido de guía para desarrollar el modelo cinético de partículas? ¿Por qué?
 - III. Compara tus respuestas en equipo para medir y valorar tus avances y guarda tu evaluación en tu Itacate de evidencias.

Logro ir **más allá**



La perrita Frida, del Equipo de Búsqueda y Rescate de la Secretaría de Marina-Armada de México, ha sido protagonista en más de 50 rescates por todo el mundo.

Fue muy valiosa su ayuda después de los sismos de septiembre de 2017. Su agudo olfato, que puede llegar a ser hasta 100 mil veces más sensible que el de un humano, es capaz de detectar olores imperceptibles para nosotros y que pueden provenir de fuentes muy lejanas.

Frida ha sido entrenada en actividades como la búsqueda de narcóticos y explosivos, aunque ha destacado por sus cualidades en la localización y rescate de personas.

Explico, con base en el modelo cinético de partículas, cómo pueden ser percibidos los olores a cierta distancia de su fuente de origen.

1. Investiguen en una fuente confiable en qué consiste el fenómeno de la difusión gaseosa.
 - ¿Cómo se produce este fenómeno en los gases?
 2. Revisen los postulados del modelo cinético de partículas y contesten:
 - ¿Cómo puede la perrita Frida rastrear un olor hasta llegar a su fuente?
 - ¿Por qué hay olores que rastrea antes que otros?
 - ¿Cómo un tiburón percibe la sangre derramada en el mar a varios kilómetros de distancia? Expliquen la relación del modelo cinético con este caso.
-  • ¿Por qué consideran importante comprender, a nivel molecular, cómo se difunden los gases que percibimos como aromas?
- ¿Conocen algún producto novedoso o tecnología cuyo funcionamiento se base en la comprensión del comportamiento molecular de los gases?, ¿cuál?
- Compartan sus respuestas con el grupo y concluyan.

Estructura de la materia: estados de agregación y cambios de estado

*Es posible que de una sola materia provengan objetos diferentes,
en virtud de una causa motriz diferente.*

ARISTÓTELES

Una vela no es otra cosa que un combustible sólido (comúnmente cera o parafina). Habrás notado que si acercas una llama a la mecha o pabilo la cera no arde enseguida, antes se derrite y cambia a líquido. Esta parafina líquida asciende por la mecha y el calor de la llama la transforma en gas, el cual se prende. En adelante, la parafina gaseosa sostiene la combustión sin necesidad de una fuente externa de calor. **3**



3 Al encender una vela, la parafina sólida cambia de estado físico por efecto del calor, hasta transformarse en gas. En el humo de una vela recién apagada aún hay parafina en estado gaseoso, por lo que éste es altamente inflamable.

➔ Exploro

Distingo las diferencias entre los estados físicos de la materia a nivel microscópico.

Utilizo las TIC

Ahora que ya conoces la física de las transformaciones de materia necesarias para la combustión de una vela, no te extrañará saber que es posible encenderla a distancia, como se muestra en este video. Compártelo con familiares y amigos.

cmed.mx/FIS2032

- Dibuja, en pareja, tres esquemas en los que representen cómo podrían agruparse las moléculas en la parafina:
 - Sólida
 - Líquida
 - Gaseosa
 - Contesten las siguientes preguntas:
 - ¿La energía cinética de las moléculas de la parafina es diferente en cada uno de sus estados físicos? Argumenten.
 - ¿Es diferente una molécula de parafina sólida que de una líquida? ¿Por qué?
-  El modelo cinético de partículas es la teoría ampliamente aceptada para explicar la estructura y comportamiento de la materia.
- ¿Les fue de utilidad en esta actividad? ¿Por qué?



Los estados de agregación de la materia

Toda la materia existente en el Universo puede presentarse en distintos estados físicos, mejor conocidos como estados de agregación de la materia, pues dependen de la forma en que se agrupan las partículas (átomos o moléculas) que la componen.

Si bien la materia existe en nuestro planeta principalmente en tres estados (sólido, líquido y gaseoso), existen otros más como el **plasma** (abundante en el Universo). 4



4 a) Iceberg en la bahía Disko, Groenlandia, b) géiser en San Pedro de Atacama, Chile y c) tormenta eléctrica nocturna.

Cada uno de los estados físicos de la materia presenta propiedades macroscópicas características (forma, volumen, compresibilidad), que se explican y predicen con los siguientes postulados del modelo cinético de partículas (página 108):

- ❑ La materia se forma de diminutas partículas, y entre ellas sólo hay vacío.
- ❑ Las partículas son distintas para cada **sustancia** pura.
- ❑ Las partículas están en continuo movimiento (traslación, rotación y/o vibración), llamado **agitación térmica**.
- ❑ El movimiento tiende a desordenar las partículas, dando lugar a la separación de la materia.
- ❑ Las partículas interactúan unas con otras por **fuerzas de cohesión** que pueden ser fuertes, débiles o casi inexistentes.
- ❑ Las fuerzas de cohesión tienden a ordenar las partículas en determinadas posiciones.



Descubro y construyo

Relaciono correctamente las propiedades macroscópicas de la materia con las microscópicas.

1. Retoma el modelo de materia discontinua y contesta:
 - Cuando el aire contenido en un globo se escapa y se expande, ¿las partículas que lo componen aumentan de tamaño o se alejan unas de otras?
 - Si el líquido contenido en un vaso se derrama, ¿cambia la forma de sus partículas?
 - ¿Se mueven las partículas que componen a una piedra?



- Discutan en el grupo sus respuestas y evalúen si es válido trasladar el comportamiento macroscópico de la materia al comportamiento de sus partículas.

Leo +

Además de los estados clásicos de la materia, ¿cuántos más conoces? ¿Se han identificado al menos otros seis? Lee más en este blog de ciencia:

cmed.mx/FIS2033

GLOSARIO

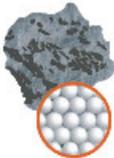
Plasma. Estado de la materia constituido por partículas ionizadas que se presenta cuando un gas recibe gran cantidad de energía, como una descarga eléctrica. Este es el caso de una llama, los relámpagos, las pantallas de plasma, las auroras boreales o la corona del Sol durante un eclipse total.

Sustancia. Materia homogénea de composición química definida, formada por el mismo tipo de partículas (moléculas) en toda su extensión.

Fuerzas de cohesión. Son aquellas fuerzas que atraen y mantienen unidas a las partículas.

Sólidos, líquidos y gases

La disposición de las partículas en sólidos, líquidos y gases es el resultado del movimiento e interacciones entre éstas, lo que determinará las propiedades macroscópicas de los distintos estados de la materia.

Estado de agregación de la materia y ejemplos	Propiedades microscópicas según el modelo cinético de partículas			Propiedades macroscópicas
	Capacidad de movimiento de las partículas	Ordenamiento de las partículas	Fuerzas de cohesión entre partículas	
<p>Sólido</p>  <p>Roca</p>	Baja, sólo vibran, no se trasladan.	Ocupan posiciones promedio fijas , generalmente dentro de una red cristalina.	Suelen ser fuertes , de modo que la distancia que las separa es pequeña.	Posee volumen propio y una forma determinada, que no varía fácilmente ante fuerzas externas.
<p>Líquido</p>  <p>Agua contenida en un vaso</p>	Moderada , al azar y en todas direcciones. Movimientos de traslación, rotación y vibración.	No ocupan posiciones fijas , se desplazan y su distribución es desordenada.	De débiles a moderadas , por lo que las partículas se encuentran más próximas entre sí que las de un gas, y en general más separadas que las de un sólido.	Ocupa un volumen fijo pero no tiene forma propia, toma la del recipiente que lo contiene. Si se derrama sobre una superficie, la forma del líquido cambia, pero su volumen permanece constante. Fluye con facilidad.
<p>Gas</p>  <p>Aire contenido en un globo</p>	Muy alta , al azar y en todas direcciones. Movimientos de traslación, rotación y vibración.	No ocupan posiciones fijas , se desplazan y su distribución es desordenada.	Casi inexistentes , por lo que tienden a alejarse unas de otras si el espacio lo permite.	No posee forma ni volumen propios. Se expande indefinidamente hasta llenar el recipiente que lo contiene. Fluye con mucha facilidad.

Hay excepciones a las propiedades descritas para los estados físicos de la materia. El agua es un ejemplo, pues sus moléculas están más separadas en estado sólido que en líquido.



Efecto de la temperatura y la presión en la estructura interna de la materia

Si una sustancia gaseosa comienza a enfriarse, **5a** disminuirá la energía cinética promedio de las partículas que la componen (temperatura) y se moverán a menor velocidad.

De continuar el enfriamiento, la temperatura bajará hasta que las partículas (cada vez con menos capacidad de movimiento) se encontrarán más próximas entre sí y comenzarán a interactuar más unas con otras, pasando la sustancia al estado líquido. **5b**

Al continuar con el enfriamiento, la disminución de la energía cinética de las partículas será tal que sólo se moverán vibrando u oscilando en torno a posiciones más o menos fijas: será el paso de la sustancia líquida al estado sólido. **5c**

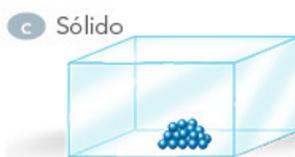
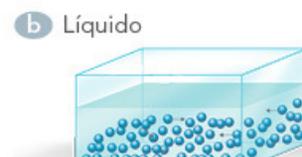
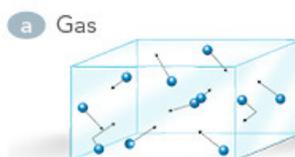
El proceso inverso también puede ocurrir si se parte de la sustancia en estado sólido y se calienta. Es el caso que estudiaste al principio de esta lección, cuando una vela se enciende.

Tanto el calentamiento como el enfriamiento de la materia, si no son tan intensos, pueden dar lugar a cambios estructurales importantes que no implican necesariamente un cambio de estado de agregación.

¿Has observado la pequeña separación o hueco que se deja en las vías de tren cada cierta distancia? Se diseñan así porque se sabe que al calentarse el metal, su volumen podría aumentar ligeramente. De no existir este hueco, las vías se deformarían (pandeo). **6**

Se llama **dilatación térmica** al aumento de **volumen** u otra dimensión que experimenta un **cuerpo** debido al incremento de su temperatura. Lo que ocurre en un sólido es que, al calentarse, sus partículas vibrarán más y aumentará ligeramente la separación entre éstas, lo que inicialmente se reflejará en un aumento de volumen (sin cambio de estado). En el caso de líquidos y gases, su dilatación es más evidente, puesto que sus partículas se mueven con más libertad y las fuerzas de cohesión son menores.

Al proceso inverso a la dilatación se le llama **contracción térmica** y tiene lugar cuando la materia se enfría lo suficiente como para reducir su volumen.



5 Enfriamiento de una sustancia gaseosa.



6 Separación de vías del tren para evitar el pandeo de éstas en caso de dilatación térmica.

GLOSARIO

Volumen. Magnitud física que expresa el espacio tridimensional ocupado por un cuerpo.

Cuerpo. Porción delimitada de materia.

GLOSARIO

Masa. Magnitud física que expresa la cantidad de materia que contiene un cuerpo, como aprendiste en el Módulo 1, o como una medida de la inercia de un cuerpo.

Densidad y presión

Tanto la dilatación como la contracción de la materia conllevan un cambio en otra propiedad relevante: la densidad (ρ). Ésta es específica para cada sustancia y se define como la cantidad de materia contenida en un volumen dado. Matemáticamente se expresa como el cociente de la **masa** (m) de un cuerpo entre el volumen que ocupa (V):

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Así, cuando la masa permanece constante, la densidad de un cuerpo disminuye si se dilata y aumenta si se contrae. A mayor masa en un volumen determinado, mayor será la densidad.

Es claro que el enfriamiento y/o calentamiento de la materia modifican su estructura interna de varias maneras, pero ¿qué ocurre al aplicar una fuerza externa sobre un cuerpo?

Imagina un gas contenido en un tanque con pistón o émbolo. 7 Si se aplica una fuerza externa al presionar el émbolo, las moléculas del gas ocuparán un menor volumen y la distancia entre éstas será menor. El número y la fuerza de los choques de las partículas contra las paredes del tanque aumentarán y la presión de gas será mayor.



7 Efectos de la aplicación de una fuerza externa a un gas. El dispositivo con manecilla asociado al pistón se conoce como manómetro y mide la presión del gas.

Utilizo las TIC

Para despertar al científico que llevas dentro y experimentar el efecto de calentamiento en la estructura de la materia, entra a este laboratorio virtual:

cmed.mx/FIS2034

El fenómeno representado en la figura se comprende mejor a partir del concepto de presión (P). Ésta se define como la magnitud física dada por la relación entre una fuerza ejercida y el área donde se aplica. Cuando sobre una superficie plana de área A se aplica una fuerza perpendicular F de manera uniforme, la presión se expresa matemáticamente como:

$$P = \frac{F}{A}$$

La unidad de medida en el Sistema Internacional es el pascal ($\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$).



Si aplicamos este concepto a la figura 7, es posible notar que la fuerza F aplicada a través del émbolo con área A ejerce una presión P sobre el gas. Por otro lado, el gas reaccionará (tercera ley de Newton) incrementando la presión que ejerce sobre las paredes del tanque que lo contiene.

A la capacidad que tiene la materia de disminuir su volumen cuando se somete a presión se le llama compresibilidad. Por lo tanto, la compresión siempre va asociada a un aumento de densidad cuando la masa permanece constante.

De los tres estados de agregación de la materia, son los gases los que muestran un alto grado de compresibilidad por la gran separación de sus partículas. Los sólidos, en cambio, son prácticamente incompresibles debido al mínimo espacio libre entre partículas y por la aparición de fuerzas de repulsión cuando éstas se acercan demasiado. Por su parte, los líquidos presentan una mínima compresibilidad.

La alta compresibilidad de los gases es de gran valor práctico, pues permite almacenarlos en pequeños volúmenes, pudiendo pasar, por medio de la **licuefacción**, a estado líquido. Es así como se almacena el gas natural (propano y butano principalmente) en los tanques para uso doméstico y en los encendedores. 8



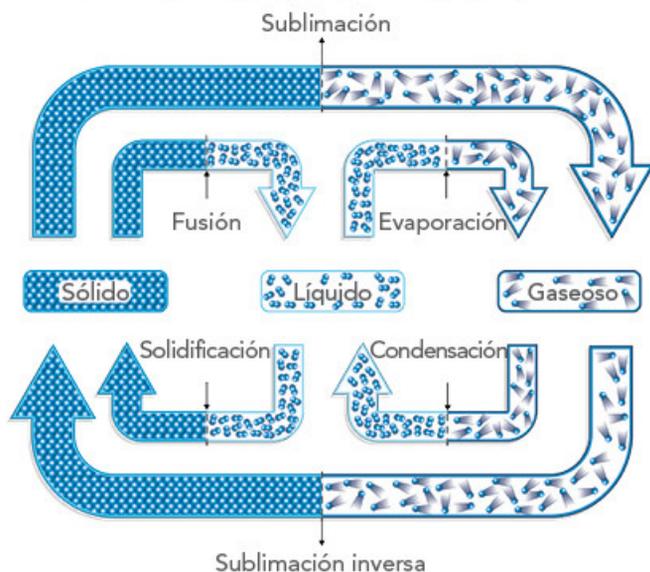
8 Encendedor en el que se observa el combustible en estado líquido como resultado de la compresión del gas natural.

GLOSARIO

Licuefacción. En el caso de los gases (licuación), es el cambio de su estado gaseoso a líquido por el aumento de presión y la disminución de la temperatura.

Cambios de estado de agregación de la materia

Un cambio de estado es el paso de un estado de agregación a otro en una sustancia, debido a una modificación de su temperatura (principalmente) o presión (a veces). En función del estado del que se parte y al que se llegue, es posible definir seis cambios de estado. 9



9 Cambios de estado de agregación de la materia de acuerdo con el modelo cinético de partículas.

Utilizo las TIC

¿Has visto el yodo gaseoso? Mira este video y aprende más del proceso de sublimación.

cmed.mx/FIS2035

Algunos cambios de estado te resultarán familiares, como la evaporación y solidificación o condensación del agua. Otros ya no tanto, como la sublimación del yodo sólido, que al calentarse pasa directamente al estado gaseoso como un vapor violeta.

Descubro y construyo

Estudio los cambios de estado de agregación de la materia al calentar una sustancia.

Material

1. Consigan, en equipo, lo siguiente:
 - Un frasco de vidrio de 200 ml o más.
 - Cinco cubos de hielo.
 - Un termómetro (escala entre 0 y 120 °C).
 - Un cronómetro.
 - Una parrilla eléctrica, estufa o mechero de gas (bunsen) con tripié.

Procedimiento

- a. Introduzcan los hielos en el frasco, colóquenlo en la parrilla (apagada) y midan la temperatura de un hielo. Anoten.
- b. Inicien el cronómetro y cada dos minutos midan la temperatura del hielo hasta completar seis minutos. Anoten.
- c. Enciendan la parrilla e inicien el calentamiento.
- d. Registren el tiempo transcurrido y la temperatura del agua en el instante en que se derritan todos los hielos.
- e. Continúen el calentamiento y midan la temperatura del agua cada dos minutos. Anoten.

Registro de datos

2. Registren el tiempo transcurrido y la temperatura del agua en el instante en que comienza a hervir.
3. Continúen registrando la temperatura cada dos minutos hasta que quede muy poca agua. Cuiden que el termómetro no permanezca en el frasco con poca agua o seco.
4. Apaguen la parrilla al terminar.

Análisis de resultados

5. Ordenen en una tabla sus registros, analícenlos con atención y contesten las siguientes preguntas:
 - ¿En qué estado de agregación es mayor la velocidad promedio de las partículas (energía cinética)?, ¿cuál es la prueba de ello?
 - ¿Cambió la temperatura de los hielos mientras se derretían?
 - ¿Cambió la temperatura del agua mientras hirvió?
 - ¿Cómo "usan" las partículas de agua la energía suministrada mientras hierve?
6. Analicen sus resultados junto con otros equipos y concluyan acerca de la relación entre el movimiento de partículas y los estados de la materia.



- La energía que se suministra al calentar una sustancia es usada tanto para incrementar la energía cinética promedio de las partículas (temperatura), como para romper fuerzas de cohesión intermoleculares (cambio de estado).
- De acuerdo con sus registros, ¿en qué momentos del experimento se usó la energía suministrada para incrementar la energía cinética promedio de las partículas y en cuáles para romper las fuerzas de cohesión?

Toma conciencia de los pensamientos y emociones que experimentas.



Manéjalo con precaución



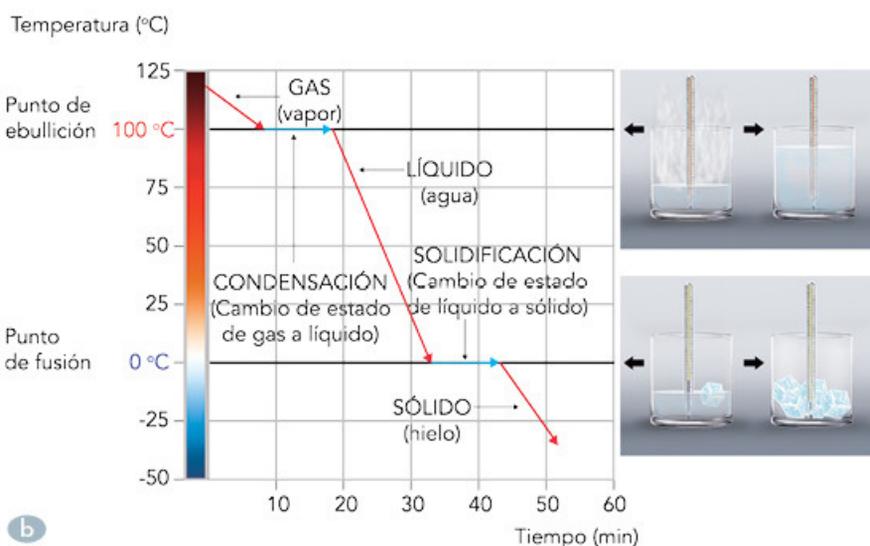
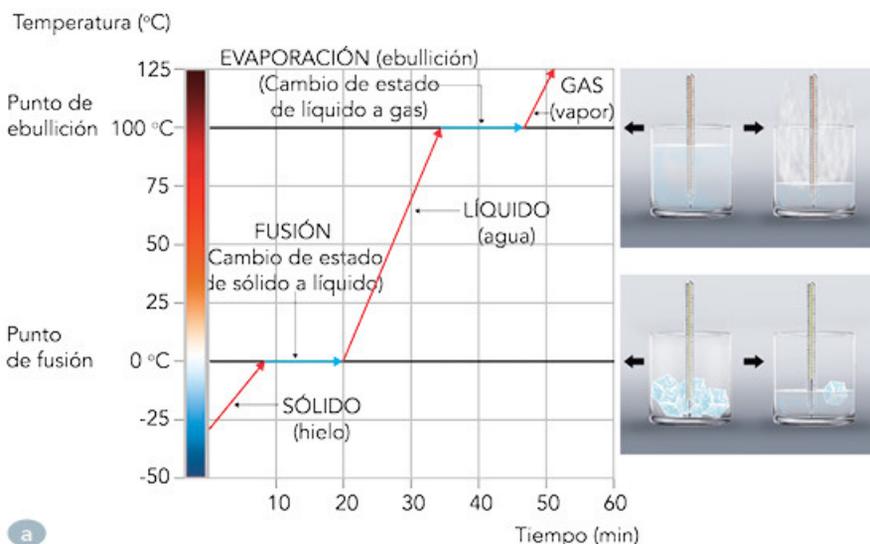
La actividad que acabas de realizar ejemplifica cómo se estudian experimentalmente los cambios de estado de una sustancia dada. Con los datos de temperatura y tiempo se construyen gráficas de cambio de estado, tanto de calentamiento como de enfriamiento. 10

Como puedes notar, los cambios de estado se producen formalmente a un valor fijo de temperatura. El cambio no se da al instante, de modo que la temperatura no varía por unos minutos. Durante el cambio de estado, al calentar una sustancia, las partículas "usan" la energía suministrada para vencer las fuerzas de cohesión entre partículas.

Se llama punto de fusión a la temperatura constante en la que existe un equilibrio de estados sólido-líquido al presentarse la fusión y la solidificación. En la actividad que acabas de realizar corresponde a la temperatura de los hielos mientras se derretían, y es de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el agua pura.

Se llama punto de ebullición a la temperatura constante a la que ocurre la evaporación y la condensación, en la que la presión de vapor del líquido iguala la presión del medio en que se encuentra. En el experimento que acabas de realizar corresponde a la temperatura del agua mientras hervía (ebullición), siendo de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el agua pura.

Los puntos de fusión y ebullición se reportan a una presión dada y son distintos para cada sustancia pura. Se consideran propiedades específicas de la materia que permiten distinguir a una sustancia de otra.



10 a) Gráfica de calentamiento del agua y b) gráfica de enfriamiento del agua. La temperatura se mantiene constante durante los cambios de estado del agua, siendo la misma para fusión y solidificación ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) que para ebullición y condensación ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Leo +

Lee más acerca de las propiedades anómalas del agua en la revista digital C2 Ciencia y Cultura:

cmed.mx/FIS2036



Recapitula

1. Los estados de agregación de la materia (estados físicos) corresponden a la manera en que se agrupan sus partículas.
2. La disposición de partículas en la materia es el resultado del movimiento (agitación térmica) e interacciones entre éstas.
3. Son tres los principales estados físicos: sólido, líquido y gaseoso en nuestro planeta.
4. El modelo cinético de partículas explica las propiedades macroscópicas características de cada uno de los estados físicos: forma, volumen, compresibilidad, capacidad de expansión, etcétera.
5. La temperatura y la presión tienen efectos importantes en la estructura de la materia: cambios de estado, fenómenos de dilatación y compresión.
6. Hay seis cambios de estado principales: fusión, solidificación, evaporación, condensación, sublimación y sublimación inversa.
7. Los cambios de estado para una sustancia dada se producen a valores fijos de temperatura (llamados punto de fusión y punto de ebullición).

Evalúa mi aprendizaje



Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Escribe una X en la casilla que corresponda al estado de agregación que presente las siguientes propiedades macroscópicas:

Propiedad macroscópica	Sólido	Líquido	Gas
Altamente compresible			
Forma definida			
Toma la forma del recipiente que lo contiene			
Volumen definido			
Se dilata al calentarse			
Poco compresible			
Ocupa todo el volumen del recipiente que lo contiene			
No se deforma con facilidad			

1. Retoma las propiedades especificadas en la tabla anterior y explícalas a nivel microscópico (modelo cinético de partículas). Compara tus respuestas con algún miembro del grupo.
- II. Relaciona las columnas con una línea y, después, dibuja una representación del cambio de estado para cada ejemplo.

La formación de magma (rocas fundidas) en el interior de la Tierra.	Sublimación
Al sacar una botella del refrigerador, ésta "suda" (escurre agua por sus paredes).	Solidificación
Se observa la generación de vapor en aguas termales.	Condensación
Se forman cristales cuando el yodo gaseoso entra en contacto con una superficie fría.	Fusión
El proceso que inicia al introducir en el congelador un vaso con agua.	Evaporación

- III. Analiza el epígrafe de esta lección.
 - ¿Crees que Aristóteles tuvo razón al afirmar que provienen de una sola materia? Justifica tu respuesta.
- IV. Compara tus resultados con los de otros integrantes del grupo y hagan juntos los ajustes necesarios a sus respuestas.

Logro ir **más allá**



Un glaciar es una masa móvil de hielo que se acumula por periodos prolongados (también se conocen como "hielos perpetuos") en regiones de gran altitud o de baja temperatura. Se alimenta de la precipitación sólida en forma de nieve o granizo que se comprime y transforma grandes masas de hielo.

Los glaciares son sistemas dinámicos que continuamente pierden o ganan material (retroceden o avanzan). Su estudio es fundamental, pues son un indicador de las variaciones climáticas, tanto a nivel local y regional, como global.

Los glaciares que tenemos en México se encuentran en los altos volcanes. Los del Popocatepetl han desaparecido, y ya sólo existen los del Pico de Orizaba (Citlaltépetl) y los del Iztaccihuatl, cuya pérdida se prevé en pocos años.

Identifico las causas de la pérdida de los glaciares mexicanos desde el punto de vista de la física.

1. Investiguen cómo se forman los glaciares y cuál es su dinámica. Les sugerimos leer, al menos, los primeros cinco párrafos de la siguiente fuente: cmed.mx/FIS2037
 2. Hagan sus propias indagaciones consultando otras fuentes, y compartan la información que consideren más relevante con el resto del grupo.
 3. Respondan las siguientes preguntas:
 - ¿Cuántos cambios de estado están involucrados en el avance y retroceso de estas grandes masas de hielo? Dibújenlos en un diagrama.
 - Una de las causas de la pérdida de los glaciares ha sido la actividad volcánica. ¿De qué manera puede contribuir esto?
 - ¿Qué otros factores creen que estén asociados a la pérdida de glaciares?
 - ¿Consideran que es posible recuperar los glaciares perdidos? Argumenten.
-  ▶ Presenten sus conclusiones y los diagramas realizados frente a grupo. Elijan la mejor representación.
- ¿De qué manera transformarías esta actividad en un proyecto colaborativo? Si les interesa, ¡pongan manos a la obra!

Sé consciente de que tus **actos y decisiones** pueden contribuir al avance del cambio climático.



L11

Temperatura, calor y equilibrio térmico

La termodinámica es la única teoría física de contenido universal que, en el marco de la aplicabilidad de sus conceptos básicos, estoy convencido de que nunca será destruida.

ALBERT EINSTEIN



Exploro

Comprendo la relación que existe entre la temperatura y la energía cinética promedio de las partículas que conforman la materia.

La temperatura es una magnitud física que puede explicarse a partir del modelo cinético de partículas.

1. Observa atentamente las siguientes fotografías:



a) El acero laminado en caliente alcanza una temperatura de hasta $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ y b) mientras que el aire contenido en los globos aerostáticos suele calentarse hasta $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Dibuja un esquema en que representes el movimiento de partículas (agitación térmica), tanto en el acero "al rojo vivo" como en el aire caliente contenido en el globo.

3. Compara, en pareja, tu esquema y contesten las siguientes preguntas:

- ¿Qué diferencias consideran que existen entre el movimiento de las partículas del acero a $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el de las del aire a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- ¿Qué partículas presentan mayor energía cinética promedio (se mueven con mayor rapidez), las del acero al rojo vivo o las del aire caliente?, ¿cuál es la prueba de esto?
- Si el acero y el aire se enfriaran, y ambas sustancias alcanzaran la temperatura ambiente, ¿habría alguna diferencia en la energía cinética promedio de sus partículas? Expliquen su respuesta y compártanla con el grupo.

Para que el trabajo en equipo sea efectivo y se enriquezca, es importante que todos puedan **expresar sus ideas con libertad** y que éstas sean escuchadas con **respeto**.



- Si introducen una moneda caliente (a una temperatura de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$) en un vaso con agua fría (a una temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$), ¿cómo suponen que cambie la rapidez promedio de las partículas de la moneda y del agua? Argumenten con base en el modelo cinético de partículas.



Temperatura: una medida de la energía cinética promedio de las partículas

La temperatura es una propiedad de la materia que, si bien se puede medir a nivel macroscópico, se explica a nivel microscópico. De acuerdo con el modelo cinético de partículas, la temperatura de una sustancia o un cuerpo es una medida de la energía cinética promedio de sus partículas, independientemente del tipo de movimiento o agitación térmica de éstas (traslación, rotación o vibración).

Así, en el caso de una sustancia gaseosa y un cuerpo sólido a la misma temperatura, las partículas del gas que se mueven libremente en todas direcciones presentarán la misma energía cinética promedio que las partículas del sólido que vibran alrededor de posiciones fijas.

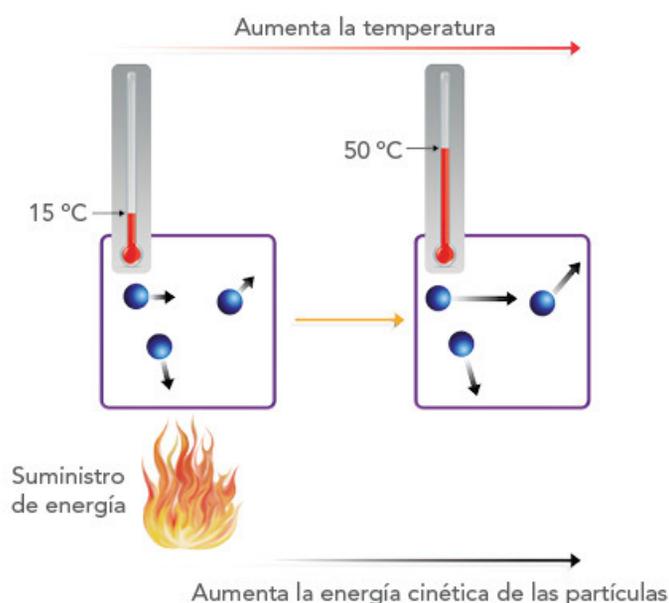
Otra manera de entender el concepto de temperatura es mediante la explicación de lo que ocurre a nivel microscópico cuando se calienta una sustancia: la energía suministrada dará lugar a un aumento de la energía cinética promedio de las partículas, éstas se moverán con mayor rapidez y la temperatura se elevará. **11**

La temperatura se expresa como un número que indica cuán rápido se mueven, en promedio, todas las partículas que componen una porción de materia. Su valor no depende de la cantidad de materia, es decir, se trata de una propiedad intensiva, al igual que la densidad.

Es importante notar que, a una temperatura dada, no todas las partículas se mueven a la misma velocidad, algunas lo harán muy rápido y otras muy lento. Por esta razón, y ante la imposibilidad de medir la velocidad de cada una de las partículas, sólo es factible referirse a la energía cinética del sistema completo.

Una gota de agua de aproximadamente 50 mg, como las que se obtienen de un gotero convencional usado en medicina o enfermería (1 ml \approx 20 gotas), contiene cerca de mil setecientos trillones de moléculas.

Seguramente te preguntarás, ¿cómo un único número puede resumir el movimiento de millones de partículas? La respuesta se encuentra en la **mecánica estadística**.



11 Relación entre temperatura y energía cinética promedio de partículas. Las flechas negras representan el vector de velocidad de cada partícula. Entre mayor es la longitud del vector (rapidez), más energía cinética tiene la partícula y se mueve a mayor velocidad.

GLOSARIO

Mecánica estadística. Disciplina de la física en la que se aplican métodos estadísticos para estudiar los constituyentes microscópicos de un sistema físico para predecir sus propiedades macroscópicas.

Utilizo las TIC

1. Con estas simulaciones digitales podrás comprender mejor el concepto de temperatura con base en el modelo cinético de partículas, la distribución de Maxwell-Boltzmann y la mecánica estadística:

cmed.mx/FIS2038

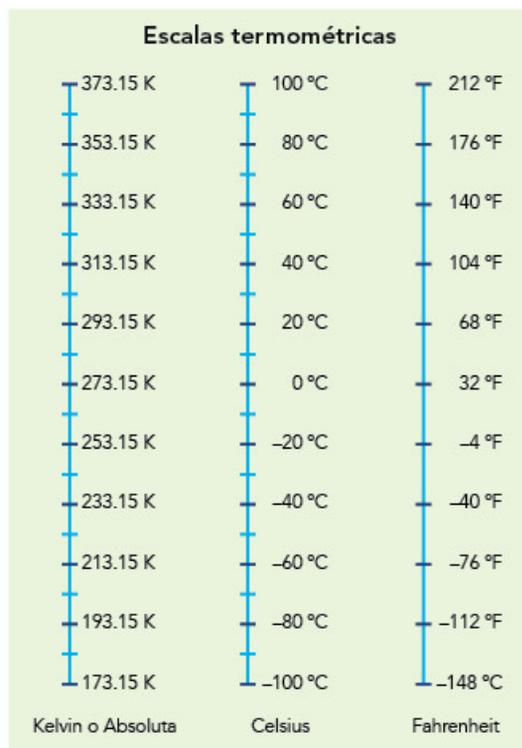
2. En la siguiente liga se usa metafóricamente el término de moléculas "calientes" para referirse a las más rápidas y, por ende, a las que tienen mayor energía cinética:

cmed.mx/FIS2039

Leo +

Para tener una mejor idea sobre cuán grande puede llegar a ser el número de partículas que forman una sustancia, visita:

cmed.mx/FIS2040



12 Equivalencias entre las tres escalas termométricas más usadas. Las unidades de medición son, según corresponda: Kelvin (K), grados Celsius (°C) y grados Fahrenheit (°F).

Los científicos Maxwell y Boltzmann elaboraron un modelo que describe cómo están distribuidas las velocidades de las partículas de un gas a una temperatura dada, de modo que es posible determinar cuál es el rango de velocidad que con mayor probabilidad presentará una partícula. La temperatura se determina con el uso de diferentes tipos de escalas, conocidas como escalas termométricas. **12**

Las dos escalas de uso más común en la actualidad son la Celsius y la Fahrenheit, cuyos nombres corresponden a sus inventores. La primera es la más usada mundialmente, mientras que la segunda es popular especialmente en Estados Unidos de América.

Estas dos escalas son relativas, es decir, el "punto cero" fue establecido arbitrariamente por los inventores. En el caso de la Celsius, el cero corresponde al punto de fusión (congelación) del agua pura (a una presión de 101 325 Pa).

La escala usada en el ámbito científico y adoptada por el Sistema Internacional de Unidades es la Kelvin (cuyo nombre proviene también de su inventor). Es una escala absoluta, es decir, "el punto cero" corresponde a la temperatura a la cual la energía cinética promedio de las partículas es cero y la agitación térmica desaparece (es la temperatura mínima que puede existir en la Naturaleza).

El instrumento que se usa para medir la temperatura es el termómetro, al cual se acopla alguna escala termométrica. Su funcionamiento se basa en el efecto que produce la variación de la temperatura en alguna propiedad (como la dilatación térmica) de la materia.



Los primeros termómetros se desarrollaron a partir de materiales que se dilatan de manera lineal (proporcional al aumento de temperatura) y con un alto **coeficiente de dilatación térmica**. Éste es el caso de los termómetros de mercurio y alcohol, materiales cuya dilatación o disminución de volumen, a una temperatura dada, se manifiesta en un punto de alguna escala termométrica. 13



13 Termómetro clínico de mercurio con escala Celsius o centígrada.

Actualmente hay muchos otros tipos de termómetros, además de los de mercurio y alcohol. Según la precisión que se requiera o las características del cuerpo o sustancia cuya temperatura desea medirse, se puede hacer uso de pirómetros, termómetros de lámina bimetálica, de gas, de resistencia o digitales, entre otros. Debe tenerse presente que el uso de termómetros es fundamental para medir correctamente la temperatura y evitar confusiones derivadas de la **sensación térmica**.



Descubro y construyo

Descubro la diferencia entre sensación térmica y temperatura.

Material

1. Consigan, en parejas:
 - Un cucharón de madera.
 - Un cucharón de metal.
 - Un termómetro.

Procedimiento

2. Toquen ambos objetos (madera y metal) con el dorso de la mano (lado opuesto de la palma). De acuerdo con su percepción (sensación térmica) evalúen si uno se encuentra a mayor temperatura que el otro.

Registro de datos

3. Midan objetivamente con el termómetro la temperatura de los objetos y contesten:

Análisis de resultados

- ¿Corresponde la medición objetiva de temperatura con la sensación térmica?
- ¿Cómo suponen que influyen las características de los materiales que se miden en la sensación térmica?
- ¿Varía la sensación térmica si los materiales se tocan con la palma o el dorso de la mano? ¿Por qué?



- Investiguen los distintos tipos de termorreceptores que tenemos los seres humanos en nuestros tejidos.
 - Los materiales pueden ser aislantes o conductores de calor, ¿cómo influye esto en la sensación térmica?
 - ¿Por qué es importante manejar el termómetro con precaución?
- Comparen sus resultados con otros equipos para concluir en grupo y guardar sus notas en su Itacate de evidencias.

GLOSARIO

Coeficiente de dilatación térmica.

Representa el cambio de longitud, superficie o volumen de un material cuando su temperatura se eleva 1 K. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el K^{-1} , aunque también se usa el $^{\circ}C^{-1}$. El coeficiente de dilatación térmica es específico para cada material.

Sensación térmica. Es la temperatura aparente que percibe una persona a través de los termorreceptores de la piel. La percepción depende de la temperatura ambiente y de otros factores, como la velocidad del viento, la humedad o las características de los materiales con los que se interactúa.

Utilizo las TIC

Conoce el funcionamiento de diferentes tipos de termómetros en:

cmed.mx/FIS2041

Calor: energía en tránsito

Al hablar de calor y temperatura, el lenguaje científico y el coloquial dan un significado diferente a las palabras (revisa el cuadro). Un error habitual en la vida cotidiana es considerar que la temperatura es una medida del calor, o que son sinónimos.

En términos científicos, el calor es una forma particular de transferencia de energía que ocurre de manera espontánea cuando hay una diferencia de temperatura entre dos cuerpos o sistemas. No es en sí mismo una forma de energía (o fluido misterioso) que un objeto pueda contener o transferir de un cuerpo a otro.

Lenguaje coloquial	Lenguaje científico
El café está caliente.	La temperatura del café es alta.
El refrigerador enfría los alimentos.	El refrigerador extrae energía de los alimentos y la temperatura de éstos baja.
El abrigo calienta.	El abrigo impide que haya transferencia de energía de mi cuerpo al ambiente.
Hace mucho calor.	La temperatura del ambiente es alta.
Cierra la ventana que entra frío.	Cierra la ventana para evitar que la energía del interior de la habitación se transfiera al exterior, y disminuya la temperatura del interior.
Tiene fiebre, toqué su frente y se siente muy caliente.	La temperatura de su cuerpo se percibe superior a la normal.
En Italia suele hacer más calor que en Dinamarca.	La temperatura ambiental suele ser más alta en Italia que en Dinamarca.

Para entender mejor las diferencias entre calor y temperatura, es útil analizar cómo funciona un termómetro de mercurio, que consiste en un tubo de vidrio con un diámetro interno muy pequeño (tubo capilar) unido a una esfera de vidrio (bulbo) que contiene el mercurio.

Al ponerse en contacto con un cuerpo o sustancia que está a mayor temperatura que la del propio instrumento, las moléculas del vidrio exterior empiezan a vibrar con mayor rapidez y transmiten esta energía a las partículas del mercurio (metal), que se dilatará y ascenderá visiblemente por el tubo capilar.

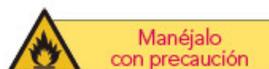
El calor en este caso es esa energía en tránsito que se presenta debido a la diferencia de temperaturas entre el termómetro y la sustancia que se mide.

Descubro y construyo

Identifico el equilibrio térmico entre dos materiales.

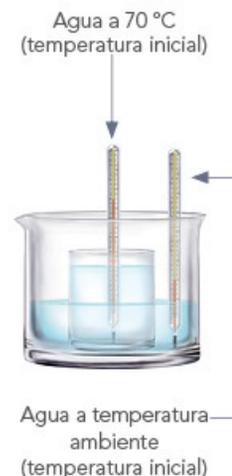
Material

- Un vaso con 200 ml de agua a 70 °C.
- Un recipiente de un litro con 200 ml de agua a temperatura ambiente.
- Dos termómetros (escala entre 0 y 100 °C).
- Un cronómetro. ■ Una pinza.



Procedimiento

- a. Metan, con precaución, el vaso con agua a 70 °C en el recipiente.
- b. Introduzcan los termómetros (uno en el agua caliente y otro en el agua del recipiente) y midan simultáneamente la temperatura de ambos líquidos.
- c. Activen el cronómetro y registren las temperaturas cada 30 s hasta alcanzar el equilibrio térmico (estado en la que la temperatura de ambos líquidos sea la misma).
- d. Esperen, una vez alcanzado el equilibrio térmico, 10 minutos y registren la temperatura de ambos líquidos.



Registro de datos

Etapa	Tiempo	Temperatura	
		Líquido 1	Líquido 2
Inicio	0 s	70 °C	Temperatura ambiente:
Transferencia de energía térmica entre líquidos 1 y 2	30 s		
	60 s		
Equilibrio térmico entre líquidos 1 y 2			
Transferencia de energía térmica entre líquidos y ambiente	10 min		

NOTA

Agreguen las filas que sean necesarias según el tiempo requerido para alcanzar el equilibrio térmico.

Análisis de resultados

- ¿Cómo pueden identificar que se han equilibrado las temperaturas de los materiales en este experimento? ¿Cuál es la dirección de la transferencia de energía antes de alcanzar el equilibrio térmico? Dibujen un esquema con base en el movimiento cinético de partículas.
- ¿Cuál fue la temperatura de equilibrio térmico? Analicen si corresponde al promedio de las temperaturas iniciales de los líquidos.
- Al alcanzar la temperatura de equilibrio térmico, ¿consideran que es diferente la energía cinética promedio de las partículas de ambos líquidos? Argumenten.
- ¿Por qué disminuye la temperatura de los líquidos después de un tiempo de haberse alcanzado el equilibrio térmico?



- ▶ Compartan su análisis de resultados con otro equipo e identifiquen los mejores argumentos.
- ▶ Repitan el experimento con 250 ml de agua a 70 °C y 100 ml de agua a temperatura ambiente.
 - ¿Qué diferencias identifican con respecto al primer experimento?
 - ¿Cuál experimento involucró más calor al poner en contacto los líquidos? Expliquen.

Equilibrio térmico

La transferencia de energía siempre se produce espontáneamente en una sola dirección: desde el cuerpo o sistema de mayor temperatura al de menor temperatura. Durante el proceso, el cuerpo o sistema de mayor temperatura pierde **energía térmica** que transfiere al cuerpo o sistema de menor temperatura. La transferencia de energía continúa hasta llegar a un punto de estabilidad conocido como **equilibrio térmico**, momento en el cual se iguala la temperatura de ambos cuerpos y cesa el flujo de energía.

Como observaste en la actividad anterior, la temperatura de equilibrio térmico depende de la masa de los cuerpos o sistemas involucrados en la transferencia de energía térmica. Del mismo modo, el calor es una magnitud física dependiente de la cantidad de materia, es decir, se trata de una **propiedad extensiva**.

Por ejemplo, si se ponen al fuego dos ollas idénticas, una con un litro de sopa y otra con medio litro, y a las dos se les suministra la misma cantidad de energía, el litro de sopa tardará más en alcanzar $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ que el medio litro.

La temperatura de equilibrio térmico y el calor también dependen de la composición molecular o atómica (partículas) de las sustancias involucradas en la transferencia de energía térmica.

Por ejemplo, si a un mismo volumen de agua y de alcohol se les suministra la misma cantidad de energía, el alcohol alcanzará más rápido una temperatura de $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esto se debe a una magnitud física conocida como calor específico. **14**

El calor específico se define como la cantidad de energía térmica que hay que suministrar a una unidad de masa de una sustancia para elevar su temperatura en una unidad.

GLOSARIO

Energía térmica. Es la energía que tiene un cuerpo o sistema asociada a la agitación térmica de sus partículas, y por lo tanto, a su temperatura. Su valor no depende de la cantidad de materia.

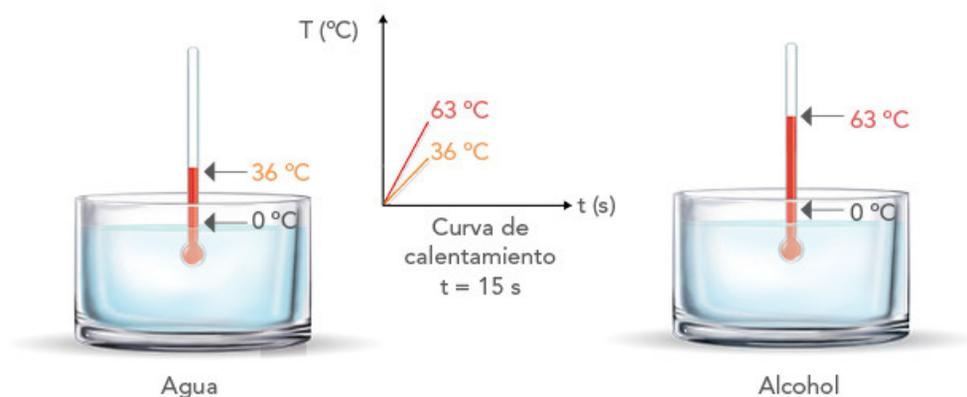
Propiedad extensiva. Tipo de propiedad física vinculada a la cantidad de materia de un cuerpo, como la masa o el calor.

Utilizo las TIC

Visita el laboratorio virtual "Efectos del Calor" y conoce cómo varía la transferencia de energía térmica al calentar distintas sustancias.

cmed.mx/FIS2042

Nota: Es necesario descargar o actualizar un programa.



14 Al calentar la misma masa de agua y alcohol, suministrando idéntica cantidad de energía por 15 segundos, el alcohol alcanzará una temperatura mayor que el agua. Esto se debe a que las moléculas de alcohol absorben la energía con mayor facilidad que las del agua. Por lo tanto, se puede deducir que el calor específico del agua es mayor que el del alcohol.



El equilibrio térmico es estudiado por la termodinámica, que es la rama de la física que estudia las leyes que rigen las relaciones entre la materia y el calor, así como otras formas de energía. Se basa en el estudio de las propiedades macroscópicas de un sistema derivadas del comportamiento microscópico.

Como leíste en el epígrafe de la lección, el célebre físico Albert Einstein se refirió a la termodinámica como una de las teorías físicas con mayor sustento, al punto de considerarla prácticamente indestructible. A la fecha, los postulados básicos de la termodinámica continúan vigentes, hecho que confirma la perspectiva de Einstein.

En los siguientes puntos se concretan algunas de las observaciones más importantes derivadas del estudio del equilibrio térmico:

1. La temperatura de equilibrio térmico depende de:
 - a. La temperatura inicial de los cuerpos o sistemas involucrados.
 - b. El calor específico de los cuerpos o sistemas involucrados.
 - c. La masa de los cuerpos o sistemas involucrados.
2. La velocidad de transferencia de energía térmica es mayor cuanto más grande es la diferencia de temperaturas de los cuerpos o sistemas involucrados.
3. Si las masas y los calores específicos de los cuerpos o sistemas involucrados son iguales, la temperatura de equilibrio es el promedio de las temperaturas iniciales.
4. Si los calores específicos de los cuerpos o sistemas involucrados son iguales, pero sus masas son diferentes, la temperatura de equilibrio se desplaza hacia la temperatura del cuerpo o sistema de mayor masa.
5. Si las masas de los cuerpos o sistemas involucrados son iguales, pero sus calores específicos son diferentes, la temperatura de equilibrio se desplaza hacia la temperatura del cuerpo o sistema de mayor calor específico.

Leo +

Para saber más acerca de la diferencia entre la temperatura y el calor, revisa el libro de:

Flores, Jorge, Tagüeña, Julia & Tagüeña, Carmen (2002). *Calor y temperatura*. México: SEP-Santillana (Col. Libros del Rincón).

Utilizo las TIC

Analiza, a través de esta simulación interactiva, el efecto de la variación de masa y temperatura inicial en el equilibrio térmico entre dos cuerpos.

cmed.mx/FIS2043

Nota: Es necesario descargar o actualizar un programa.



Recapitulo

1. La temperatura de una sustancia o un cuerpo es una medida de la energía cinética promedio de sus partículas.
2. El termómetro es el instrumento que se usa para medir la temperatura, cuyo funcionamiento se basa en el efecto que produce la variación de ésta en alguna propiedad de la materia.
3. Las escalas termométricas de mayor uso son la Celsius ($^{\circ}\text{C}$), la Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) y la Kelvin (K); esta última corresponde al ámbito científico.
4. El calor es una forma particular de transferencia de energía térmica que ocurre espontáneamente cuando hay una diferencia de temperaturas entre dos cuerpos o sistemas.
5. La transferencia de energía térmica siempre se produce espontáneamente en una sola dirección: desde el cuerpo o sistema de mayor temperatura al de menor temperatura.
6. Equilibrio térmico es aquel estado en el que se igualan las temperaturas de dos cuerpos o sistemas que inicialmente presentaban temperaturas distintas.

Evalúo mi aprendizaje

Itacate

Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Selecciona la respuesta correcta y argumenta por qué lo es:
 1. La existencia de calor se asocia:
 - a. Sólo a aquellos cuerpos que están calientes.
 - b. A cualquier cuerpo, pues todo cuerpo posee calor.
 - c. A situaciones en las cuales ocurre transferencia de energía térmica.
 2. En el interior de una caja que se haya mantenido cerrada herméticamente:
 - a. La temperatura de los objetos de metal es inferior a la de los de madera.
 - b. La temperatura de todos los objetos es la misma.
 - c. Ningún objeto presenta temperatura.
 3. Cuando se calienta un gas, aumenta su:
 - a. Temperatura, pero no su energía cinética promedio.
 - b. Energía cinética promedio, pero no su temperatura.
 - c. Energía cinética promedio, por lo tanto, su temperatura.
 4. Considera dos esferas idénticas, una en un horno caliente y la otra en un congelador. ¿Qué diferencia hay entre ellas?
 - a. La cantidad de calor contenido en cada una de ellas.
 - b. La temperatura de cada una de ellas.
 - c. Una presenta equilibrio térmico y la otra no.
 5. Compara tus argumentos con los de una pareja. ¿Cuáles son los más adecuados? Anoten sus conclusiones.
- II. Resuelve:
 6. Si dos monedas a diferentes temperaturas se ponen en contacto, ¿cómo puedes saber que han alcanzado el equilibrio térmico?
 7. ¿Por qué la escala Kelvin para medir temperatura se considera absoluta?
 8. El calor específico del aluminio es casi el doble que el del acero. Si a dos masas idénticas de estos metales se les suministra la misma cantidad de energía, ¿cuál alcanzará primero los 100°C ? Explica, usa esquemas.
- III. Comparte tus respuestas con las de otros integrantes del grupo. Corrijan si es necesario.

Logro ir **más allá**

Al cocinar alimentos es importante que alcancen una temperatura de cocción que garantice que no sobrevivan microorganismos que puedan causar enfermedades a los consumidores. Esto es de especial importancia en las carnes, sobre todo si se trata de trozos grandes, en los que, durante los primeros minutos de la cocción, la temperatura interna es inferior a la de la superficie.

La cocción de las carnes es segura si se garantiza que el centro de la parte más gruesa del trozo que esté cocinándose alcanza una temperatura interna de 70 °C.



Investigo cómo se mide la temperatura interna de los alimentos y reconozco la importancia del equilibrio térmico durante su cocción.

1. Investiguen qué tipo de termómetro es el más adecuado para medir la temperatura interna de los alimentos.
 - ¿Cuál es la base de su funcionamiento?
 2. Retomen lo que aprendieron acerca del equilibrio térmico y contesten:
 - Al cocinar un trozo de carne, ¿cómo se da la transferencia de energía y en qué momento se puede afirmar que se ha alcanzado la temperatura de equilibrio térmico? Expliquen con base en el modelo cinético de partículas.
 - Si se cocinan dos pedazos de la misma carne, uno grande y uno pequeño, ¿cuál requerirá mayor tiempo de cocción para alcanzar la temperatura interna recomendada? ¿Por qué?
 - Si se cocinan dos trozos de carne del mismo tamaño, pero de diferentes especies (res y pescado), ¿tardarán el mismo tiempo en alcanzar la temperatura interna recomendada? Argumenten.
-  ▶ Compartan sus respuestas en plenaria y enlisten las conclusiones más importantes a las que llegaron y regístralas en su Itacate de evidencias.
- ▶ La barbacoa es un platillo típico de la cocina mexicana. Indaguen, a manera de proyecto, acerca de su proceso de cocción y expliquen si éste garantiza que no sobrevivan microorganismos.

Para construir hipótesis es fundamental integrar los conocimientos adquiridos.



L12

¡Caliente, caliente!

Energía y calor

Cuando consideramos nuestros propios cuerpos, formados de manera tan admirable, observamos en el movimiento de nuestras extremidades una continua conversión de calor en fuerza viva, que bien puede convertirse de nuevo en calor.

JAMES JOULE



Identifico la generación de calor en mi cuerpo al hacer ejercicio.

¡Es momento de activar el cuerpo en grupo!



¿A dónde va el sudor cuando se seca sobre la piel?

1. Toca tu frente y mejillas antes de iniciar los ejercicios físicos, para que sientas la temperatura de tu piel.
2. Haz un poco de "calentamiento": da 10 saltos cortos hacia arriba, en el mismo lugar y con las manos en la cintura; luego haz 10 giros en redondo a cada tres saltos, por último continúa con 10 saltos, uno hacia adelante y otro hacia atrás. Fin del calentamiento.
3. Toca nuevamente tu frente y mejillas, ¿aumentó tu temperatura?, ¿estás sudando o aún no? Comunica tus sensaciones.
4. Sal al patio a trotar o haz paso "yogui" (carrera estacionaria) unos ocho minutos, esto equivale aproximadamente a un kilómetro.
5. Vuelve a tocar tu frente y mejillas, ¿estás sudando ya?

- Cuando sudabas, ¿qué pasó con la temperatura de tu piel, aumentó o disminuyó?
- ¿Hay un cambio de estado de la materia cuando sudas? ¿Por qué?
- ¿Cómo se define la energía y en qué unidades se mide?
- Dialoga con un integrante del grupo acerca de la relación que existe entre el movimiento y la temperatura. Consideren argumentos del modelo cinético de partículas para explicar dicha relación.



- ¿A qué se debe la sensación de calor en tu cuerpo?
- Al hacer ejercicio, ¿qué pasa con la sangre que circula por nuestras venas?, ¿es deseable tener la presión alta?, ¿por qué?

Cuando corrieron juntos, ¿eras consciente de quienes corrían más lento que tú?, ¿cómo te hizo sentir? Externa tu emoción.



La percepción de la temperatura

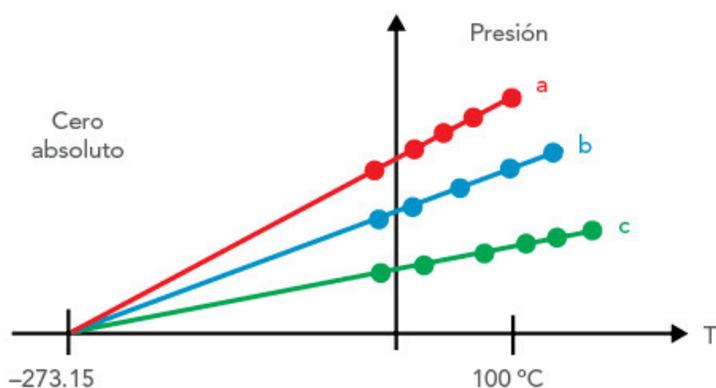
El concepto de temperatura se deriva de ideas cualitativas acerca de lo "caliente" y lo "frío", que a su vez se basan en nuestro sentido del tacto. Un cuerpo que se percibe "caliente" al tocarlo, en general tendrá una temperatura más elevada que otro percibido como "frío"; pero esto es poco preciso, pues los sentidos nos pueden engañar.

No obstante, muchas propiedades que sí podemos medir de la materia dependen de la temperatura, por ejemplo, la longitud de una varilla de metal, la presión del vapor en una caldera, la capacidad de un alambre para conducir una **corriente eléctrica** y el color de un objeto tan caliente que brilla. De hecho, todas estas propiedades de la materia se aprovechan para construir termómetros de distintos tipos.

La temperatura, como sabes, también se relaciona con la energía cinética de las partículas de la materia, por ejemplo, en un globo, las moléculas del gas golpean las paredes del recipiente que lo contienen.

Imagina, en este caso, que cada partícula fuera una pelota de ping-pong y que tuvieras mil de ellas rebotando sin cesar en una habitación cerrada por completo. Si redujeras la habitación a la mitad de sus medidas originales, entonces las pelotas golpearían con más frecuencia las paredes y con mayor velocidad, y si la redujeras cada vez más, éstas chocarían "enloquecidas" entre sí y con los muros, aumentaría mucho la presión sobre éstos debido al golpeteo, así, cada golpe calentaría las paredes, es decir aumentaría su temperatura.

Como aprendiste, la temperatura del cero absoluto (0 K) equivale a $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$, pero una temperatura tan baja no se ha podido medir nunca con un experimento. ¿Cómo se determinó, entonces? Aquí se echó mano del modelo gráfico que representa la relación entre la presión y la temperatura, como se muestra en la gráfica. **15**



15 Es posible medir la temperatura con un **termómetro de gas**, de volumen constante; las rectas que se obtienen representan distintas cantidades de gas: entre más gas hay en el termómetro más alta es la presión y más inclinada la recta en la gráfica. Todas las rectas convergen en el cero absoluto.

GLOSARIO

Corriente eléctrica. Movimiento ordenado de cargas a través del conductor en un circuito eléctrico. La intensidad de la corriente se mide por la cantidad de carga circulante en unidad de tiempo: $I = q/t$. Su unidad de medida es el amperio (A).

Leo +

Conoce, de una manera fácil y accesible, los fundamentos cinéticos del calor en:

Feynman, Richard. (2016). *Seis piezas fáciles*. Capítulo 4. Barcelona: Crítica.

Calor y transferencia de energía calorífica

Es muy importante comprender la diferencia entre la temperatura y el calor. La temperatura depende del estado físico de un material y en la escala macroscópica es la descripción cuantitativa de qué tan caliente o frío lo sentimos. En cambio, en la física el término calor siempre se refiere a la energía en tránsito de un cuerpo a otro debido a sus diferencias de temperatura, nunca se refiere a la cantidad de energía contenida dentro del cuerpo. Al correr, el cuerpo suda porque necesita disipar calor a fin de impedir un sobrecalentamiento, es decir, regula la temperatura al transferir calor al ambiente.



Descubro y construyo

Describo la transferencia de energía calorífica.

1. Realicen este experimento en su casa o en un restaurante.

Material

- Dos tazas de cerámica del mismo tamaño.
- Una taza o jarra metálica.
- Dos termómetros.
- Una estufa.
- Un congelador.
- Agua.

Procedimiento

- a. Introduzcan durante media hora una de las tazas en el congelador.
- b. Calienten agua hasta que comience a hervir.
- c. Saquen la taza del congelador y viertan con cuidado el agua caliente en ambas tazas hasta llenarlas.
- d. Coloquen un termómetro en cada una de las tazas y pasados cinco minutos tomen la lectura de cada uno.



Manéjalo
con precaución

Registro de datos

2. Anoten sus observaciones y la temperatura registrada en cada taza.

Análisis de resultados

- Al verter la misma cantidad de agua en cada taza, ¿se transfiere igual cantidad de calor en cada caso?
- ¿El agua en las tazas está a la misma temperatura? ¿Por qué?
- ¿A dónde se transfirió el calor al verter el agua en cada taza?



► Investiguen el funcionamiento de un equipo de aire acondicionado.

- ¿A dónde se transfiere el calor de una habitación con aire acondicionado?
- ¿Cuántas transferencias de calor ocurren entre una habitación, con un equipo de aire acondicionado, y el exterior?

Utilizo las TIC

Descubre los procesos físicos del calor y la temperatura en:

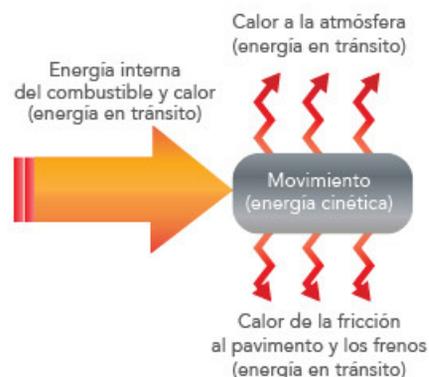
cmed.mx/FIS2045

Es posible cambiar la temperatura de un cuerpo si se agrega o extrae calor de él, o bien si se le agrega o retira energía por otros medios, por ejemplo, agitándolo. Si cortamos un cuerpo en dos mitades, cada una de éstas estará a la misma temperatura que cuando estaban unidas, pero para elevar en cierta cantidad la temperatura de sólo uno de los trozos, es necesario agregar la mitad del calor que se requiere para elevar en la misma cantidad la temperatura del conjunto antes de dividirlo.



Transformación de energía calorífica

Durante la mayor parte de su existencia, la humanidad ha obtenido de sus músculos o los de algunos otros animales la energía que necesitaba para hacer trabajo. La Revolución industrial cambió esto al transformar la **energía interna** de un combustible en energía cinética, es decir, la energía toma tres formas en las máquinas que queman combustible. **16**



Imagina que echas a rodar una pelota por un plano inclinado de varios kilómetros de longitud. Al rodar, se agitan las partículas del material del que está hecha la pelota, y esta agitación hace que choquen unas contra otras, lo cual genera calor. Cuando la pelota se detiene al final del plano inclinado, el movimiento de las partículas continúa durante un tiempo, y esto lo sabríamos si midiéramos con un termómetro muy preciso la temperatura de la pelota, pues ésta se habría elevado. Del mismo modo, cuando un atleta "calienta" antes de una competencia, las partículas de sus músculos se agitan y por ello se calientan, con lo que el arranque de la actividad deportiva es mucho más fácil y seguro.

16 Cuando se pone en marcha una **máquina térmica**, la energía es transmitida varias veces en forma de calor.



Descubro y construyo

Analizo el equivalente mecánico del calor.

1. Lleven a cabo el experimento en casa. Reutilicen el agua empleada.

Material

- Un termo de un litro de capacidad.
- 750 ml de agua.
- Un termómetro de mercurio.

Procedimiento

- a. Vierte el agua en el termo hasta tres cuartas partes de su capacidad.
- b. Mide la temperatura del agua.
- c. Cierra el termo perfectamente.
- d. Agita el termo durante 10 minutos, y alterna con tus amigos.
- e. Abre el termo y mide la temperatura.
- f. Vacía el agua, repite el experimento desde el primer paso, variando el tiempo de agitación a 20 y 30 minutos. Usa exactamente la misma cantidad de agua.

Registro de datos

2. Anoten el tiempo de agitación y la temperatura registrada en cada caso.

Análisis de resultados

- ¿Por qué se utilizó un termo?
- ¿Por qué debe mantenerse el mismo volumen de agua?



- ¿Qué demuestra la actividad que acaban de hacer en términos de la relación entre el movimiento de las partículas del agua y los cambios en la temperatura?
- ¿Qué significa esto en cuanto al calor?
- ▶ Expliquen sus respuestas y discúptanlas con otros equipos para elaborar una conclusión grupal. Guarde, cada quien, su trabajo en el Itacate de evidencias.

GLOSARIO

Energía interna. Es la suma de todos los tipos de energía asociadas a las partículas que forman un cuerpo, e incluye, para cada una, la energía cinética debida a sus movimientos y la energía potencial asociada a las interacciones entre éstas.

Máquina térmica. Cualquier equipo que utilice la quema de un combustible y transfiera energía en forma de calor entre varias partes del sistema.

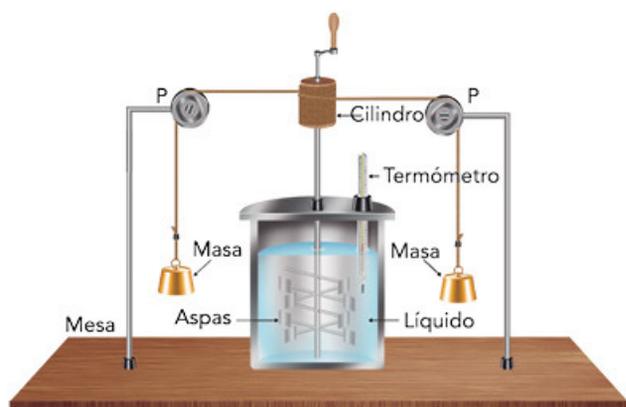
Utilizo las TIC

Acepta el reto para determinar el equivalente mecánico del calor en:

cmed.mx/FIS2046

Equivalente mecánico del calor

A lo largo del tiempo en que la humanidad hizo estudios acerca de los fenómenos en los que interviene el calor, fue aclarándose poco a poco su verdadera naturaleza. Al principio se hablaba del calor como un fluido que abandonaba un cuerpo o sistema para pasar a otro con el que se ponía en contacto; a ese fluido o sustancia se le dio el nombre de calórico. Sin embargo, gracias a los trabajos del físico británico James Prescott Joule en 1870, se perfiló la idea de que el calor sólo existe durante los intercambios, no es algo que los cuerpos o sistemas "poseen" en modo alguno: el calor es una forma de energía.



17 Dispositivo empleado por Joule para la medición del equivalente mecánico del calor. Las masas conocidas se enrollan sobre el cilindro con una cuerda que pasa por dos poleas bien engrasadas. La altura de las masas sobre el suelo es conocida, y la temperatura del líquido se mide con el termómetro.

Para ello, Joule ideó un ingenioso experimento con el que demostró que el calor se puede obtener a partir de la energía mecánica. Antes de este experimento, se pensaba que calor y energía eran dos magnitudes diferentes, por lo que las unidades en que se medían ambas eran también distintas. La unidad de calor que se usaba era la caloría, donde una caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua destilada.

El célebre experimento de Joule consiste en un dispositivo donde se produce agitación en una cantidad conocida de líquido mediante unas aspas movidas por un par de pesas de masa conocida que van cayendo desde una altura también conocida. Con un termómetro se mide el aumento en la temperatura derivado del movimiento del líquido, cuya energía cinética se calcula al conocer la energía potencial gravitatoria original. 17

De esta forma, Joule determinó el valor exacto de energía mecánica que se transformó en calor; a esto se le llama equivalente mecánico del calor y hace referencia a que el movimiento y el calor son equivalentes, de tal suerte que se establece que: $1 \text{ caloría} = 1486 \text{ J}$.



Descubro y construyo

Analizo el experimento de Joule para ver la relación entre energía mecánica y calor.

1. Explica, con una pareja, en qué se parece el dispositivo que usaron en la actividad anterior al experimento de Joule.
2. Investiguen cómo logró Joule controlar la transferencia de calor del líquido al ambiente en la construcción del dispositivo de su experimento.



► Discutan en el grupo lo siguiente:

- Cuando tienen calor, ¿es recomendable hidratarse con bebidas calientes o frías? Justifiquen su respuesta.
- Guarden sus notas por escrito en su Itacate de evidencias.

Utilizo las TIC

Conoce más acerca del experimento de Joule, en:

cmed.mx/FIS2044



Principio de conservación de la energía

Uno de los conceptos más importantes de la termodinámica es el de energía interna, ¿en qué consiste? La materia está formada por partículas que tienen energía cinética y energía potencial. La energía interna de un sistema puede entenderse como la suma de todas las energías cinéticas de sus partículas más la suma de todas las energías potenciales de ellas.

Si agregamos calor al sistema aumentará su energía interna, y viceversa: si el sistema hace trabajo su energía interna disminuirá y habrá un desprendimiento de calor hacia el medio ambiente. Lo anterior puede expresarse así:

$$\text{Calor} = \text{Energía interna} + \text{Trabajo}$$

O bien, si Q denota el calor, U la energía interna, y W el trabajo, entonces, la ecuación es:

$$Q = U + W \quad (1)$$

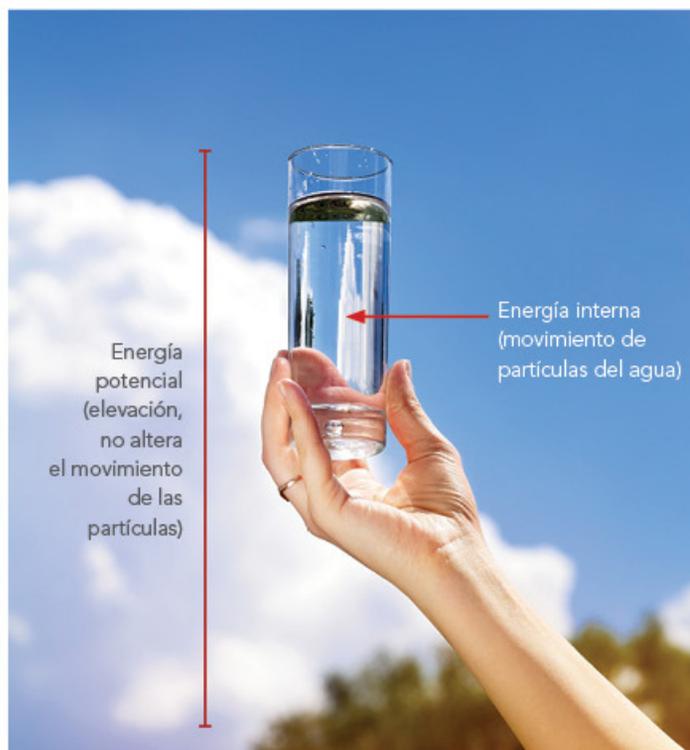
Esto puede expresarse con palabras de una forma sencilla:

La energía no puede crearse ni destruirse, sólo puede transformarse de una forma en otra.

Ten siempre presente que la energía interna no incluye la energía potencial, pues ésta se debe a la elevación de un cuerpo sobre cierto nivel de referencia y no tiene nada que ver con el movimiento de las moléculas del cuerpo.

Esto es fácil de ver si consideras que un vaso de agua tiene energía interna debido al movimiento de las moléculas del líquido, y si subes y bajas el vaso ésta no sufre ninguna alteración: cambia la energía potencial del agua pero no su energía interna. ¹⁸

¹⁸ Elevar un vaso de agua no influye en el movimiento de las partículas del líquido (energía interna), pero sí incrementa su energía potencial. Esta situación no se traduce en intercambio de calor.



Leo +

Analiza a fondo la naturaleza del fuego, del calor y la energía, y su relación con el movimiento en:

Rius de Riepen, Magdalena y Castro, Mauricio. (2003). *Calor y Movimiento*. México: FCE-SEP-Conacyt (Colección La Ciencia para todos).



Recapitula

1. Todos los materiales están constituidos por átomos y moléculas, y el movimiento aleatorio de éstos produce calor, y en el caso de los gases, presión sobre el recipiente que los contiene.
2. La temperatura es la expresión cuantitativa de qué tan "caliente" o "frío" se percibe un objeto. El calor es energía en tránsito.
3. Un combustible contiene energía interna (energía química), que se convierte en trabajo (movimiento, en el caso de los vehículos motorizados) y calor.
4. La energía interna no es energía potencial.
5. La energía contenida en un sistema es constante, lo que quiere decir que el calor es igual a la suma del trabajo realizado más el calor liberado al hacerlo. Esto se conoce como de qué tan "caliente" o "frío" se percibe un objeto.
6. Una manera de expresar el principio de conservación de la energía es: La energía no puede crearse ni destruirse, sólo puede transformarse.

Evalúo mi aprendizaje

Itacate

Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Selecciona la respuesta correcta y al terminar verifica tus resultados en pareja.
 1. Un buzo se encuentra a 12 m bajo el mar, ¿cuál es la presión que soporta? La densidad del agua del mar es de $1\,027\text{ kg/m}^3$ a $4\text{ }^\circ\text{C}$.
 - a. $12\,324\text{ kPa}$.
 - b. 12.324 Pa .
 - c. 12.324 kPa .
 2. Una prensa hidráulica eleva un automóvil que pesa 19.62 kN . Lo levanta sobre una plataforma circular que tiene 2.5 m de diámetro, ¿cuál es la presión que ejerce el automóvil sobre la plataforma?
 - a. 3.997 kPa .
 - b. 3.997 Pa .
 - c. $3\,777\text{ kPa}$.
 3. Una corredora bebe agua a $33.0\text{ }^\circ\text{F}$, la cual eventualmente estará a su temperatura corporal de $98.60\text{ }^\circ\text{F}$. ¿Cuál será la temperatura final del agua?
 - a. $33\text{ }^\circ\text{C}$.
 - b. 37 K .
 - c. $37\text{ }^\circ\text{C}$.
 4. Si cada casa del planeta tuviera un sistema de aire acondicionado funcionando todo el tiempo, a largo plazo:
 - a. La atmósfera de la Tierra se enfriaría.
 - b. La atmósfera de la Tierra se calentaría.
 - c. La atmósfera y las casas llegarían al equilibrio térmico.
 5. Es imposible construir una máquina de movimiento perpetuo porque:
 - a. Habría una pérdida de calor irre recuperable.
 - b. Habría un aumento del trabajo de la máquina.
 - c. La energía interna de la máquina no cambiaría.
- II. Responde:
 6. Explica en términos de energía, ¿cuál es la relación entre presión y temperatura?
 7. ¿Qué pasa con el calor de tu cuerpo cuando sudas? Explica y argumenta.
 8. ¿Cómo relacionarías el epígrafe de esta lección con lo que has aprendido?
 9. ¿Hay diferencias entre tus respuestas y las de otros integrantes del grupo? Aclaren sus dudas y dialoguen acerca de lo que aprendieron en esta lección.

Logro ir **más allá**



La energía requerida para desarrollar un deporte proviene de los alimentos y tiene que ver con la intensidad de la respiración durante la actividad.

Investigo cuánta energía requiero al hacer determinado ejercicio.

Cuando haces cualquier actividad física conviertes la energía interna de los alimentos en trabajo, energía cinética y calor. Imagina que levantas con un brazo una mancuerna de 10 kg, luego corres 2 km, y finalmente nadas 800 m.

1. Calculen el peso (no la masa) de la mancuerna.
2. Utilicen la definición de energía para calcular cuánta se requiere para subir y bajar 10 veces la mancuerna.
3. Si un amigo tuyo afirma que "pesa" 45 kg, y corre contigo 2 km, ¿es correcta su afirmación sobre su peso?, ¿cuánta energía utiliza? Si tu masa es de 40 kg, ¿cuánta energía usan los dos para correr los 2 km?
4. La digestión de los alimentos es una forma de combustión, por lo que produce calor, y requiere del oxígeno proveniente de la respiración, de ahí que los entrenadores de atletas de alto rendimiento deban discernir entre un deporte aeróbico de uno anaeróbico, ¿cuál es la diferencia entre ellos?



- ▶ Comunica, en plenaria, tus respuestas y cada integrante del grupo mencione una conclusión de esta lección que considere importante.
- ▶ Planteen preguntas de situaciones que les interesen y propongan un proyecto de investigación relacionado con alguna de ellas.
- ▶ Registren sus ideas y conclusiones en su Itacate de evidencias.

El trabajo en equipo requiere **empatía y tolerancia** hacia otras personas cuando aciertan o fallan al dar una respuesta.

En un motor, ¿se conserva la energía?

Durante un tiempo me abandoné totalmente al placer intenso de imaginar máquinas y concebir formas nuevas. Era un estado mental de felicidad casi tan absoluto como jamás he conocido otro en la vida.

NIKOLA TESLA



Exploro

Describo el funcionamiento de un motor que quema combustible.

1. En nuestra vida cotidiana están presentes los motores de muchas formas.
 - ¿Qué es un motor?
2. Lee la siguiente explicación que se difundió en un periódico y usa las pistas para definirlo con tus palabras.
 - ¿Cómo funciona un motor de combustión interna?

GLOSARIO

Pistón. Pieza que se encuentra en el interior de un cilindro y que se desplaza hacia arriba y hacia abajo.

Un motor tiene normalmente cuatro fases por las que tiene que pasar para realizar un ciclo completo.

Ciclo de admisión: el pistón baja dentro del cilindro aspirando una mezcla de oxígeno y combustible por la válvula de entrada, mientras que la de salida está cerrada.

Ciclo de compresión: ambas válvulas se cierran. El pistón sube, comprimiendo la mezcla de combustible y oxígeno.

Ciclo de explosión: en este punto, la bujía produce una pequeña chispa en la mezcla y se produce la explosión que hace bajar al pistón, produciendo el movimiento.

Ciclo de escape: el pistón vuelve a subir y la válvula de salida se abre dejando escapar los gases producidos por la explosión."



Un motor es un dispositivo que transforma energía de algún tipo en energía cinética (movimiento) y energía térmica (calor).

Fuente: Martínez-Gracida, Ana. (10 de marzo de 2018). "¿Cómo funciona un motor de combustión interna?" *El Sol de México*, disponible en: cmed.mx/FIS2047

3. Dibuja un cilindro para cada uno de los ciclos descritos en el texto anterior, no olvides las válvulas de entrada y salida, ni la bujía y la posición del pistón en cada ciclo.
 4. Compara tu dibujo con otros integrantes del grupo para responder:
 - ¿Qué significa motor de combustión interna?
-  • ¿Por qué consideras que en el aire de las grandes ciudades haya gasolina sin quemar, en forma de vapor, entre otros contaminantes?



La energía calorífica y el movimiento

En 1769 James Watt inventó la máquina de vapor sin comprender cómo se convertía el calor en movimiento: la combustión del carbón ocurría en el exterior, a diferencia de lo que sucede en los motores de "combustión interna".

El motor de combustión interna comenzó como una evolución de la máquina de vapor, y tuvo desarrollos sucesivos hasta que en 1886 Karl Benz construyó el primer automóvil de tres ruedas, luego uno de cuatro, y desde entonces el número de autos ha venido aumentando en todo el mundo, todos expulsando gases por su escape.

En el motor de un automóvil ocurre una reacción química que produce calor que se convierte en energía mecánica, esta transformación es parcial, no puede ser total, ¿por qué?



Descubro y construyo

Construyo un motor de combustión externa para inferir la transformación del calor en movimiento.

1. Consigan el siguiente material:

- Una lata vacía y limpia, como las de atún.
- Cerillos o encendedor.
- Una mesa.
- Un poco de alcohol medicinal.
- Un litro de agua.

Procedimiento

- a. Viertan un poco de agua en la lata y muevan para que se humedezcan todas las paredes interiores y el fondo.
- b. Coloquen la lata boca abajo sobre una superficie lisa.
- c. Viertan un poco de alcohol sobre la tapa superior de la lata.
- d. Acerquen un cerillo para que se encienda el alcohol.
- e. Observen si la lata se desliza.
- f. Repitan el experimento con diferentes cantidades de agua.



Registro de datos

2. Midan el desplazamiento que tiene la lata en cada caso, y ordenen los datos en un cuadro.

Análisis de resultados

- ¿A qué se debe el movimiento de la lata?
- ¿Cómo podría lograrse el movimiento durante un mayor tiempo?



- ¿En qué son semejantes este experimento y una máquina de vapor?
- ▶ Expliquen y comparen sus respuestas con las del resto del grupo. Conserve sus conclusiones en el Itacate de evidencias.

Máquinas de calor

La energía mecánica que produce el movimiento del aire (viento) y del agua son, sin duda, alternativas tecnológicas para producir energía; sin embargo, lo que ha predominado es convertir la energía calorífica en energía mecánica mediante la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) para mover máquinas o impulsar vehículos.

Leo +

Súbete a un tren de vapor y haz un recorrido por la historia de nuestra nación en:

Morelos habla. (2016). "La locomotora 279, testigo de la época revolucionaria en Cuautla", disponible en:

cmed.mx/FIS2048

Cualquier aparato que transforme calor en trabajo o energía mecánica se llama máquina de calor. Todos los vehículos motorizados, excepto los eléctricos, usan máquinas de calor para impulsarse, mientras que los vehículos híbridos utilizan su motor de combustión interna para recargar las baterías de su motor eléctrico.

En un motor de combustión interna por lo general ingresa cierta cantidad de materia (combustible) que pasa por un ciclo de entrada, compresión, expansión y salida, en ocasiones acompañado de un cambio de estado (de líquido a gas, por ejemplo). La materia que pasa por ese ciclo se denomina sustancia de trabajo, en los motores de combustión interna es una mezcla de combustible y aire, mientras que en una máquina de vapor (combustión que ocurre en el exterior) es el agua. ¹⁹



¹⁹ Si bien han desaparecido los ferrocarriles de vapor, que sólo existen en museos, estuvieron en boga durante el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX.

Nuestra sociedad tecnológica se caracteriza sobre todo por producir energía por medio de máquinas que convierten la energía calorífica en trabajo. Desde que James Watt inventó la máquina de vapor, ésta ha evolucionado hasta convertirse en motores y turbinas de alto rendimiento.

Descubro y construyo

Construyo una máquina de vapor para comprender cómo se convierte la energía calorífica en movimiento.

1. Indaguen sobre las características y propiedades de estos materiales* y experimenten:

Material

- Una lata de refresco vacía.*
- Tres popotes.*
- Una cinta de tela adhesiva.
- Un cartón corrugado y papel aluminio.*
- Una vela o una parrilla eléctrica.
- Cerillos o encendedor.
- La mitad de un vaso de agua.



Procedimiento

- a. Hagan una perforación del diámetro de un popote en el centro de la tapa circular superior de la lata (donde está la abertura por donde se bebe).
- b. Coloquen los popotes en la perforación de la lata.
- c. Viertan un poco de agua dentro de la lata por la abertura por donde se bebe el refresco, no debe quedar llena.
- d. Sellen muy bien con tela adhesiva la abertura por donde se toma el refresco.
- e. Usen el cartón corrugado y el papel aluminio para cubrir la lata.
- f. Calienten con cuidado el agua en la parrilla o con la vela.
 - ¿Qué esperan observar?

¿Cómo utilizarían estos materiales para construir una máquina de vapor?



Registro de datos

2. Observen lo que ocurre y tomen nota de ello.
3. Registren el tiempo en que tarda en salir vapor del dispositivo.
4. Comprueben si ocurren cambios al aumentar y bajar la intensidad del calor. Expliquen a qué se debe.

Análisis de resultados

- ¿Qué cambios observaron en los materiales?, ¿a qué se deben?
- Antes de aplicar calor a la lata, ¿hay energía en el agua?
- ¿Cuántas transformaciones de energía ocurren en el experimento, entre la fuente de calor y los popotes?



- ▶ Compartan sus resultados con los del resto del grupo y en plenaria respondan:
 - ¿Se cumplió su predicción? Expliquen.
 - ¿A qué puede deberse que en algunos dispositivos empieza a salir vapor antes que en otros?
 - ¿Cómo consiguieron el movimiento en los popotes mediante el vapor? Expliquen.
- ▶ Representen en un modelo el par de fuerzas del fenómeno que observaron.
- ▶ Describan en un diagrama las transformaciones de la energía entre la fuente de calor y los popotes.

Motores de dos tiempos

Existen motores de combustión interna, conocidos como motor de dos tiempos, que ejecutan los cuatro tiempos (admisión, compresión, combustión y escape) en sólo dos movimientos del pistón:

1er. movimiento: realiza la admisión y la compresión al mismo tiempo.

2do. movimiento: ejecuta la explosión y el escape.

Este motor se inventó en 1878 y pronto se adaptó a una motocicleta y a motores de embarcaciones pequeñas. Estos motores son más contaminantes y generan menos potencia que los de cuatro tiempos. ²⁰

Como revisamos al principio de la lección, los motores de cuatro tiempos realizan cuatro movimientos del pistón para cada fase: admisión, compresión, combustión y escape. En principio, los motores de dos tiempos son más sencillos, livianos y económicos que los de cuatro, pero como el aceite se mezcla con el combustible, producen más residuos sobre sus partes y expulsan por el escape algo de combustible que no se quema de todo.



²⁰ Las motocicletas utilizan motores de dos tiempos, pero al ser éstos más contaminantes que los de los automóviles (cuatro tiempos) no son una buena opción para sustituirlos.

¿Qué situaciones han favorecido la proliferación del uso de motocicletas?, ¿qué opinas al respecto?

Motores diésel

Un motor diésel opera de modo similar a uno de gasolina, y la diferencia más importante es que al iniciar la etapa de la compresión no hay combustible en el cilindro, y un poco antes de que comience la etapa de compresión tiene lugar la inyección de combustible al cilindro; debido a la alta temperatura producida durante la compresión el combustible hace ignición en forma espontánea, sin necesidad de una chispa de alguna bujía.

Si bien los motores diésel son muy eficientes, deben construirse con mucha más precisión que los de gasolina, además de que el sistema de inyección requiere un mantenimiento riguroso.

Utilizo las TIC

Navega en este recurso interactivo para conocer más sobre el motor de combustión interna:

cmed.mx/FIS2049



El calor disipado

Cualquier máquina de calor produce energía cinética y energía térmica. La expresión energía térmica es sinónimo de calor y se utiliza para facilitar la comprensión del hecho de que la energía potencial de la gasolina se transforma en energía térmica.

El motor de un automóvil, al estar en funcionamiento, se calienta, al igual que la cubierta del motor y el aire en contacto con éste; al frenar el auto, las llantas y **balatas** se calientan, así como el pavimento; y por el tubo de escape del vehículo sale humo caliente.

Todo ese calor termina por pasar a la atmósfera, donde se disipa y ya no puede ser recuperado para ningún uso: el calor es energía en su forma menos utilizable, pero energía al fin. ²¹



²¹ Una fotografía **infrarroja** muestra las imágenes coloreadas de acuerdo con la temperatura de sus superficies. ¿Por qué consideras que los vehículos que se muestran tienen sus techos y costados rojos o amarillos (es decir, calientes), y las llantas aparecen azules (frías)? Discute con tu pareja las diversas tonalidades del pavimento.

Los gases que salen por el tubo de escape son sobre todo dióxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno. Estos productos son gases provenientes de la quema de la gasolina en el motor, es decir que la gasolina sufrió un cambio del estado líquido al gaseoso.

Además, cuando la radiación **ultravioleta** de la luz solar interactúa con dichos gases expelidos produce el **smog fotoquímico**, de graves consecuencias en la salud de los seres vivos.

A partir de 1890 comenzó a registrarse la temperatura del planeta, y el calor expelido por la quema de combustibles fósiles coincide con precisión con el incremento de temperatura observado desde entonces.

Utilizo las TIC

Rehidrata tu cuerpo antes de descubrir cómo ha aumentado la temperatura de la superficie de la Tierra en:

cmed.mx/FIS2050

GLOSARIO

Balatas. Elementos de metal esponjoso que forman parte del sistema de frenos de un automóvil.

Infrarrojo. Radiación no visible en uno de los extremos del espectro electromagnético.

Ultravioleta. Radiación no visible en el extremo opuesto al infrarrojo del espectro electromagnético.

Smog fotoquímico. La palabra smog proviene del inglés *smoke* (humo) y *fog* (niebla). El smog fotoquímico se forma cuando la luz solar, al incidir en las diversas partículas contaminantes que se encuentran en la atmósfera, genera reacciones químicas que dan lugar a otros productos nocivos.

¿Sientes **empatía** con las personas que habitarán la Tierra en 100 años?, ¿cuál es tu compromiso?

Descubro y construyo

Contrasto información y la valido con una actitud crítica.

1. Lee, en pareja, el siguiente texto:

Varios países **insulares** desaparecerán con el aumento que tendrá el nivel del océano hacia 2050. México también será uno de los más afectados en el siglo XXI debido a dos efectos:

Por un lado, las ciudades más grandes ubicadas en la costa del golfo de México quedarán bajo el agua.

Por otro, se extenderán los desiertos en toda la región central, desde Querétaro hasta más allá de la frontera con Estados Unidos de América.

- ¿Cuáles son las razones por las que podría ocurrir esto?

2. Expliquen si el contenido de la nota se sustenta por sí mismo o no.

 • ¿Cómo completarían la nota para sustentar con bases científicas lo que se indica? Escríbanla y citen sus fuentes.

GLOSARIO

Insular. Relativo a una isla.

Inercia térmica. Propiedad que indica la cantidad de calor que puede ceder o absorber un cuerpo y la velocidad con que lo hace.

22 Esta gráfica muestra que la temperatura del planeta ha aumentado en forma sostenida desde principios del siglo XX. ¿Qué opinas acerca de este fenómeno?

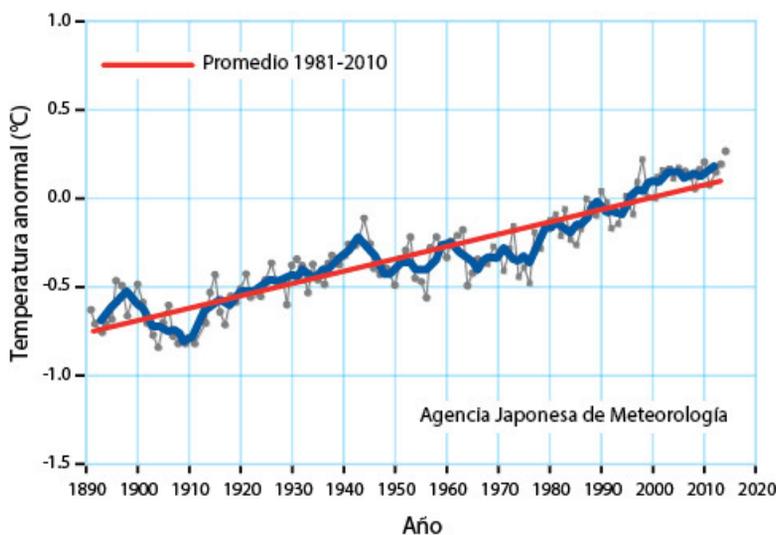
Los gases expelidos y el calentamiento del planeta

Hoy día existen múltiples evidencias que muestran que está en marcha un cambio climático que se manifiesta en el calentamiento del planeta.

El argumento irrefutable es el continuo incremento de la temperatura a partir de 1880, como consecuencia de las actividades humanas, cuyo efecto sobre la naturaleza no es exagerado: somos una especie que está transformando la química de la atmósfera a través de la quema de combustibles fósiles y esto tiene repercusión en la destrucción de los hábitats naturales.

Es de esperarse que el calentamiento global seguirá ocurriendo en el futuro al grado de que, aunque cesara de inmediato la quema de los combustibles fósiles, quizá deban transcurrir mil años antes de que la Tierra comience a enfriarse debido a la **inercia térmica**, que es el tiempo que se requiere para que un líquido se enfríe y que es más largo en comparación con el que toma calentarlo. 22

Promedio Anual de Temperatura





El efecto invernadero

Entre los gases expelidos por los motores de combustión interna se encuentran el dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, que, al acumularse en la parte alta de la atmósfera, aunque permiten la entrada de la radiación solar, impiden su salida, lo que provoca el efecto invernadero. Esto es similar a lo que ocurre en un invernadero construido **ex profeso** para conservar el calor, con lo que la temperatura de la Tierra, en ciertas regiones, se eleva año con año.

GLOSARIO

Ex profeso. A propósito, con intención.



Descubro y construyo

Reproduzco el efecto invernadero para observar la rapidez del incremento de la temperatura cuando no hay escape de calor.

1. Analicen el esquema e investiguen en fuentes confiables más información sobre el efecto invernadero.
2. Diseñen un experimento que permita describirlo.

Material

3. Sugieran el mínimo material posible. Consideren sus propiedades.

Procedimiento

4. Realicen el experimento, hagan varias pruebas hasta que se cumplan las predicciones.
5. Redacten el procedimiento para que otras personas lo reproduzcan.
6. Indiquen qué datos se deben observar.

Registro de datos

7. Compartan con otros equipos su trabajo y registren la diversidad de experimentos.

Análisis de resultados

- ¿Qué podrían decir sobre lo que han aprendido?
- ¿Qué tan importante es la creatividad para el aprendizaje colectivo?



- ▶ Evalúen, en plenaria, las propuestas de sus experimentos.
- ▶ Además del cambio de temperatura provocado por el efecto invernadero, ¿cómo afectan los gases y las partículas emitidas por los motores a los seres vivos? Mencionen ejemplos.



Utilizo las TIC

Explora qué es el cambio climático, sus consecuencias en:

cmed.mx/FIS2051

cmed.mx/FIS2052



Recapitulo

1. Los motores de combustión interna transforman la energía interna del combustible en movimiento. Esta transformación es parcial, no total, porque una parte de la energía se convierte en calor disipado que pasa a la atmósfera y es irrecuperable.
2. Las motocicletas y las lanchas de motor (fuera de borda) usan "motores de dos tiempos", que son más contaminantes.
3. En la máquina de vapor, inventada en 1769, la sustancia de trabajo es el agua y el combustible el carbón que se quema en el exterior de la caldera, por lo que se trata de un "motor de combustión externa".
4. Los motores de combustión interna funcionan al transformar directamente la energía térmica, resultado de quemar combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), en energía mecánica. Como resultado, expulsan gases como dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno.
5. Los gases expulsados por los motores de combustión interna reaccionan químicamente con la luz solar y generan una "niebla fotoquímica" o smog que está en todas las grandes ciudades. También se acumulan en la parte alta de la atmósfera y producen el "efecto invernadero".
6. El efecto invernadero está calentando el planeta cada vez más, ha derretido masas de hielo del polo norte y está en vías de hacerlo con las del polo sur, esto elevará el nivel del mar y extenderá los desiertos a todos los continentes.

Evalúo mi aprendizaje

Itacate

Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Reúnete en pareja, realicen lo que se pide y den argumentos acerca de las siguientes situaciones:
 1. ¿Qué tipo de proceso se lleva a cabo en el motor de un automóvil?
 2. ¿Qué significa que un motor sea eficiente? Ilustren su explicación en un diagrama.
 3. ¿Cómo influye el uso de motores en el efecto invernadero? Elaboren una propuesta de solución frente a este problema.
- II. Elige la respuesta correcta:
 4. La sustancia de trabajo en una máquina de vapor es:
___ Agua ___ Gas ___ Carbón ___ Gasolina
 5. En un motor de combustión interna, ésta ocurre en:
___ Biela ___ Pistón ___ Cilindro ___ Caldera
- III. Explica con tus propias palabras:
 6. ¿En qué consiste el efecto invernadero?

- IV. Reflexiona:
 7. Requerimos hacer cambios radicales en la generación y uso eficiente de la energía, entre otros. Pero estos cambios no resultan sencillos para la mayor parte de la sociedad.
 - ¿Cuál es tu compromiso, como ciudadano, para evitar que se incremente el efecto invernadero y el calentamiento global?
 - ¿Conoces los compromisos de tus familiares y amigos? Explica.
 - La participación ciudadana, ¿a quiénes implica?
- V. Lee nuevamente el epígrafe con el que se inicia esta lección.
 - ¿Cuál es tu opinión acerca de lo que comparte Nikola Tesla en el epígrafe?
 - ¿Piensas que ser capaz de crear inventos o desarrollar tecnología puede provocar placer y otras emociones? ¿Por qué lo consideras así?
- VI. Comparte tus reflexiones con todo el grupo y elaboren una conclusión acerca de los aprendizajes de esta lección.

Logro ir **más allá**



La elevación de la temperatura está ocasionando más pobreza. Una gran cantidad de agricultores, de regiones que en otra época eran campos agrícolas muy fértiles, se han visto severamente afectados.

1. Investiguen para responder y elijan uno de los temas para desarrollar un proyecto:
 - Antes de 1750 no se quemaba carbón, ni petróleo ni gas, ¿cómo obtenía el ser humano la energía necesaria para transportarse?
 - ¿Qué significa la expresión "energías limpias"? ¿cuáles son?
 - ¿Es posible sustituir la quema de combustibles fósiles en los motores?
 - Más del 80% de personas que trabajan en una oficina lo hacen manipulando archivos de computadora, ¿cómo se les ocurre que podría aprovecharse esto para evitar la quema de combustibles fósiles?
 - ¿Sabes cuánta agua se requiere para enfriar los servidores de las redes sociales?, ¿dónde están ubicados?, ¿qué impacto tienen? y ¿qué implicaciones tiene su uso?
 2. Escriban sus reflexiones acerca de:
 - ¿Qué futuro nos espera?
 - ¿Qué mundo quisieran construir?
-  • A partir del epígrafe imaginen, ¿cómo fue la vida de Nikola Tesla?
- Acaba de salir al mercado un automóvil marca Tesla, ¿qué tipo de motor tiene? Expliquen.
- Conocerán más sobre los aportes de este científico visionario en la Lección 16.

Leo +

Atrévete a construir un generador eléctrico sencillo y conoce una de las aplicaciones de la inducción electromagnética, como una alternativa limpia para alumbrar con un par de luces LED en:

Twenergy. (2017). "¿Cómo construir un generador eléctrico casero?", disponible en:

cmed.mx/FIS2053



L14

¡Rayos!

Se puede estar a favor de la electricidad y contra la silla eléctrica.

FERNANDO SAVATER

Probablemente has escuchado el término "electricidad" y has manipulado dispositivos que funcionan con ella, pero ¿sabes qué es la electricidad, cómo se produce y qué precauciones hay que tener al respecto? En esta lección indagaremos algunas cuestiones básicas en torno a este fenómeno físico.



Exploro

Describo manifestaciones de la electricidad en la vida cotidiana.

Las probabilidades de morir a causa de un rayo son mínimas, pero México es el país con más muertes de este tipo. La imagen muestra una tormenta eléctrica sobre la zona arqueológica de Tulum.



Sé curioso, hazte preguntas y fomenta con otros el interés para explorar los fenómenos.

1. Lee el siguiente fragmento:

"El Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) ha informado que las tormentas eléctricas son uno de los fenómenos meteorológicos más peligrosos que podemos padecer y advierte que en México las estadísticas de accidentes relacionados con el impacto de rayos muestran que el país ocupa el primer lugar en el mundo con 223 muertes anuales, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud.

Los mayores impactos ocurren durante las tardes y noches de verano, que las personas de entre 10 y 19 años son las más vulnerables porque realizan trabajos o actividades al aire libre y el porcentaje de niños fallecidos es cinco veces mayor que el de niñas porque realizan más actividades al aire libre en el campo y en la ciudad."

Fuente: CENACED. (2015). "Mueren más por rayos en México que en otras partes del mundo", disponible en: cmcd.mx/FIS2054

2. Dialoguen, en pareja, y respondan:

- ¿Sabes de alguna persona o lugar que haya sido afectado por rayos?, ¿qué fue lo que pasó?
- ¿Cómo podemos prevenir ser golpeados por un rayo?
- ¿Por qué hay más rayos en las tardes de verano?



- ¿Por qué consideran que en nuestro país hay el mayor promedio de personas que mueren a consecuencia de un rayo?



Manifestaciones eléctricas

La electricidad es un fenómeno común en nuestro entorno. Probablemente hemos presenciado tormentas eléctricas con espectaculares rayos y truenos. Pero, ¿cómo se producen estos fenómenos atmosféricos?, ¿qué tienen que ver con la electricidad?

Los humanos y la electricidad han estado relacionados desde siempre, y la historia de la comprensión de qué es y cómo funciona es fascinante. El propio término "electricidad" proviene del griego *elektron*, que significa **ámbar**. ²³

El físico y médico inglés William Gilbert (1544-1603) usó la palabra "eléctrica" para referirse a la atracción no gravitatoria producida por el vidrio o el ámbar sobre pequeños objetos. Actualmente, estos fenómenos se conocen como **electrostáticos**.



Descubro y construyo

Describo manifestaciones de la electricidad en los cuerpos.

1. Consigan lo siguiente:

Material

- Un puño de cereal triturado o de confeti.
- Un globo inflado.
- Un paño de lana, seda, franela, tela sintética, o tu ropa!
- Un peine de plástico.
- Una pizca de sal de mesa y otra de pimienta, mezcladas.
- Una cucharita de plástico.

Procedimiento

- a. Indaguen sobre las características de los materiales antes de seguir con el procedimiento.
- b. Froten el globo con la tela, observen qué sucede cuando ponen el cereal triturado o confeti y acercan el globo a una distancia de 2 a 3 cm.
- c. Froten el peine con la tela y acérquenlo al cabello seco de algún integrante del equipo.
- d. Froten la cucharita con la tela y acérquenla a los granitos de sal y pimienta mezclados.

Registro de datos

2. Tomen nota de sus observaciones en su Itacate de evidencias y compártanlas con el resto del grupo.

Análisis de resultados

- ¿Cómo pegarían el globo a la pared sin usar pegamento?
- ¿Qué sucede cuando acercan el peine frotado al cabello?
- ¿Por qué la sal se separa de la pimienta?
- ¿Qué otros experimentos podrían hacer con éstos y otros materiales?

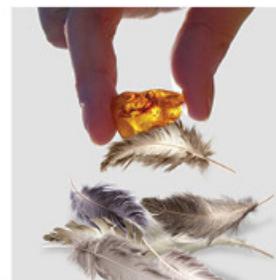


- ¿Por qué se levantan y se separan los cabellos entre sí al acercarles el peine?

GLOSARIO

Ámbar. Resina fosilizada de pinos y árboles similares, de tono amarillo anaranjado, traslúcida, considerada piedra semipreciosa. Es célebre el ámbar que se encuentra en el estado de Chiapas.

Electrostático. Fenómeno causado por electricidad que no se mueve en una corriente, sino que es atraída a la superficie de ciertos objetos.



²³ Tales de Mileto (624 a 546 a.n.e.), un filósofo de la Antigüedad, notó que, al frotar un trozo de ámbar con una tela de lana, éste podía atraer cuerpos livianos, como cáscaras de semillas o plumas.

Valora la **diversidad**, integra a las actividades experimentales, a quienes tienen algún tipo de **discapacidad**.



La carga eléctrica y cómo cargar cuerpos

¿De dónde salen estas fuerzas de atracción entre los objetos que observaste en la actividad anterior? La respuesta está en la carga eléctrica, que es una propiedad fundamental de las partículas que forman la materia, y responde a un tipo de interacción llamada precisamente interacción eléctrica.

A través de muchos experimentos, el físico francés Charles François de Cisternay du Fay (1698-1739) encontró que existen dos tipos de carga eléctrica, denominadas de manera convencional "positiva" y "negativa" (si bien podrían haberse llamado "carga azul" y "carga roja" o de otra forma, lo importante es que son dos tipos distintos de cargas).

Una característica importante de las cargas eléctricas es que, si tenemos dos cuerpos cargados con el mismo tipo de carga, se repelerán, en tanto que, si tienen cargas de signos diferentes, se atraen. De manera sintética tenemos la ley de las cargas eléctricas: cargas de igual signo se repelen y cargas de signo opuesto se atraen. **24**

24 Las cargas eléctricas interactúan entre sí mediante fuerzas de atracción o repulsión: se atraen si son de signo diferente y se repelen si son de signo igual.

Si las partículas tienen más cargas positivas que negativas, estarán cargadas positivamente y viceversa, pero si tienen el mismo número de cargas de ambos signos serán eléctricamente neutras. Un cuerpo tendrá carga neta positiva o negativa dependiendo de la carga que manifiesten la mayoría de sus partículas, y es neutro cuando tiene el mismo número de cargas negativas y positivas. En general, los cuerpos suelen ser neutros, pero hay tres formas de cargarlos eléctricamente, como se muestran en el siguiente cuadro.

	<p>Frotamiento. Al frotar dos cuerpos eléctricamente neutros ambos se cargan, porque el frotamiento "arranca" cargas negativas de uno de ellos (que queda entonces cargado positivamente por el déficit de cargas negativas) y las transfiere al otro cuerpo (que queda con exceso de cargas negativas, y por ende, cargado negativamente).</p>
	<p>Inducción. Si un cuerpo cargado se acerca a uno neutro, sucede una redistribución en las cargas de este último; las cargas de igual signo a las del cuerpo cargado se irán al extremo más alejado por repulsión, y las de signo opuesto quedarán en la zona más cercana al cuerpo cargado. Este fenómeno se conoce como polarización, y desaparece cuando se retira el cuerpo cargado.</p>
	<p>Contacto. Se puede cargar un cuerpo con sólo tocarlo con otro previamente cargado. En este caso, ambos quedan con el mismo tipo de carga, ya que el cuerpo cargado transfiere rápidamente al otro su exceso de cargas que a veces ocurre mediante una chispa, llamada descarga eléctrica. En ese caso, además de la descarga, veremos que los cuerpos se repelen.</p>



El afán por saber más sobre la electricidad llevó al científico estadounidense Benjamin Franklin (1706-1790) a arriesgar incluso su vida al realizar en 1752 el famoso experimento del papalote con varillas de metal atadas a un hilo de seda del que pendía una llave metálica. Franklin voló el papalote durante una tormenta y notó que la llave se electrificaba cuando caía un rayo de una nube al papalote, lo que demostró que las nubes están cargadas y los rayos no son otra cosa que descargas eléctricas. ²⁵

Franklin contribuyó además con un principio fundamental de la carga eléctrica: la carga puede pasar de un cuerpo a otro, pero no se crea ni se destruye, por lo que la carga total de un sistema aislado permanece constante, es decir, la carga se conserva (al igual que la materia y la energía).



Descubro y construyo

Genero mini rayos para explorar cómo se producen.

1. Realicen este experimento de preferencia en un lugar oscuro.

Material

- Plastilina. ■ Cinco clips de metal. ■ Paño de lana o poliéster.
- Un globo pequeño, no muy inflado, o un recipiente pequeño de plástico, o un trozo de tubo de PVC.

Procedimiento

- a. Den forma de muñeco a la plastilina e inserten los clips estirados en su cabeza a modo de pelo. Froten el globo o el tubo de PVC con el paño durante un minuto, apaguen las luces y acérquenlo a unos 3 cm de los clips y observen qué sucede.
- b. Repitan la experiencia, incrementen el tiempo de frotado del globo o tubo.

Registro de datos

2. Identifiquen la o las formas de electrización que ocurrieron y anótenlas en su Itacate de evidencias .

Análisis de resultados

- ¿Se cargó eléctricamente el aire que está entre el globo cargado y las puntas de los clips? Argumenten.
- ¿Cómo se producen descargas eléctricas? Dibujen esquemas.
- Después de la descarga, ¿cómo queda la distribución de carga en el globo, el aire y el muñeco con los clips?
- Si no hubieran colocado los clips metálicos, ¿se hubieran producido descargas eléctricas? ¿Por qué?
- ¿La humedad atmosférica afecta el experimento? Explica.



► Discutan las semejanzas entre esta actividad y los rayos que se producen en las tormentas atmosféricas.

²⁵ Benjamin Franklin probó que se producen fuertes descargas electrostáticas durante las tormentas. Volar un papalote en estas condiciones atmosféricas es muy arriesgado: ¡nunca intentes repetir este experimento!

Leo +

La invención del pararrayos, diseñado para proteger a personas, edificios y otros seres vivos de esta gigantesca descarga eléctrica, se atribuye a Benjamin Franklin. Conócelo en:

Balone, A. (2014). *Cómo funciona un pararrayos*, disponible en:

cmed.mx/FIS2055

La corriente eléctrica: aislantes, conductores y aplicaciones

Utilizo las TIC

En este recurso interactivo podrás experimentar con diferentes formas de electrificación y lo que sucede con las cargas:

cmed.mx/FIS2056

De acuerdo con el modelo cinético, todos los cuerpos están compuestos por enormes cantidades de partículas cuyo comportamiento promedio da lugar a fenómenos que podemos apreciar a simple vista. La clave de las cargas eléctricas reside justamente en las partículas; más adelante conocerás un modelo útil para examinar esto con más detalle.

Por ahora retomaremos a Benjamin Franklin, quien concibió la electricidad como un fluido, que ahora llamamos también corriente eléctrica para referirnos al flujo de cargas que puede circular por un cuerpo.

En las experiencias anteriores usamos materiales muy específicos, como plásticos, hule, lana, seda, telas sintéticas (hechas con plásticos), metales, papel y aire. Buscamos que algunos de ellos pudiesen cargarse eléctricamente y transferir la carga a otros objetos, inducirlos, hacer que se polarizaran o que "atrasen" una descarga eléctrica.

Hay materiales capaces de conducir la corriente eléctrica mejor que otros. Los metales, el agua con sales disueltas (como la que sale de la llave) o el grafito (como el de los lápices) son materiales conductores eléctricos. En cambio, el hule, el caucho, los plásticos, el vidrio, el cuarzo, la cerámica y el agua destilada se llaman aislantes eléctricos porque oponen notable resistencia al paso de la corriente.

Esta clasificación no es absoluta, pues cualquier material conducirá la corriente eléctrica en mayor o menor medida. La conductividad eléctrica es una propiedad de la materia que indica qué tanto un material o sustancia conduce la corriente, y la resistividad eléctrica es la propiedad que indica qué tanto se opone a su paso. Así, el **grafeno** es uno de los mejores conductores eléctricos conocidos, y entre los metales, la plata es la que tiene mayor conductividad, mientras que la parafina tiene una muy alta resistividad.

Existen también materiales, llamados semiconductores, con conductividad intermedia entre los aislantes y los metales, que conducen la corriente en un sentido, pero no en el otro y permiten construir dispositivos electrónicos (a veces microscópicos). El material semiconductor más utilizado es el silicio, y es la base de ininidad de aplicaciones tecnológicas en los equipos electrónicos que vemos a diario. **26**



26 A mediados del siglo pasado inició "la era de la electrónica" por el insólito desarrollo de dispositivos basados en los "chip" manufacturados con semiconductores, que pueden ser programados y son el fundamento físico de la informática.



Riesgos y cuidados del uso de la electricidad

Hoy en día utilizamos un sinnúmero de aparatos y máquinas que funcionan a base de electricidad, y para ello se requieren tomas de corriente eléctrica y cableado para conducirla. Todos los cables están hechos de materiales conductores, por lo general de cobre, pero requieren también cubiertas de materiales aislantes. ¿Por qué es esto?

Sabemos que casi las tres cuartas partes de nuestro organismo son agua, pero con sales minerales disueltas en ella, por lo que nuestro cuerpo (y el de cualquier otro ser vivo) sí es conductor de la corriente eléctrica. De hecho, la electricidad interviene en el funcionamiento de las células, tejidos y órganos; sin electricidad no habría vida.

Sin embargo, si recibimos una descarga eléctrica de una fuente externa, podemos sentir desde un leve "toque", hormigueo, dolor, parálisis, e incluso, dependiendo de la intensidad de la corriente y del tiempo de exposición, pueden ocurrir quemaduras, el corazón puede llegar a detenerse con consecuencias fatales.

Los conductores eléctricos deben estar aislados no sólo para evitar que entremos en contacto con la corriente eléctrica, sino para impedir **cortocircuitos** que pueden provocar incluso incendios.

¿Cómo se generan los rayos?

Solemos pensar que las nubes están hechas de vapor de agua, pero los gases son transparentes. En realidad, las nubes son visibles porque acumulan gotas de agua en forma líquida o pequeñas partículas de hielo suspendidas en la atmósfera, y pueden desarrollarse a cualquier altitud.

Las partículas se mueven y chocan entre sí dentro de la nube, lo que causa que se polaricen y queden cargadas negativamente en la parte inferior e induzcan una carga positiva. Esta carga se manifiesta en objetos metálicos (más si son puntiagudos) y objetos con **conexión a tierra**, incluyendo los árboles.

Cuando las nubes intensamente polarizadas se aproximan lo suficiente entre sí, o a montañas o al suelo, producen grandes fuerzas eléctricas que hacen al aire conductor generando enormes descargas eléctricas entre las nubes y entre el suelo y las nubes; estas descargas son precisamente los espectaculares rayos. Los rayos calientan tanto el aire por donde pasan, que éste brilla intensamente, y hay una **onda de choque** que produce el trueno, todo esto mientras buscan el camino de menor resistencia eléctrica a tierra. ²⁷



²⁷ El lago de Maracaibo en Venezuela es célebre por el relámpago "Catatumbo" y se considera el lugar del planeta donde más rayos caen al año.

GLOSARIO

Cortocircuito.

Conexión entre dos partes de un circuito eléctrico que reduce o elimina su resistencia con el consecuente aumento en la intensidad de corriente.

Conexión a tierra.

Sistema para conectar una instalación eléctrica, circuito o aparato eléctrico a un elemento metálico enterrado en el suelo. Se conoce también como "aterrizar" los circuitos o aparatos, y es una medida de seguridad necesaria.

Onda de choque.

Perturbación brusca en la presión de un fluido producida por un cuerpo que se desplaza en éste a velocidades superiores a las del sonido en este medio; provoca también aumento súbito de temperatura, por ejemplo, una explosión.



Recapitula

Evalúa mi aprendizaje



Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

1. Los fenómenos electrostáticos han sido estudiados desde la época de la Antigua Grecia, cuando se descubrió la manera de electrizar objetos mediante frotamiento, como el ámbar al frotarlo con lana.
2. Gilbert, Du Fay, Von Guericke y Franklin contribuyeron con las ideas de dos tipos de carga eléctrica (llamadas positiva y negativa), la manera en que interactúan (cargas iguales se atraen y diferentes se repelen), y que la carga total de un sistema aislado se conserva.
3. La carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia, y la interacción entre cargas se describe mediante fuerzas eléctricas. Se manifiesta en los cuerpos cuando hay un exceso o déficit de cargas de uno u otro signo.
4. La corriente eléctrica es el flujo de cargas en un cuerpo; existen materiales buenos y malos conductores de la electricidad; estos últimos se denominan aislantes eléctricos. Los buenos conductores eléctricos tienen baja resistencia y alta conductividad eléctrica, al revés que los aislantes.
5. Los rayos son gigantescas descargas eléctricas que se producen por la interacción de cargas en las nubes y con el suelo. La luz que producen se llama relámpago, y el ruido se denomina trueno.

I. Responde:

1. ¿Qué formas de electrizar objetos utilizaste en la actividad de la página 151?, ¿cómo lo sabes?
2. Hay máquinas electrostáticas divertidas, como el generador Van de Graaff. Investiga en fuentes confiables y redacta un texto donde expliques cómo funciona.
3. ¿Qué precauciones especiales hay que tener con los infantes y niños en cuanto a riesgos eléctricos?

II. Analiza las siguientes imágenes.

4. Identifica los riesgos eléctricos por electrocución, incendio u otros daños. Explica en cada caso por qué pueden producirse descargas eléctricas.



Efecto al tocar un generador Van de Graaff.









III. Verifica tus resultados con el grupo y realiza los ajustes necesarios, si fuera el caso.

Logro ir **más allá**

Identifico medidas de protección por descargas eléctricas en la casa, la escuela o en espacios abiertos.

1. Respondan:
 - ¿Qué pasa cuando hay cables que no están debidamente aislados?
 - ¿Por qué los aparatos e instalaciones eléctricas deben estar secas, alejadas del agua y la humedad?
2. Analicen la siguiente nota informativa relacionada con el artículo del principio de la lección:

El 24 de julio de 2015, en la comunidad de El Encinal, municipio de Guanajuato, murieron siete personas debido a un rayo. Los cuatro menores y las tres mujeres fallecidos trabajaban en sus cultivos de maíz cuando los sorprendió una intensa lluvia. Trataron de protegerse bajo un árbol de mezquite cuando cayó el rayo.

Fragmento adaptado de: cmed.mx/FIS2057



Las descargas eléctricas pueden ocurrir en cualquier momento, circunstancia y lugar, y producir daños desde leves hasta la pérdida de la vida, por ello es primordial adoptar y fomentar en los demás una cultura de prevención.

- ¿Fue adecuado que la familia se protegiera de la tormenta bajo un árbol? Argumenten.
 - Los rayos son inevitables. Si no podemos guarecernos en algún inmueble, ¿qué podemos hacer para disminuir la probabilidad de ser golpeados por uno?
3. Investiguen en fuentes confiables si los autos son buenos refugios contra los rayos.
 4. Elaboren un mural donde dibujen acciones de protección contra los rayos, consideren que están dentro de una casa u otra edificación, así como si se encuentran en un espacio abierto y no hay dónde refugiarse.
 5. Compartan su mural con el grupo para enriquecerlo, y expónganlo en la escuela y lugares públicos de su comunidad.



- Organicen un debate sobre la frase de Fernando Savater del inicio, con preguntas como:
- ¿Qué quiere decir este epígrafe?, ¿qué emociones provoca?
 - Concluyan: la actividad científica y los desarrollos tecnológicos, ¿son benéficos o perjudiciales para las sociedades?

Leo +

1. Comparte con tus familiares y amigos las recomendaciones para protegerse en caso de tormentas eléctricas:

CENAPRED. *Tormentas eléctricas: ¡Protégete de los rayos!*, disponible en:

cmed.mx/FIS2058

2. Las descargas eléctricas en casa pueden prevenirse:

Cómo prevenir descargas eléctricas, disponible en:

cmed.mx/FIS2059



L15

¿Materiales que se atraen?

Los experimentos seguros proporcionan y demuestran sólidos argumentos en comparación con probables conjeturas y opiniones de los especuladores filosóficos de tipo común.

WILLIAM GILBERT



Identifico manifestaciones del magnetismo.

Las auroras polares se producen en capas altas de la atmósfera y son fenómenos espectaculares, como se aprecia en el cielo de este bosque canadiense. Las auroras polares ocurren al mismo tiempo (síncronas) en el polo norte y en el polo sur, llamadas auroras boreales (norte) y australes (sur).



Leo +

Delítate con estos fantásticos fenómenos naturales y descubre cómo se producen en: Saber es práctico. (2017). *¿Qué son las auroras polares?*, disponible en:

cmed.mx/FIS2060

1. Observen, en pareja, la foto de la aurora polar y comenten:
 - ¿En qué consiste este fenómeno luminoso?, ¿por qué se produce?
 - ¿Por qué la mayoría de las auroras polares ocurren en estas regiones de la Tierra?
 - ¿A qué se deben los diferentes colores de las auroras polares?
 - ¿Cómo describirían una aurora polar a alguien con discapacidad visual?
 - ¿Cuál es la diferencia entre una aurora boreal y una austral?



- ¿En qué se relaciona este fenómeno con el magnetismo? Explíquelo por escrito y guárdenlo en su Itacate de evidencias. Compartan sus trabajos con otras parejas y evalúen cuáles son las mejores respuestas.



28 Hace más de 2000 años, los chinos usaron como brújula una cuchara lisa hecha de piedra imán sobre un plato de cobre; el sur se ubica hacia el punto que señale el mango de la cuchara. El primer reporte científico del magnetismo fue escrito en 1269 por el francés Pierre Pèlerin de Malicourt en su *Epístola de magnete*. En 1600 William Gilbert explicó, en su obra *De magnete*, el funcionamiento de la brújula.

Magnetismo

El fenómeno de la atracción magnética es conocido desde tiempos remotos. Los persas llamaron "piedra imán" a la roca que atrae al hierro, y los griegos denominaron "magnetita" a un mineral de la región asiática de Magnesia que atrae materiales compuestos por ciertos metales, de ahí el término magnetismo que describe este fenómeno. Tales de Mileto señaló sus propiedades y, más adelante, Platón (427-347 a.n.e.) reconoció que la capacidad de atracción puede transmitirse a objetos que contienen hierro. 28



Descubro y construyo

Identifico las maneras en que los imanes pueden interactuar entre sí y con diversos materiales.

1. Lleven a cabo, en equipo, los siguientes experimentos:

Material

- Dos imanes en forma de barra y uno en forma de herradura.
- Clips, clavos, tornillos, distintas monedas, alambre de cobre y objetos pequeños de plástico y madera.

Procedimiento

- a. Acerquen los imanes en diferentes posiciones, por ejemplo, los extremos de distinto color y luego los del mismo color.
- b. Acerquen uno de los clips al extremo de uno de los imanes, tomen un segundo clip y acérquenlo al extremo del primero y así sucesivamente, hasta que formen la cadena de clips más larga posible sostenidos de un extremo del imán, y hagan lo mismo en el otro extremo.
- c. Froten, siempre en el mismo sentido, cada uno de los objetos metálicos que el imán pudo atraer (clavos, tornillos, monedas, alambre) con el extremo de alguno de los imanes. Hagan lo mismo con los objetos no atraídos por el imán. Acerquen entre sí los objetos de diversas maneras y comprueben si muestran comportamiento magnético.
- d. Coloquen cada uno de estos objetos entre los extremos del imán de herradura, sin que lo toquen, y luego alejen el imán y verifiquen cuáles manifiestan comportamiento magnético.

Registro de datos

2. Tomen nota de sus observaciones y compártanlas con el resto del grupo.

Análisis de resultados

- ¿Qué sucede cuando acercan los imanes por los extremos del mismo color?, ¿y cuando lo hacen con los extremos de color diferente?
- ¿Se sostiene el mismo número de clips sin importar cuál de los extremos del imán utilizan? ¿Por qué?
- ¿Cuáles de los materiales que frotaron con el imán manifestaron magnetismo?, ¿qué pasó con las diferentes monedas?, ¿y con el alambre de cobre?
- ¿Qué materiales se imantaron al colocarlos entre los extremos del imán de herradura?



- ¿En qué caso consiguieron mejor imantación de los objetos, al frotarlos o al acercarlos al imán de herradura? Sustenten su respuesta.
- ¿Cómo clasificarían los materiales de acuerdo con sus propiedades magnéticas?
- ¿Qué otros experimentos harían con este material?

Participar de manera **constructiva** en el trabajo en equipo desarrolla la adquisición de liderazgo **responsable**.

NOTA

Si no consiguen imán de herradura usen los dos imanes de barra paralelos con los polos al revés (uno N-S y el otro S-N) pero no acerarlos tanto como para que se junten, pues se atraerán bastante.

Polos magnéticos y campo magnético

Los imanes atraen ciertos objetos metálicos, pero, si bien algunos materiales son atraídos o repelidos por el imán, otros no se ven afectados. Los materiales comunes que suelen mostrar la mayor intensidad de interacción magnética son, por lo general, el hierro, el cobalto y el níquel. Hasta ahora se conocen dos tipos de imanes: naturales y artificiales. La magnetita es un imán natural.

GLOSARIO

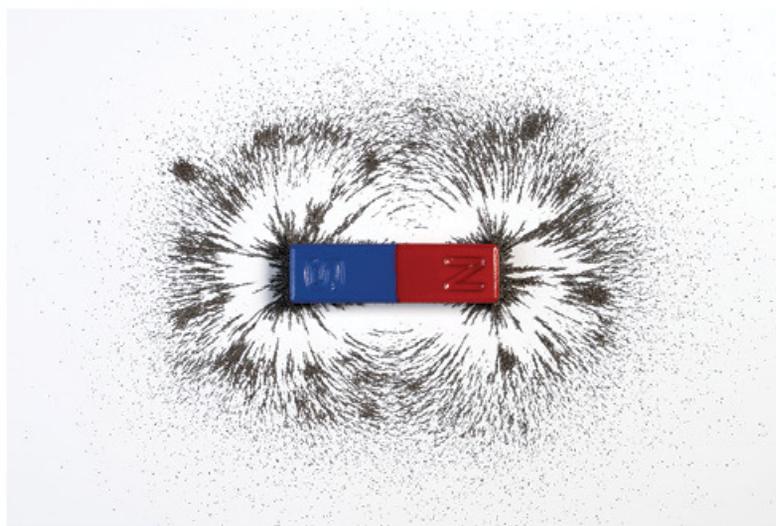
Campo eléctrico. Un campo es la región del espacio en cuyos puntos se define una magnitud física. El campo eléctrico es la zona donde se manifiestan las fuerzas de repulsión o atracción entre partículas cargadas.

Podemos producir imanes artificiales (es decir, imantar un objeto) de tres maneras:

Frotamiento. Al friccionar un imán natural con objetos hechos de hierro, níquel o cobalto.

Inducción. Al acercar un imán natural a un objeto de los mismos materiales adquirirá sus mismas propiedades magnéticas.

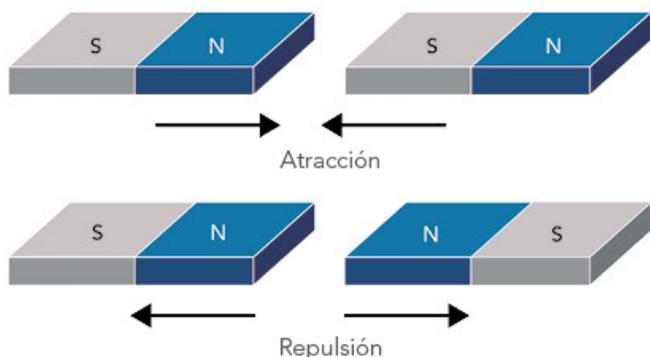
Contacto. Al tocar un objeto de material magnetizable con un imán.



29 El campo magnético en torno a los polos de un imán de barra se hace evidente al colocar encima una hoja con limadura de hierro.

Igual que con las fuerzas eléctricas, la fuerza magnética produce un campo magnético alrededor de los cuerpos, de la misma forma que hay un campo eléctrico en torno a una carga. 29

Todo imán, natural o artificial, sin importar su forma o tamaño, tiene siempre dos regiones identificables, denominadas polos magnéticos, donde se observa la máxima intensidad del campo magnético. Por acuerdo, igual que se habla de carga eléctrica positiva o negativa, en los imanes distinguimos el polo norte y el polo sur magnéticos. 30



Además, si partimos un imán en dos, las partes tendrán de nuevo dos polos, y así sucesivamente. Es decir, no es posible obtener un imán con un único polo magnético, por diminuto que sea (al menos en condiciones fuera de un laboratorio científico).

30 Al igual que en las cargas eléctricas, la ley de interacción de los polos magnéticos indica que los polos iguales se repelen y los polos distintos se atraen.



Descubro y construyo

Análisis de la relación entre la electricidad y el magnetismo.

1. Experimenten, reunidos en equipo y con la supervisión del maestro.

Material

- Un bloque de madera de $3 \times 2 \times 1$ cm con un clavo grande clavado en el centro, el clavo tiene inserto a la mitad un cuadrado de cartulina de 10 cm de lado.
- Una pila cuadrada de 9 V.
- Una brújula.
- Pinzas de corte.
- Un medidor de corriente eléctrica (amperímetro).
- 50 cm de alambre de cobre esmaltado calibre 22.
- Un poco de limadura de hierro.
- Un imán de barra potente.

Procedimiento

- a. Enrollen un trozo de alambre en la cabeza del clavo y otro trozo en su punta, y conéctenlos por separado a las terminales de la pila. Corten el cable que sobre.
- b. Coloquen la brújula horizontalmente cerca del clavo y viertan un poco de limadura de hierro sobre el trozo de cartulina que está a la mitad del clavo; observen qué sucede.
- c. Inviertan el orden de los alambres que están conectados a la batería y coloquen la brújula verticalmente, de tal manera que quede alineada con el clavo. Observen qué sucede.
- d. Construyan una bobina de 10 espiras (vueltas) enrollando el alambre en el imán, dejando espacio suficiente para poder introducirlo y retirarlo.
- e. Conecten los dos extremos de la bobina al amperímetro, e introduzcan y retiren rápidamente el imán a través de ésta; observen si se modifica la lectura del amperímetro.

Registro de datos

2. Describan qué ocurre cuando pasa corriente por el clavo y el patrón que forma la limadura de hierro, y por otro lado cómo fue el movimiento de la aguja del amperímetro. Anoten todo y ténganlo a la mano en su Itacate de evidencias.

Análisis de resultados

- ¿Qué pasa con la brújula cuando está colocada frente a ustedes, paralela al clavo, y se establece la corriente?
- ¿Qué ocurre cuando conectan los alambres en los polos opuestos a los que estaban conectados inicialmente?
- ¿Por qué hay posiciones en las cuales no se mueve la aguja de la brújula, aun cuando se ha establecido corriente eléctrica por el clavo?, ¿qué sugiere esto?
- ¿Qué pasaría si se mantiene fijo al imán y es la bobina la que se mueve envolviendo al imán? Justifiquen su respuesta.



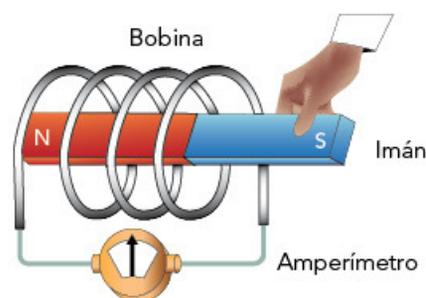
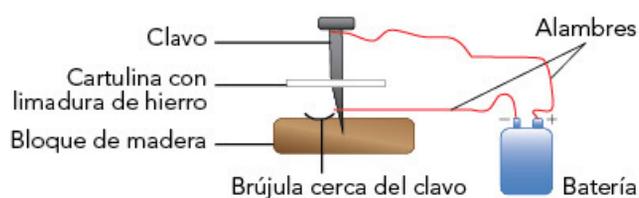
- A partir de estos experimentos, ¿qué relación encuentran entre la electricidad y el magnetismo?

NOTAS

1. El amperímetro puede conseguirse con un electricista y basta con uno para todo el grupo.
2. Si no cuentas con brújula, construye una.



Frota la aguja con un imán 30 veces en el mismo sentido, atraviesa el corcho con la aguja y hazlo flotar en el agua. La punta de la aguja señalará el norte geográfico.



GLOSARIO

Bobina. Cualquier objeto de alambre o hilo de cobre que está enrollado alrededor de un material ferroso. En este caso, es un componente de un circuito eléctrico formado por un alambre conductor aislado y enrollado varias veces.

Electricidad + magnetismo = electromagnetismo

Utilizo las TIC

1. En estos recursos interactivos visualizarás el campo magnético creado por corriente eléctrica:

cmed.mx/FIS2061

cmed.mx/FIS2062

2. En este sitio verás cómo construir un electroimán casero:

cmed.mx/FIS2063

GLOSARIO

Corriente inducida.

Proceso mediante el cual se genera corriente eléctrica debido al movimiento de imanes cerca de un conductor eléctrico.

Generador eléctrico.

Dispositivo que convierte energía mecánica en energía eléctrica, la corriente resulta del movimiento relativo entre el conductor y el campo magnético.

Los fenómenos eléctricos y magnéticos son, en principio, de distinta índole: a cada uno de ellos le corresponde un tipo de fuerza (eléctrica o magnética) que tiene asociado el campo correspondiente: una carga estática tiene un campo eléctrico y un imán un campo magnético, de la misma forma que una masa tiene un campo gravitatorio (como aprendiste en el Módulo 1).

Entre los siglos XVIII y XIX se llevaron a cabo estudios simultáneos de la electricidad y el magnetismo por varios científicos.

En 1820, y por casualidad cuando preparaba su clase de física, el danés Hans Oersted (1777-1851) notó que la aguja de una brújula se movía al acercarla a un cable que conducía electricidad. Repitió el experimento muchas veces, verificando que la aguja de la brújula se colocaba en posición perpendicular al cable. Esto demostraba que las cargas eléctricas en movimiento generan un campo magnético.

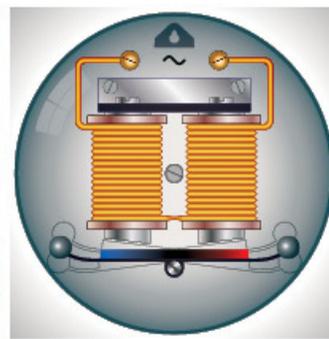
El francés André Marie Ampère (1775-1836) fue más allá: acercó dos cables paralelos por los que circulaba corriente eléctrica en el mismo sentido y notó que se atraían como imanes, y al invertir el sentido de la corriente en uno de ellos, se repelían.

Más adelante, el inglés Michael Faraday (1791-1867) se preguntó si un imán en movimiento podía generar electricidad. Condujo muchos experimentos, hasta que en 1831 comprobó que si un imán se mueve dentro de una bobina se genera una corriente eléctrica temporal, a la que llamó **corriente inducida**, este efecto es la inducción electromagnética.

El electromagnetismo agrupa los descubrimientos, leyes y principios que relacionan la electricidad con el magnetismo en una teoría unificada, donde los campos eléctricos variables en el tiempo (producidos por cargas en movimiento) originan campos magnéticos y viceversa: campos magnéticos variables producen corriente eléctrica.

Entre las aplicaciones centrales del electromagnetismo está el funcionamiento de **generadores** y motores eléctricos, presentes en un sinnúmero de aparatos. **31**

31 Otra aplicación muy importante es el **electroimán**, un imán cuyo campo magnético se produce al pasar corriente eléctrica por un conductor. Se utiliza para levantar pesados objetos de hierro o acero, así como en altavoces y algunos tipos de timbres.





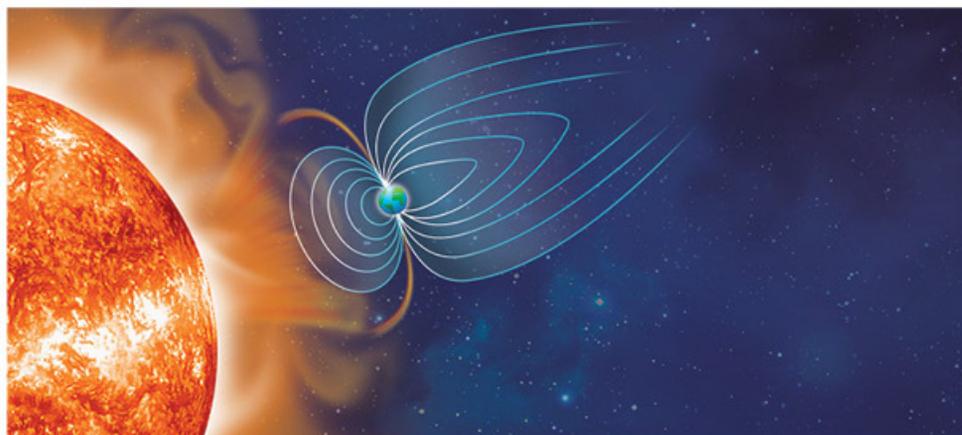
Un hermoso planeta magnético

Los pueblos antiguos ya sabían que la piedra imán se orienta en una dirección definida, lo que permitía determinar los puntos cardinales. Si ponemos una brújula junto a un imán se orientará en la dirección N-S; al retirarlo, lo hará en dirección norte-sur de la Tierra, que es un gigantesco imán con dos polos magnéticos.

El magnetismo terrestre se debe a que la capa superior de su núcleo tiene gran cantidad de hierro y otros metales a muy alta temperatura, formando un líquido viscoso. Debido a la rotación, esta capa está en constante movimiento, donde las cargas positivas y negativas se mueven en forma diferente y originan una corriente que induce este campo magnético.

No confundamos "polo magnético" con "polo geográfico": el primero se relaciona con la interacción magnética, mientras que el segundo es el punto geográfico donde el eje de rotación de la Tierra se **interseca** con su superficie. Actualmente, el polo sur magnético de la Tierra está cercano al polo norte geográfico y viceversa. El polo norte de la brújula es atraído por el polo sur magnético de la Tierra, y por ello apunta aproximadamente al norte geográfico. Las brújulas actuales permiten corregir la **declinación magnética** porque indican los polos geográficos en vez de los magnéticos.

Este campo magnético terrestre se extiende en el espacio a más de 500 km de altitud, en la **magnetosfera**, donde el magnetismo de la Tierra interactúa con el **viento solar**. **32**



32 El viento solar distorsiona la forma de la magnetosfera, "achatándola" en la parte que da al Sol y extendiéndola en sentido opuesto por miles de kilómetros. La magnetosfera es un auténtico escudo de protección contra las partículas y radiación solares, al grado de que se debate en cuanto a que, de no existir, posiblemente la Tierra sería un planeta sin vida.

La magnetosfera es muy delgada en las regiones polares, por lo que cuando las partículas cargadas llegan a la Tierra y chocan con su campo magnético, son desviadas hacia los polos terrestres, donde entran en contacto con la atmósfera y, mediante interacciones electromagnéticas, generan el bello espectáculo conocido como aurora polar.

GLOSARIO

Interseca. Cortarse o cruzarse entre sí.

Declinación magnética. Diferencia entre las posiciones de los polos magnéticos y los geográficos.

Magnetosfera. Capa externa de la atmósfera terrestre; se extiende desde una altura de 500 km hasta los 60 000 km en el espacio exterior. En esta enorme región, el campo magnético terrestre interactúa con el viento solar.

Viento solar. Flujo de partículas cargadas provenientes de la atmósfera superior del Sol.

Leo +

1. Es posible que se haya observado el monopolio magnético. Entérate de por qué su búsqueda nace de la curiosidad científica en:

Maldonado, Karina. (2014). *Monopolos magnéticos: la posibilidad de aislar cargas magnéticas*. UNAM, Instituto de Física, disponible en: cmed.mx/FIS2064

2. Descubre la forma de la magnetosfera y el mecanismo de las auroras polares:

Morrón, Laura. (2015). *Joan Feynman, la física de las auroras*. Bilbao: Mujeres con ciencia, disponible en: cmed.mx/FIS2065



Recapitula

1. Los fenómenos magnéticos son conocidos desde la Antigüedad a partir de la magnetita, material natural que atrae objetos que contienen hierro, cobalto o níquel.
2. Es posible crear imanes artificiales al imantar por frotamiento, contacto o inducción objetos de estos materiales.
3. Los imanes poseen dos polos, llamados polo norte y polo sur magnéticos, que es donde el campo magnético que los rodea es más intenso. Los polos iguales se repelen y los distintos se atraen.
4. Científicos como Oersted, Ampère y Faraday condujeron diversos experimentos que demostraron la relación entre la electricidad y el magnetismo, dando pie al electromagnetismo. Puede generarse un campo magnético a partir de un campo eléctrico y viceversa, siempre y cuando éstos sean variables y estén en movimiento.
5. La Tierra es un enorme imán, y su campo magnético se llama magnetosfera. Sus polos magnéticos no coinciden con los geográficos; el polo norte magnético está cercano al polo sur geográfico y viceversa. La interacción del viento solar con la magnetosfera produce las auroras polares.

Evalúo mi aprendizaje



Revisa tu **Itacate** de evidencias antes de realizar tu evaluación.

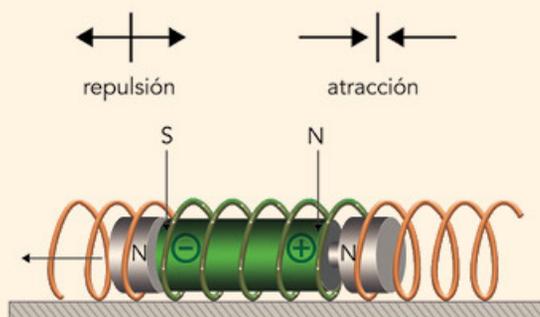
Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Responde, también trabajarás en pareja y, al final, compartirás tu evaluación con el grupo.
 1. ¿Qué formas de imantar objetos utilizaste en la actividad de la página 159? Explica.
 2. De las experiencias de la actividad de la página 161:
 - ¿En cuál replicaste el experimento de Oersted?
 - ¿En cuál el de Faraday? Argumenta.
 3. Explica por qué la aguja de la brújula apunta (aproximadamente) al norte geográfico.
- II. Analiza los siguientes textos:

En una de las famosas historias de la recopilación de cuentos *Las mil y una noches* (que data de la Edad Media), se relata que el vigía de una embarcación dijo: "mañana llegaremos a una montaña de rocas negras que se llama la Montaña del Imán, y hacia ella han de llevarnos a la fuerza las aguas. Y nuestra nave se despedazará, porque volarán todos sus clavos, atraídos por la montaña y adhiriéndose a sus laderas".

- ¿Es posible que una embarcación se desbarate por efecto del magnetismo de la forma en que se plantea en el relato? Discute con tu par y redacten la conclusión.

Un mini-tren electromagnético sencillo puede construirse con una bobina hecha con alambre de cobre sin recubrimiento enrollado (la "vía" del tren) y un "tren" con una pila AA con imanes potentes en forma de disco en sus extremos, de tal manera que el mismo polo (norte o sur) de cada imán quede pegado a la pila. Se introduce la pila en la bobina y este mini-tren se moverá a través de ella, como se muestra en el esquema:



- a. Observen un mini tren en acción en: cmed.mx/FIS2066
- b. Analicen el esquema (si es posible, construyan el mini-tren) y redacten una explicación de cómo funciona con base en los fenómenos de inducción electromagnética.
- c. Compartan su explicación con el grupo y elaboren un cartel con los elementos esenciales de esta aplicación del electromagnetismo.

Logro ir **más allá**



El tren *Maglev* (del inglés *magnetic levitation*, término que significa **levitación magnética**) puede llegar a desarrollar velocidades de hasta 500 km/h.

Identifico aplicaciones del magnetismo en el transporte.

1. Respondan:

- Con base en la interacción entre los polos magnéticos, ¿cómo puede conseguirse levitación magnética?, ¿cuántos imanes se requieren para ello?
- ¿En qué aspectos se asemeja y en cuáles difiere la levitación de un globo aerostático y la levitación de un objeto en un campo magnético?

2. Investiguen en fuentes confiables acerca del funcionamiento de los trenes *Maglev*, donde consideren:

- ¿Cómo se consigue la repulsión magnética suficiente para que el tren levite sobre las vías, por un lado, y la propulsión para que avance o frene, por otro?
- ¿Qué ventajas y desventajas tiene esta tecnología de transporte desde el punto de vista del medio ambiente, los costos económicos por el consumo de energía eléctrica, y las velocidades que pueden alcanzar?

3. Compartan sus resultados con el grupo para enriquecer sus respuestas.



► Retomen la idea de William Gilbert del inicio de la lección y discutan en torno a la validez de los resultados científicos, si se basan sólo en **conjeturas** y **especulaciones** o si se hacen suficientes experimentos reproducibles.

GLOSARIO

Levitación magnética.

Método mediante el cual un cuerpo se mantiene suspendido y estable en el espacio sin apoyarse en otro cuerpo, por acción de un campo magnético.

Conjetura. Opinión basada en signos o datos incompletos o suposiciones.

Especulación. Idea no fundamentada con base en evidencias reales.



L16

¿Luz invisible?

La oscuridad no existe, la oscuridad es en realidad ausencia de luz.

ALBERT EINSTEIN



Identifico el fenómeno del arcoíris.



Los arcoíris son bellos espectáculos luminosos que se producen en determinadas condiciones meteorológicas. Este arcoíris doble se captó en el desierto de Namibia, durante una tormenta en la región de Namib Rand.

1. Observa la fotografía y reflexiona:

- ¿A qué se debe la formación del arcoíris?
- ¿Qué colores se observan en él?
- ¿De qué forma son los arcoíris?
- ¿Podrían ser diferentes? ¿Por qué?
- ¿Conoces algún otro fenómeno luminoso semejante al arcoíris?, ¿cuál o cuáles?



- ¿Por qué cuando hay lluvia y está soleado al mismo tiempo, puede no presentarse el fenómeno del arcoíris?



Ondas por aquí y por allá

Tal vez has observado cómo flota un objeto pequeño en el agua de un charco o de una cubeta, ¿qué pasa si provocas una pequeña ola en la superficie del agua?, ¿qué tendrías que hacer para lograrlo?, ¿cómo se evidencia el movimiento del agua?

Las olas del mar son un ejemplo de la manifestación de ondas mecánicas. Las ondas de este tipo son una **perturbación** o pequeña alteración de las condiciones o estado físico de un sistema, que se origina en un punto o región y se propaga a través de un **medio material**, es decir, una zona del espacio donde hay materia, que forma un cuerpo extenso (sólido, líquido o gas).

Así, cuando tocamos o golpeamos ligeramente una parte de la superficie del agua, notamos el paso de una onda mecánica sobre toda la superficie, y percibimos círculos concéntricos alrededor de la perturbación, de manera que por leve que ésta sea, es posible analizar su respuesta.

Otro ejemplo de perturbación ocurre cuando un cometa o un asteroide pasan cerca de algún planeta, éste puede perturbar su órbita y por consiguiente modificarla.

Si tocamos un material sólido, como una cuerda tensa de una guitarra o una liga mientras la sostenemos, producimos también movimiento de las partículas de ese material que están cerca de nuestra mano; este movimiento se propaga al resto de la cuerda. Cada perturbación, llamada pulso, genera una onda mecánica que se propaga por ese medio material. Al perturbar la cuerda varias veces, se generan ondas mecánicas sucesivas, una por cada pulso. **33**



33 Una forma de perturbar una liga es dándole un jalón y enseguida observarás que vibra. Sus partículas se desplazan, pero el objeto completo permanece en tu mano.

GLOSARIO

Perturbación.

Pequeña alteración de las condiciones o estado físico de un sistema. Cuando éste se perturba ligeramente se puede analizar su respuesta. Por ejemplo, si un cometa o un asteroide pasan cerca de algún planeta, éste puede perturbar su órbita y por consiguiente modificarla.

Medio material. Zona del espacio donde hay materia, que forma un cuerpo extenso (sólido, líquido o gas).

Incrementa tu **motivación** y **autoconocimiento** al distinguir fenómenos naturales que generan **emociones** como: sorpresa, alegría, bienestar y paz.

 Descubro y construyo

Genero dos tipos de ondas mecánicas en un resorte e identifico su dirección de propagación.

Material

- Un resorte blando de juguete.
- Una cinta adhesiva.
- Un lápiz.

Procedimiento



Caso 1



Caso 2

- a. Peguen un pedacito de cinta adhesiva sobre la "vuelta" o espira que se encuentra a la mitad del resorte.
- b. Sostengan el resorte en un extremo de la mesa y el otro sujételo con la mano y el lápiz.
- c. Observen el movimiento de la parte del resorte señalada con la cinta adhesiva en cada caso.
- d. **Caso 1:** Coloquen el lápiz a tres espiras del principio y, sin soltar el resorte, tiren de él hacia sí mismos, ayudándose con el lápiz:
 - ¿Cómo se moverá la cinta adhesiva pegada al resorte al soltarlo?
- e. Suelten el lápiz, sin quitar la mano de esa posición, y observen cómo se propaga la onda de ida y vuelta.
- f. **Caso 2:** Estiren el resorte con el lápiz hacia su izquierda o derecha desde la tercera espira:
 - ¿Se generará una onda distinta a la del **Caso 1**? Hagan predicciones.
- g. Ahora, suelten el lápiz y observen de nuevo cómo es la propagación de la onda.

Registro de datos

1. Anoten sus observaciones en un cuadro como el siguiente:

Dirección del estiramiento del resorte (hacia adelante o hacia un lado)	Descripción del movimiento del resorte (cinta adhesiva) y de la propagación de la onda
Caso 1:	
Caso 2:	

Análisis de resultados

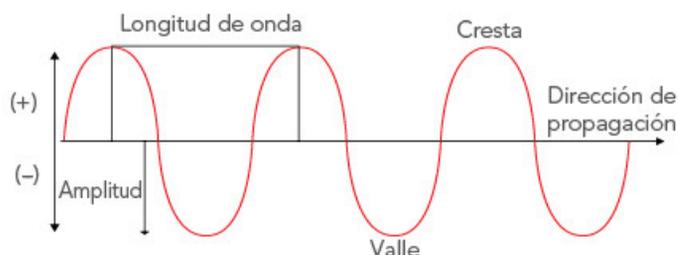
- ¿Se verificaron sus predicciones? Expliquen.
 - ¿Cuál es la función de la cinta adhesiva en este experimento? Argumenten.
 - ¿Qué diferencias notaron según qué tanto estiraron el resorte?
-  • Si en lugar del resorte hubieran utilizado un tubo, ¿cómo apreciarían que se transmitió una perturbación de un extremo a otro del tubo?
- ▶ Diseñen un experimento escolar para demostrar su respuesta anterior.
 - ▶ Compartan con el resto del grupo y concluyan. Guarden su trabajo en su Itacate de evidencias.



Características de las ondas

Las olas que se generan en el agua o en el resorte son ondas mecánicas, pues hay un pulso que se propaga por un medio material (el agua o el resorte). Al sacudir un extremo del resorte de derecha a izquierda, se generó una onda cuya dirección de propagación es perpendicular a la dirección del movimiento que la causó: se trata de una onda transversal. Si la onda sigue la misma dirección de la perturbación se llama onda longitudinal, como en el caso del resorte al comprimirlo por un extremo estando fijo el otro.

Dibujamos una curva que se adapta a la forma del pulso en el resorte del **Caso 2** de la actividad anterior; este pulso se propaga por el resorte en el tiempo. Podemos elegir el punto más alto sobre el pulso, llamado cresta, o el más bajo, valle. El intervalo de tiempo en que el pulso se repite es el periodo de la onda, también llamado ciclo, y la distancia entre dos crestas sucesivas es la longitud de onda. **34**



34 La amplitud de una onda es la medida de qué tanto se desplaza, como máximo, una partícula del medio material respecto a su posición de equilibrio en torno a la cual oscila (movimientos de vaivén).

Otra magnitud relativa a las ondas es la amplitud de onda, que corresponde a la distancia máxima en dirección vertical entre la línea de equilibrio y una cresta o valle. La amplitud de onda se relaciona con la intensidad de la perturbación y, por lo tanto, con la energía que transporta.

La frecuencia es el número de veces en que se repite un evento por unidad de tiempo. Para el caso de la onda que se propaga en el resorte, será el número de veces que un punto puede oscilar en un intervalo de tiempo. Matemáticamente, se define como el recíproco aritmético del periodo, esto es, si denotamos por T al periodo (medido en segundos), la frecuencia, denotada por f , es: $f = \frac{1}{T}$ **(1)**

La unidad en el Sistema Internacional para la frecuencia es el Hertz (Hz), que se define como un ciclo por segundo:

$$[1 \text{ Hz}] = \left[\frac{1 \text{ ciclo}}{\text{segundo}} \right]$$

Como la propagación de la cresta se produce en un intervalo de tiempo T , la **magnitud de la velocidad media** en función de la longitud de onda (denotada con la letra griega lambda, λ) que llamaremos velocidad de propagación de la onda es: $v = \frac{\lambda}{T}$

Por lo tanto, la relación entre la velocidad de propagación de una onda y su frecuencia es:

$$v = \lambda f. \quad \textbf{(2)}$$

El modelo anterior significa que a mayor velocidad de propagación, mayor es la longitud de onda, o bien, que a mayor velocidad de propagación, mayor es la frecuencia. Todas estas magnitudes corresponden a cualquier onda, sea longitudinal o transversal.

GLOSARIO

Magnitud de la velocidad media.

Tamaño del vector de velocidad media (es el cambio de posición o desplazamiento) de un móvil dividido entre el tiempo total invertido en este cambio de posición.

Tipos de ondas

Dos de los ejemplos más destacados de ondas mecánicas son:

Sonido (onda mecánica longitudinal) producido por compresiones y descompresiones cíclicas (es decir, vibración) de un medio material (sólido, líquido o gas).

Ondas sísmicas producidas por el súbito reacomodo de placas de la corteza terrestre, y son tanto longitudinales como transversales.

En estos ejemplos hay oscilaciones de materia en torno a una posición de equilibrio; la perturbación que se propaga es la oscilación en sí, pero estas ondas sí transportan energía mecánica de un punto a otro a través del medio material. La pregunta es: ¿existen ondas que no requieren un medio material para propagarse? Experimentarás, ahora, con la luz, que es otro tipo de onda, ¿recuerdas el espectro electromagnético?



Descubro y construyo

Identifico el espectro de la luz blanca.

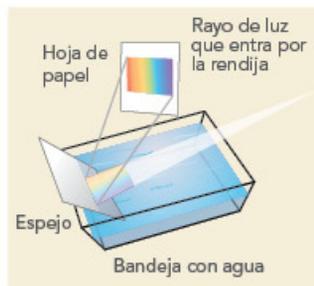
1. Lleven a cabo, en equipo, el siguiente experimento:

Material

- Una bandeja transparente con agua.
- Una hoja de papel blanco o cartulina blanca.
- Un espejo plano.
- Una lámpara (opcional).

Procedimiento

- a. Llenen el recipiente con agua y coloquen el espejo inclinado hasta que forme un ángulo, impidan que se deslice.
- b. Dejen pasar algunos rayos de luz solar (luz blanca) por una rendija cerca de la ventana o la puerta, como se muestra en el esquema, o bien inténdenlo con una lámpara. Dirijan la luz hacia la parte baja del espejo que se encuentra sumergida en el agua.
- c. Coloquen la cartulina blanca frente al espejo y observen lo que el espejo refleja sobre ella.



Registro de datos

2. Describan lo que observen y dibújenlo.

Análisis de resultados

- ¿Qué le sucedió a la luz blanca?
- ¿Existe algo en el agua que provoque este fenómeno? Expliquen.
- ¿Sería posible que el espejo tuviera algo en su interior que modificara la luz blanca? Justifiquen su respuesta.
- ¿Puede este fenómeno ocurrir aun cuando se modifique la temperatura ambiental? Argumenten.



- ¿Qué pasaría si hicieran lo mismo en la bandeja sin agua?
- ¿Qué semejanza encuentran entre lo ocurrido y la formación del arcoíris?
- ▶ Compartan sus reflexiones y resultados con todo el grupo para aclarar sus dudas y enriquecer su trabajo. Conserven sus notas en su Itacate de evidencias.



Ondas electromagnéticas

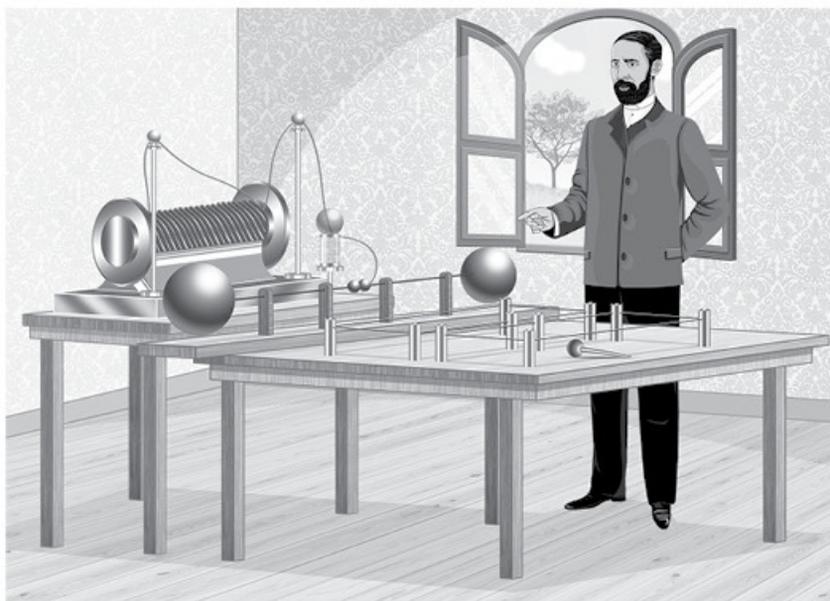
En la lección anterior revisamos el fenómeno de la inducción electromagnética, donde el campo eléctrico de una carga en movimiento produce un campo magnético y un imán en movimiento induce una corriente eléctrica.

Imaginemos una carga eléctrica que oscila en torno a una posición de equilibrio, dicha carga inducirá un campo eléctrico variable en el tiempo. Luego, el campo eléctrico variable dará lugar a un campo magnético variable que a su vez genera un campo eléctrico variable y así sucesivamente.

Esto significa que cada oscilación de la carga eléctrica es una perturbación que genera un pulso electromagnético que se propaga en el espacio exactamente como una onda, con la gran diferencia respecto a las ondas mecánicas de que no hay oscilación de materia y que puede viajar incluso en el vacío, es decir, en ausencia de un medio material. Estas son las ondas electromagnéticas.

Fue el brillante físico escocés James Clerk Maxwell (1831-1897) quien, a partir de los trabajos de Faraday, elaboró los modelos matemáticos apropiados para describir los fenómenos eléctricos y magnéticos, logrando predecir la existencia de ondas electromagnéticas.

El reto de cómo generar estas ondas fue resuelto por el físico alemán Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), mediante un experimento con un circuito formado por dos esferas conectadas a una bobina de inducción. Al producir descargas o chispas eléctricas oscilantes entre las esferas, se originan ondas electromagnéticas, pues toda carga eléctrica acelerada emite energía en forma de radiación electromagnética. **35**



35 Hertz conectó al carrete de Ruhmkorff, formado por una bobina, dos varillas de cobre con una esfera grande y otra pequeña en cada extremo. Las esferas grandes almacenan carga eléctrica y, al saltar una chispa entre ellas se produce un campo magnético variable, generando así ondas electromagnéticas.

Leo +

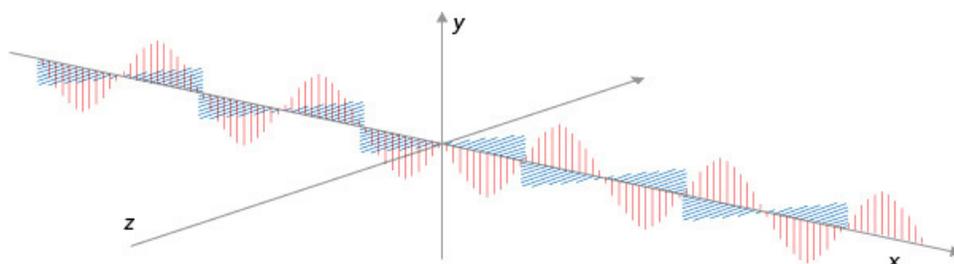
Aventúrate en las letras de Julio Verne para descubrir el papel que jugó el carrete de Ruhmkorff, el invento que usó Hertz en sus experimentos, en:

Verne, Julio. (2005). *Veinte mil leguas de viaje submarino*. Capítulo XV. México: Anaya.

Verne, Julio. (2004). *Viaje al centro de la Tierra*. Capítulos XI y XVIII. México: Anaya.

De los experimentos a los inventos

Mediante la ciencia, que incluye la experimentación y la matemática, hemos podido explicar que las ondas electromagnéticas son transversales a los campos eléctricos y magnéticos variables (que a su vez son perpendiculares entre sí). No es difícil encontrar estas ondas, pues están por todas partes: la luz ante muchos fenómenos se comporta como una onda electromagnética. ³⁶



Leo +

Los trabajos desarrollados en el siglo XIX por científicos como Maxwell, Hertz y muchos más nos siguen sorprendiendo, entérate de una parte de la historia de la ciencia en:

González, Ángel. (2009). "Descubrimiento de las ondas de Radio: la confirmación de la Teoría Electromagnética". *Investigación y Ciencia* (edición española de *Scientific American*), disponible en:

cmed.mx/FIS2067

³⁶ En el origen de los ejes coordenados está una carga eléctrica que oscila en dirección vertical (eje y). Las fuerzas eléctricas (en rojo) y las magnéticas (en azul) varían periódicamente, y siempre son perpendiculares entre sí. La onda electromagnética generada se propaga en la dirección del eje x, perpendicular a las direcciones y y z, por lo que es una onda transversal.

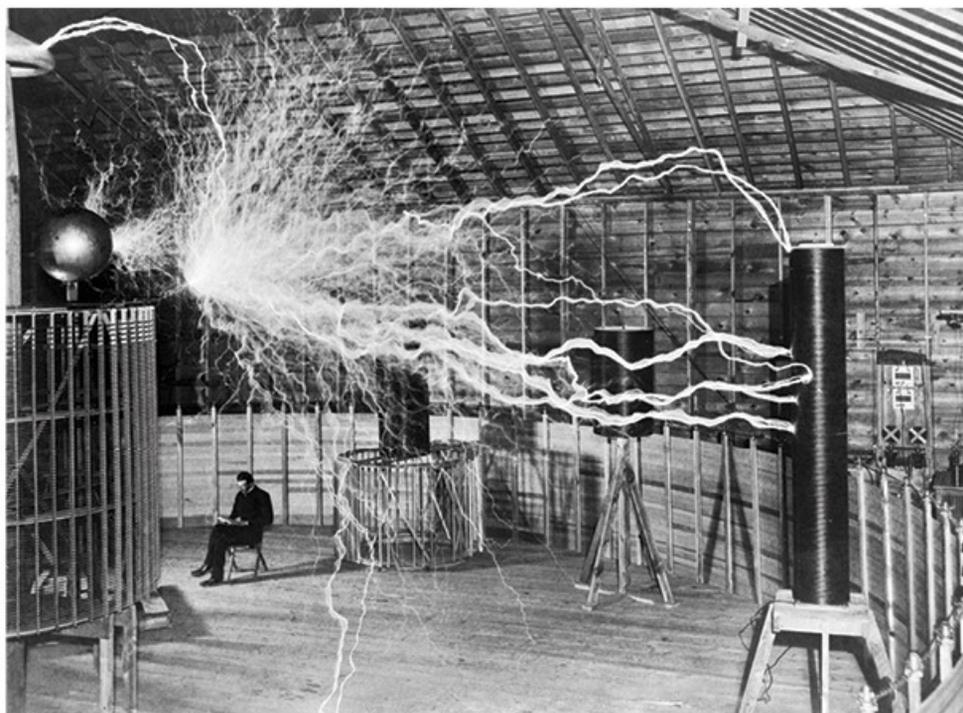
De hecho, Hertz estimó que la frecuencia de la onda que generó era de alrededor de 30 000 000 Hz con una longitud de la onda de 10 m. Por lo tanto, la velocidad de la onda es:

$$v = \lambda f = \left(30\,000\,000 \frac{1 \text{ ciclo}}{\text{s}} \right) \times (10 \text{ m}) = 300\,000\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Este resultado es justo el valor predicho por Maxwell para estas ondas: fue la primera y genial evidencia experimental de la existencia de las ondas electromagnéticas.

Un capítulo no exento de emoción y controversia en la historia de las comunicaciones inalámbricas fue protagonizado por Nikola Tesla (1856-1943), un ingeniero, inventor y físico serbocroata, ampliamente conocido por su arduo trabajo y sus muchas invenciones en electromagnetismo, y Guillermo Marconi (1874-1937) ingeniero electrónico e inventor italiano. ³⁷

Tesla demostró la comunicación inalámbrica por medio de ondas de radio en 1894, mientras Marconi fue impulsor de la radiotransmisión a larga distancia y desarrolló un sistema de telegrafía sin hilos.



37 Los desarrollos tecnológicos derivados del trabajo y los inventos de Tesla hoy forman parte de nuestra vida cotidiana.

En un principio, Marconi se acreditó como el inventor de la radio robándose las patentes de Tesla, e incluso compartió el Nobel de Física junto a Carl Ferdinand Braun en 1909, pero la Corte Suprema de los Estados Unidos de América retiró la patente en 1943 y reconoció a Tesla como único inventor de la radio.



Descubro y construyo

Describo el comportamiento de la luz cuando interactúa con la materia.

1. Investiga, en equipo, en fuentes confiables:
 - ¿En qué consisten los fenómenos de reflexión y refracción de la luz?
2. Hagan un cuadro de materiales transparentes, opacos y traslúcidos.
3. Diseñen diferentes experimentos mediante los cuales puedan indagar con estos materiales acerca de los fenómenos de reflexión y refracción.
4. Elaboren un organizador gráfico para presentar sus propuestas y observaciones al grupo.



- ¿Puede ocurrir refracción de la luz en el vacío? Justifiquen.
- ¿Cómo es el ángulo que forma el rayo de luz que incide sobre la superficie lisa, con respecto al ángulo del rayo reflejado? Expliquen.
- ¿Qué fenómeno ocurre cuando la luz atraviesa una lente, reflexión o refracción? Argumenten.
- Si la luz es una onda electromagnética, ¿a qué velocidad se propaga? Justifiquen.

Utilizo las TIC

1. En estos recursos interactivos verás la reflexión en espejos cóncavos y convexos, la refracción en lentes divergentes y convergentes y la dispersión de la luz blanca mediante prismas ópticos:

cmed.mx/FIS2068

cmed.mx/FIS2069

cmed.mx/FIS2070

2. Explora la longitud y frecuencia de ondas electromagnéticas en:

cmed.mx/FIS2071



38 El lápiz parece "quebrado" porque en uno de los medios materiales, el aire, los rayos de luz van con una dirección determinada, y en el agua, su dirección cambia.

Espectro electromagnético

Las ondas electromagnéticas, también llamadas radiación electromagnética, se propagan en línea recta tanto en el vacío como en medios materiales. Si bien el medio material las absorbe en mayor o menor medida, los medios que más las absorben son opacos y los que menos, transparentes.

En el vacío, estas ondas viajan en línea recta con una rapidez cercana a los $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

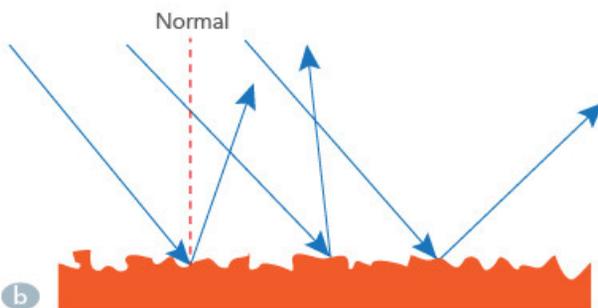
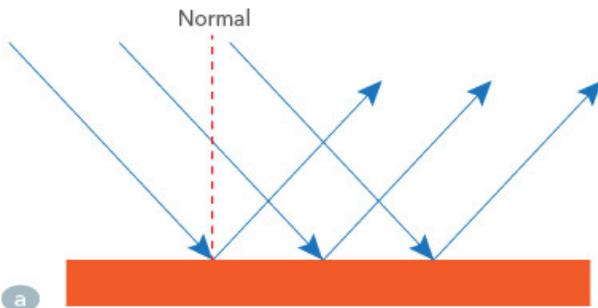
La luz blanca se compone de varias ondas electromagnéticas de diferente longitud de onda superpuestas; cada longitud de onda corresponde a un color y cambia su velocidad de propagación al cambiar de medio.

GLOSARIO

Rayo incidente. Parte de un rayo que va desde el punto de origen a la superficie de un cuerpo, es decir, que incide en una superficie.

Al efecto del cambio de dirección de la luz al pasar de un medio a otro se le conoce como refracción, y al rebote de ésta en una superficie se le llama reflexión. 38

La ley de la reflexión de la luz indica que el **rayo incidente** forma el mismo ángulo respecto a la normal que el rayo reflejado, y que ambos y la normal están sobre el mismo plano. Esto siempre se cumple, independientemente de que la superficie en la que se refleje sea lisa o irregular. 39



39 a) En la **reflexión especular** (palabra que proviene de espejo), la imagen que se forma es definida respecto a los objetos reflejados (hay diferentes tipos de espejos; los más comunes son los planos, pero pueden ser superficies curvas) y b) en la **reflexión difusa** no se producen imágenes nítidas.

A la descomposición de la luz blanca en sus colores componentes se le llama **dispersión**, y se debe justamente a que cada longitud de onda componente se refracta en un ángulo distinto al cambiar de medio.

La luz que percibimos es una parte muy pequeña del rango de longitudes de ondas electromagnéticas que pueden existir. Por razones obvias, la llamamos **luz visible**.

Sin embargo, al considerar todas las longitudes de onda posibles, tenemos ondas desde longitudes de onda tan grandes como miles de kilómetros hasta longitudes verdaderamente diminutas del orden de la cien mil millonésima parte de un milímetro.

Todas las ondas electromagnéticas constituyen el **espectro electromagnético**.

El conocimiento de las ondas electromagnéticas ha impactado las ciencias y la tecnología. Algunas aplicaciones se encontraron hace siglos, y hoy en día se siguen concibiendo nuevas formas de usarlas; la mayoría se basan en que estas ondas pueden interactuar con la materia y la energía.



Descubro y construyo

Comparo las aplicaciones de las distintas ondas del espectro electromagnético con base en sus propiedades.

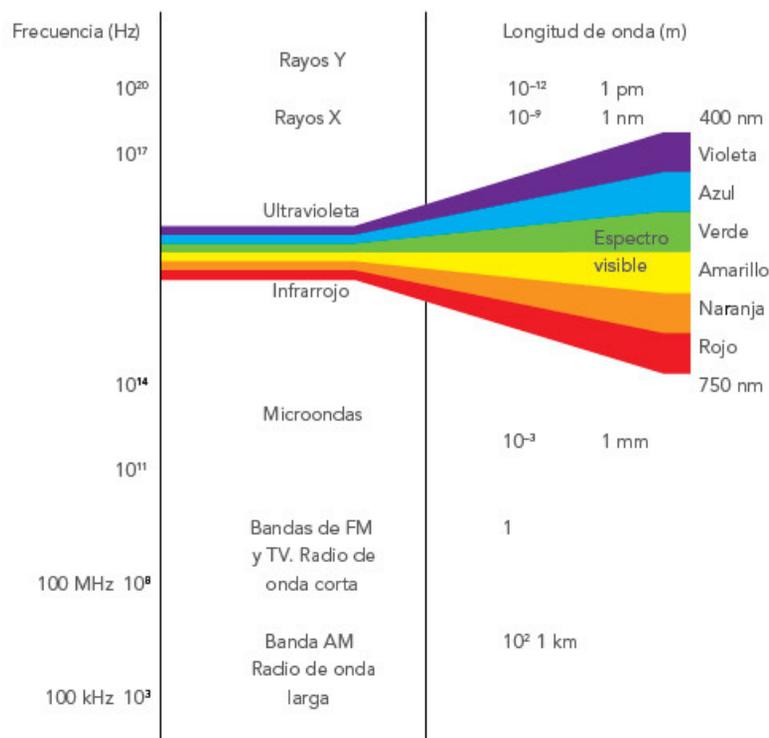
1. Elaboren una infografía del espectro electromagnético en la que utilicen el esquema y la información que investiguen acerca de sus aplicaciones tecnológicas.

- ¿Con cuál de nuestros sentidos percibimos las ondas infrarrojas?
- ¿Qué efectos producen las ondas ultravioletas, UV?, ¿de qué manera es posible protegernos de ellas?
- ¿Qué tecnologías aprovechan las microondas y las ondas hertzianas?

Los rayos X se descubrieron a finales del siglo XIX, por sus diminutas longitudes de onda pueden interactuar con la materia en el nivel de subpartículas que conforman las partículas.

- ¿Qué propiedades microscópicas de materiales sólidos y líquidos se han estudiado con ellas?, ¿qué usos médicos conocen?

- ¿Cómo son los valores de frecuencia y de la longitud de onda de los rayos gamma?, ¿cuál es su aplicación en el estudio del cuerpo humano?, ¿por qué permiten una mayor precisión que los rayos X?



Los nombres de las diferentes bandas de frecuencia son convencionales, dependen de las aplicaciones que se han encontrado para cada una.



- Compartan sus investigaciones e integren los aspectos más representativos para enriquecer sus infografías.
- Exhíbanlas en el periódico mural y platiquen con sus familiares sobre algunas medidas de prevención contra los efectos de los rayos infrarrojos y ultravioletas.

Para empezar, todo cuerpo, de cualquier tamaño, en cualquier lugar del Universo, emitirá ondas infrarrojas en función de su temperatura. Esto significa que la radiación infrarroja es justamente la manera de transmitir energía térmica a distancia.

Los rayos ultravioleta (UV) no se perciben como calor o luz visible, pero cuando nos exponemos a este tipo de radiación se producirán ciertas reacciones químicas en nuestra piel y una exposición excesiva es perjudicial y puede, incluso, propiciar el cáncer cutáneo, tómalo en cuenta.



Recapitula

1. Una onda es un pulso o conjunto periódico de pulsos sucesivos producidos por una perturbación que se propaga a partir del punto donde se generó.
2. El tipo de perturbación produce distintas ondas: longitudinales, transversales, mecánicas y electromagnéticas (OEM).
3. Toda onda tiene asociada magnitudes como amplitud de onda, longitud de onda, periodo y frecuencia.
4. Las ondas mecánicas requieren un medio para propagarse; ejemplos de este tipo de ondas son el sonido y los sismos.
5. Las OEM se generan con campos eléctricos variables que inducen campos magnéticos variables; pueden propagarse en el vacío o en medios materiales en determinadas condiciones, y reflejarse o refractarse al pasar de un medio a otro.
6. Las OEM pueden tener longitudes de onda en un rango muy amplio, conformando el espectro electromagnético, que incluye ondas de radio, microondas, infrarrojos, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma.

Evalúo mi aprendizaje

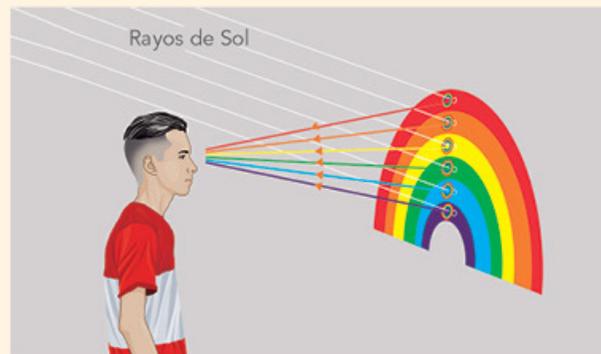
Itacate

Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

I. Responde:

1. Explica la formación del arcoíris en términos de la composición de la luz blanca y la refracción.
2. Identifica los elementos que le faltan al esquema para que se dé el fenómeno del arcoíris. Descríbelos gráficamente y por escrito.



- ¿Han visto alguna vez arcoíris dobles?, ¿cómo se producen?
3. En las experiencias de la actividad de la página 168:
 - ¿Qué caso corresponde a ondas mecánicas transversales y cuál a ondas longitudinales? Justifica.
 - ¿Cómo medirías el periodo y la longitud de onda en cada caso? Explica.
 - ¿Cómo conseguirías mayor amplitud de onda en cada caso?
 4. En la actividad de la página 170:
 - Identifica dónde se produjo reflexión de la luz.
 - ¿Qué pasaría si hubieses usado una lámpara con luz de un solo color (monocromática)? Argumenta.
- ### II. Analiza lo siguiente y responde:
- Las ondas de radio para la transmisión en la banda de AM (amplitud modulada) suelen tener longitudes de onda entre 100 m y 1 km, mientras que las de FM (frecuencia modulada) son entre 1 y 10 m.
- ¿Por qué la recepción de la radio AM puede perderse al estar debajo de un paso a desnivel o en un túnel? Apoya tu explicación con un dibujo.
- ### III. Comparte tu evaluación con algún integrante del grupo, resuelvan dudas y complementen sus respuestas.

Logro ir **más allá**

El conocimiento de las ondas electromagnéticas ha impulsado las tecnologías de las telecomunicaciones de manera explosiva en las décadas recientes.



Valoro el desarrollo tecnológico en telecomunicaciones a partir del conocimiento sobre las ondas electromagnéticas.

1. Reflexiona, luego responde en equipo:
 - ¿Cómo percibimos los rayos infrarrojos con nuestros sentidos?
 - ¿Qué tipo de ondas electromagnéticas son las de mayor frecuencia en el espectro?
 - El Sol emite radiación en forma de luz visible, ¿qué otros tipos de radiación emite? Justifiquen.
2. Investiguen, en fuentes confiables, acerca de las aplicaciones de diferentes bandas de ondas electromagnéticas en telecomunicaciones, consideren:
 - ¿Qué plataformas de telecomunicaciones identifican?
 - ¿Cuáles son los rangos de frecuencia y longitud de onda empleadas en estas plataformas de telecomunicaciones?
 - ¿Pueden imaginar un mundo sin telecomunicaciones en la actualidad?, ¿cómo sería la vida cotidiana en este caso?
 - ¿Qué consideraciones éticas deben tomarse en cuenta respecto de las telecomunicaciones?
3. Compartan sus resultados con el grupo; pueden elaborar infografías, organizar debates o lo que consideren adecuado para transmitirlos. Citen las fuentes que consultaron.

Si les interesa aprender más sobre este tema, transformen esta actividad en un proyecto.



► Retomen el epígrafe de Albert Einstein del inicio de lección y expliquen su significado. Comparen y contrasten esta idea con la de si el frío puede considerarse como ausencia de calor.

Leo +

1. Entérate acerca de las principales aplicaciones del espectro radioeléctrico en nuestro país visitando:

cmed.mx/FIS2072

2. Infórmate sobre aspectos básicos de la historia de las telecomunicaciones en:

cmed.mx/FIS2073



Reconoce tus emociones

Transcribe uno de los epígrafes de físicos, matemáticos, filósofos o escritores que leíste al inicio de cada lección, el que más te haya gustado y emocionado.

- Identifica aquellos que generan en ti emociones positivas o negativas y descríbelas.
- ¿Con quién compartirías las ideas o reflexiones que provocaron? ¿Por qué?

Busca ideas relacionadas con la física expresadas por una mujer, desde artistas, poetas, científicas, etcétera.

Conoce a los autores de cada epígrafe en la sección: **¿Quiénes lo dijeron?**, que se encuentra en el Apéndice.

Construye una línea del tiempo ilustrada, incluye a las autoras que encontraste, usa mapas para localizar el país de origen y destino de cada personaje.

Recuerda revisar tu Itacate de evidencias antes de realizar tu evaluación, esto te ayudará a reconocer cómo has aprendido.

I. ¿Qué tanto aprendiste? ¡Ser autocrítico es un valor!

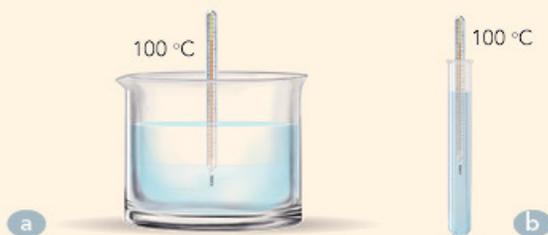
Para ello, elabora un cuadro con todos los temas que puedas identificar. Fíjate en el ejemplo y completa todas las preguntas para cada tema. Apóyate en la Ruta de Aprendizaje.

Lección	Temas que he revisado	¿Qué sabía antes de este tema?	¿Qué cosas nuevas aprendí?	¿Cómo se relaciona esto con mi vida cotidiana?
9	Modelos en la ciencia			

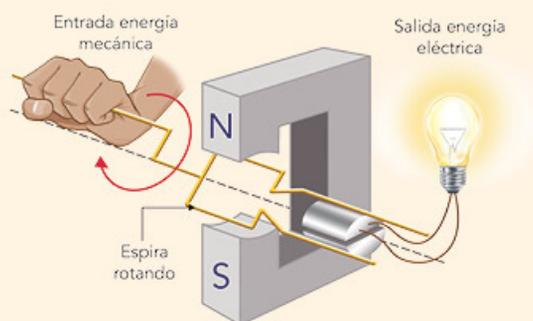
II. Analiza las situaciones y explica:

1. Según el modelo de Demócrito, la materia sólo puede fragmentarse hasta cierto límite, ¿qué ejemplos son útiles para explicar este hecho? Elabora esquemas y comunica tus ideas a otro integrante del grupo, evalúen juntos.
2. Cuando aprietas un globo inflado observas que algunas partes se hunden. Describe las características de este fenómeno a partir del modelo cinético de partículas. Dibuja en un esquema los cambios que se producen en el aire y en el interior del globo y explícalos.
3. Todas las mañanas, Alberto desayuna con café caliente, por lo que pone al fuego 250 ml de agua. Después de cinco minutos, cuando aparecen las primeras burbujas, Alberto retira el agua del fuego y agrega $\frac{1}{2}$ cucharada de café y $\frac{1}{4}$ de azúcar. Él observa dos fenómenos interesantes: disminuye la cantidad de agua que había puesto a calentar, y vapor que se desprende de su café.
 - ¿Qué tipo de cambio ocurrió al disminuir la cantidad de agua? Explica con base en el modelo de partículas.
 - ¿A qué se debe el vapor que sale del café? Elige la opción correcta.
 - a. Desprendimiento de moléculas de agua.
 - b. Azúcar evaporada.
 - c. Choque entre partículas de azúcar evaporada y el aire.
 - d. Moléculas de agua gigantes.

III. Analiza las siguientes figuras y textos para contestar:



- ¿En cuál de las sustancias hay más calor? ¿Por qué?
 - ¿Por qué las sustancias están en equilibrio térmico?
4. Explica a detalle la forma en que funciona este sencillo generador eléctrico y comparte con el grupo.



5. Explica por qué en los instructivos de los refrigeradores se recomienda no introducir alimentos calientes.
6. ¿Qué argumentos utilizarías para demostrar que la exposición prolongada al aire acondicionado te deshidrata y además puede afectar tu salud? Relaciona aspectos de la temperatura con otros que aprendiste en tu curso de Biología.
7. Todas las grandes ciudades ocasionan que aumente la temperatura ambiente, ¿a qué se debe éste fenómeno?
- ¿Cómo se relaciona con el efecto invernadero?
 - ¿Cuáles son los principales gases de efecto invernadero?
 - ¿Cuáles son los daños al medioambiente que producen los gases de efecto invernadero?
 - ¿Qué acciones piensas llevar a cabo para no contribuir a generar estas emisiones?
8. Piensa: en el siglo XVIII se requerían dos caballos para transportar una carreta con pasajeros, hoy un automóvil utiliza 450 caballos de fuerza con el mismo fin, ¿se trata de los mismos "caballos"?
9. Explica cómo se produce el sonido y si es posible escuchar música en el vacío.
- ¿El sonido es una onda o una partícula? ¿Por qué?

IV. Valora la importancia de comunicar tus avances. Comparte tu evaluación, aclara tus dudas para reconocer como has aprendido.

- ¿De qué manera compartir tu evaluación te ayudó a lograr el aprendizaje?

Entérate con un tuit

#Narices electrónicas detectan moléculas presentes en el aire, de gran interés en la agroindustria, medio ambiente, seguridad y medicina.

cmed.mx/FIS2074

#¿Un líquido sólido? Científicos rusos lo predijeron en 1969, lo que parecía imposible hoy es conocido como supersólido.

cmed.mx/FIS2075

#Físicos han enfriado el agua líquida hasta 43 grados bajo cero sin que se congele, su método de medición se basa en el espectro de luz.

cmed.mx/FIS2076

#Investigadores brasileños invirtieron por primera vez el sentido de la flecha del tiempo, su experimento se basa en el flujo del calor de un cuerpo a otro.

cmed.mx/FIS2077

#En un futuro el cambio climático complicará el despegue de aviones.

cmed.mx/FIS2078

#La descarga eléctrica de un rayo se puede desplazar rápidamente por las tuberías.

cmed.mx/FIS2079

#Mariposas Monarca con GPS magnético incorporado para regresar a Michoacán.

cmed.mx/FIS2080

#La mayoría de las películas de ciencia ficción rompen las leyes de la física pero facilitan el estudio de los pulsos electromagnéticos.

cmed.mx/FIS2081

Conocer el mundo implica, entre otras muchas habilidades, estar atento a la noticia.

Los medios digitales emiten constantemente noticias. Frente a este bombardeo, desde el mismo encabezado elegimos qué frase leer, así funciona, a fin de cuentas, un *tuit*.

1. Vuelve a leer los tuits de la entrada del módulo.
 - ¿Has reflexionado respecto a qué tan preparado estás para entender las noticias relacionadas con los nuevos desarrollos científicos y tecnológicos?
 - ¿Cómo puedes saber cuál es la información que está sustentada y cuál no?
2. Lee la noticia en la fuente original y corrobora su validez. Aplica la "Regla de las tres fuentes".
3. Reflexiona:
 - ¿Compartirías estas noticias? Explica por qué.
4. Subraya con verde los términos científicos y técnicos que entendiste de cada noticia; los que no, subráyalos con rojo para buscar su significado.
5. Explica con tus propias palabras la noticia que más te haya interesado, apegándote al contenido; motiva el interés de tu interlocutor.
 - ¿Qué más te interesaría saber sobre el tema de esa noticia?
 - ¿Qué ideas o conceptos de las lecciones de este módulo te ayudaron a entender las noticias?
 - ¿Es posible diseñar un experimento para explicar la noticia que elegiste? Explica.

La "Regla de las tres fuentes" establece que debes corroborar la existencia de la misma información en al menos tres fuentes confiables: instituciones educativas, gubernamentales, columnas sobre ciencia en publicaciones periódicas, y citarlas.



Mis logros y metas

Como ya tienes completo y revisado tu **Itacate de evidencias**, puedes fácilmente reconocer lo que has aprendido. Completa el cuadro con lo que se pide en cada caso. Apóyate en la **Ruta de Aprendizaje**. Escribe lo que se pide en cada caso.

INDICADOR DEL LOGRO	LO SÉ <i>Tengo el conocimiento</i>		LO SÉ HACER <i>Desarrollé las habilidades para representar y seguir procedimientos</i>		LO VALORO		COMENTARIOS
	Sí	Aún no	Sí	Aún no	Sí	No	
Explico propiedades de la materia con base en el modelo de partículas.							
Interpreto la temperatura y el equilibrio térmico como el promedio de energía cinética de las partículas.							
Diferencio entre las nociones de calor y temperatura.							
Identifico la carga eléctrica como una propiedad de la materia.							
Analizo el comportamiento magnético de algunos materiales.							
Explico la relación entre los fenómenos eléctricos y magnéticos a través de la inducción.							
Describo las ondas electromagnéticas a partir de la interacción entre electricidad y magnetismo.							

Habilidades del siglo XXI

Marca con una (✓) las habilidades que consideres has alcanzado:

- Confío en mí
- Percibo mis emociones
- Soy responsable
- Muestro empatía
- Tengo sentido de la comunidad
- Me comunico
- Colaboro / participo
- Me adapto
- Muestro creatividad
- Muestro curiosidad e interés
- Tengo iniciativa
- Soy persistente
- Planteo metas positivas
- Resuelvo problemas
- Manejo la información
- Uso los medios
- Manejo la tecnología
- Soy consciente del mundo natural y social



Itacatl, voz náhuatl que significa, entre otras acepciones, mochila o bulto para guardar y transportar provisiones.

A partir de este momento crearás tu propio “Itacate de evidencias” para guardar ahí tus notas, ideas, trabajos y conclusiones como resultado de cada actividad.

Enriquecerás tus evidencias a medida que avances y las revises antes de cada evaluación.



#El desarrollo del conocimiento de la física continúa, nuevas explicaciones basadas en las teorías de esta ciencia y de las matemáticas esperan ser demostradas experimentalmente.

#Los constantes choques entre los protones y neutrones enamorados han puesto en jaque la evolución de las estrellas.

#El satélite *Suzaku* revela que las sustancias que conforman el Universo a gran escala son, en promedio, las mismas que las del Sistema Solar.

#El uso de la energía solar en México se ha incrementado en 30%, desarrollos tecnológicos permitirán reducir el gasto energético y los costos en el recibo de la CFE.

#Primer país en obtener energía con boyas ancladas debajo del mar.

#Generar electricidad a partir del calor que emana el cuerpo humano.

#Las 10 novedades tecnológicas que transformarán la medicina.

#Evita la adicción tecnológica, ¡incluso de tu propio celular!

Reflexiona en cada lección sobre estas noticias que retomarás al concluir el Módulo.



MATERIA, ENERGÍA E INTERACCIONES

Eje

Tema

Aprendizaje esperado

NATURALEZA MACRO, MICRO Y SUBMICRO

ENERGÍA

Explora algunos avances recientes en la comprensión de la constitución de la materia y reconoce el proceso histórico de construcción de nuevas teorías.

Describe algunos avances en las características y composición del Universo (estrellas, galaxias y otros sistemas).

Describe cómo se lleva a cabo la exploración de los cuerpos celestes por medio de la detección y procesamiento de las ondas electromagnéticas que emiten.

Analiza las formas de producción de energía eléctrica, conoce su eficiencia y los efectos que causan al planeta.

17

¿Qué hay en el átomo?

18

¿Cuáles son los ingredientes del Universo?

19

¿Cómo exploramos el Universo?

20

¿Cómo se obtiene la electricidad?

Lección

Logro ir más allá

Proyecto





SISTEMAS

SISTEMAS DEL CUERPO HUMANO Y SALUD

DIVERSIDAD, CONTINUIDAD Y CAMBIO

TIEMPO Y CAMBIO

Describe el funcionamiento básico de las fuentes renovables de energía y valora sus beneficios.

Identifica las funciones de la temperatura y la electricidad en el cuerpo humano.

Describe e interpreta los principios básicos de algunos desarrollos tecnológicos que se aplican en el campo de la salud.

Analiza cambios en la historia, relativos a la tecnología en diversas actividades humanas (medición, transporte, industria, telecomunicaciones) para valorar su impacto en la vida cotidiana y en la transformación de la sociedad.

21

¿Cómo ganar energía sin que la Naturaleza pierda?



22

¿Humanos electro-térmicos?



23

¿Cómo medir variables físicas en el cuerpo?



24

¿A poco vivían sin internet?



¿Qué hay en el átomo?

La ciencia no puede resolver el último misterio de la Naturaleza. Y eso se debe a que, en última instancia, nosotros mismos somos una parte del misterio que estamos tratando de resolver.

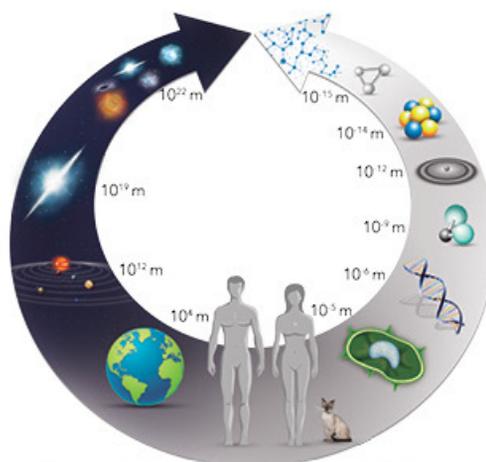
MAX PLANCK

Saber que la materia está formada por partículas muy pequeñas ha tomado mucho tiempo en la historia de la humanidad. ¿Cómo llegamos a conocer esto? Comprenderlo implica que reconozcas algunas de las ideas más importantes sobre las partículas que constituyen a la materia.



Identifico escalas para medir longitudes microscópicas y macroscópicas en el Universo.

La distancia entre el Sol y Neptuno es inmensa comparada con la que hay entre dos células de la piel. En general, es difícil imaginar físicamente estas dimensiones, por lo que usamos instrumentos cuando es posible y modelos científicos para darnos una idea de lo grande o pequeño que es un sistema físico. Lo increíble de todo esto es que ningún planeta o célula son lo más grande o pequeño que existe en el Universo.



Utilizo las TIC

Explora la escala del Universo con alguno de los siguientes recursos:

cmed.mx/FIS2082

cmed.mx/FIS2083

La importancia de saber **escuchar** permite que todas las aportaciones sean útiles para **construir** respuestas más completas y precisas.

1. Observa el esquema de las escalas en el Universo y estima cuál de las siguientes cifras correspondería a la longitud de:

<input type="checkbox"/> Diámetro de un átomo	a. 0.3×10^1 m
<input type="checkbox"/> La altura de un gato	b. 1.7×10^{-6} m
<input type="checkbox"/> La molécula del ADN	c. 2.5×10^{12} m
<input type="checkbox"/> El diámetro del Sistema Solar	d. 10×10^{-11} m
2. Analiza, en pareja, y respondan:
 - Mencionen un ejemplo de materia viva y otro de materia inerte en su propio cuerpo. ¿Sus dimensiones son macroscópicas o microscópicas?
 - ¿Cómo imaginan que es lo más pequeño que existe?
 - ¿Cómo saben lo que hay en el Universo?
 - ¿Utilizarían el mismo instrumento para medir su estatura y el grosor de un cabello? Expliquen.



► Compartan sus respuestas con el grupo, corrijan en caso necesario, para concluir.



Husmeando dentro de las partículas

El modelo cinético de partículas que estudiaste en el Módulo 2 constituye un gran avance en la historia de la ciencia al postular los argumentos que explican cómo las interacciones entre partículas microscópicas, que no podemos ver, son responsables de propiedades que detectamos claramente en la escala macroscópica, como la presión, la temperatura, la transferencia de calor y los estados de agregación de la materia.

Es sorprendente la manera en que Maxwell y Boltzmann, a finales del siglo XIX, concibieron pequeñas partículas rígidas que determinaban estas propiedades termodinámicas de los gases, considerándolas en conjunto y no a cada partícula individualmente, pues era imposible detectar el comportamiento de porciones de materia chocando entre sí a grandes velocidades.

Sin embargo, así como la mecánica clásica de Newton no podía explicar fenómenos como la presión o la dilatación de los cuerpos, que sí resolvieron Maxwell y Boltzmann, faltaba resolver el misterio de otros fenómenos físicos que habían llamado la atención de la comunidad científica durante el siglo XIX. Uno de ellos era el origen del brillo que se producía al interior de un tubo de vidrio cuando sus extremos se conectaban con alambres a una pila de esa época. Previamente, se extraía el mayor aire posible con una bomba manual de vacío. Este artefacto fue conocido como tubo de Crookes, y muchos científicos lo replicaron para hacer experimentos en sus propios laboratorios, tratando de investigar qué podía producir semejante fenómeno físico.

William Crookes descubrió que, si aplicaba electricidad a gases encerrados en tubos de vidrio a muy baja presión, se producía **fluorescencia**.



Röntgen replicó el experimento de Crookes y encontró un *agente* extraño que salía del tubo, que no pudo explicar. **1** De esta manera, comenzaron a surgir otras teorías sobre la estructura de la materia a inicios del siglo XX y hasta nuestros días.

1 El más célebre de los científicos que investigaron los rayos X fue el físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), quien los nombró así porque no se sabía exactamente qué tipo de radiación era. La imagen corresponde a la que es probablemente la primera placa de rayos X, tomada de la mano de su esposa Anne Berthe, quien falleció debido a los daños derivados de la exposición a estos rayos sin la debida protección. La protuberancia oscura en el dedo anular es el anillo que llevaba puesto.

GLOSARIO

Husmear. Rastrear con el olfato.

Fluorescencia. Fenómeno que consiste en la absorción de radiación electromagnética en un material, que después emite parte de esa radiación produciendo luminiscencia o brillo sin necesidad de transferir calor, como sucede con el fuego, que proporciona luz y calor.

Identifico limitaciones de algunos modelos científicos para comprender la estructura de la materia.

1. Dibujen esquemas, con tu equipo, donde ilustren:
 - ¿Por qué la dilatación de los cuerpos no puede describirse como efecto de la fuerza de atracción gravitatoria, como proponía Newton?
2. Indaguen acerca de otros fenómenos físicos, como:
 - ¿Qué es la electricidad?
 - ¿Las partículas del modelo cinético son electrones?
 - ¿Se pueden explicar la electricidad y el magnetismo de la misma manera que la temperatura?
3. Escriban sus resultados y guárdenlos en su Itacate de evidencias.



- ▶ En plenaria, respondan:
- Si el Universo es todo cuanto existe y si la materia está formada por partículas, ¿de qué está hecho el Universo?
 - ▶ Den cinco ejemplos de objetos macroscópicos y cinco ejemplos de objetos microscópicos. Expliquen qué harían para saber cuál es la materia que los forma. Pueden hacer una lista en el pizarrón.
 - Al inicio de la lección aparecen algunas cifras de longitudes. ¿Cuál es la utilidad de la notación científica para expresar cantidades? Argumenten su respuesta.

Aportaciones y limitaciones de los modelos atómicos

La teoría atómica nació entre los años 1803 y 1807 de la mano del inglés John Dalton, quien pensó que los átomos no podían dividirse, pero que aquéllos del mismo elemento (oro, plata, oxígeno, etcétera) tienen masa y propiedades iguales, mientras que los átomos de diferentes elementos tienen masa y propiedades distintas.

Esta idea fue muy importante para explicar las reacciones químicas, pero concebir al átomo como partícula rígida no es útil para entender cómo surge la electricidad. Es mejor pensar en un átomo compuesto de fragmentos más pequeños en su interior; una parte del átomo con carga positiva y el resto de carga negativa.



2 Representación del modelo atómico de Thomson.

Joseph John Thomson propuso un modelo simple de átomo (1904), pensó en éste como si se tratara de un panqué de pasas. 2

El cuerpo del panqué contenía la carga positiva y las pasas eran partículas con carga negativa que en un determinado momento podían abandonar el átomo si se les suministraba energía, y, como ya lo sabes, eso implica hacer algún tipo de trabajo. Con esto en mente, Thomson introdujo la idea de una partícula con carga negativa y masa muy pequeña en el interior del átomo: el electrón.

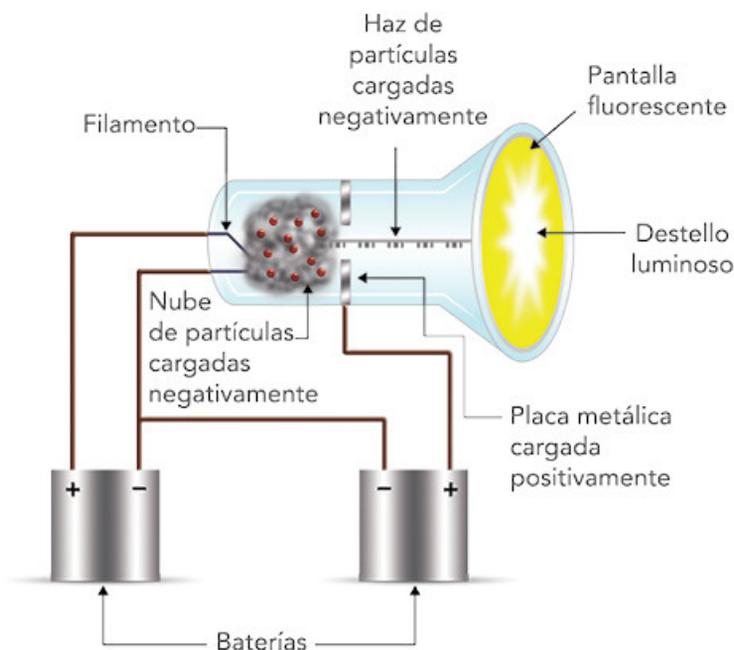
Descubro y construyo

Reconozco la estructura del átomo de Thomson.

- Explica cada situación acorde con la ganancia o pérdida de pasas:
 - Cuando tomas un globo inflado y haces trabajo sobre él, frotándolo con tu cabello, el globo se carga negativamente y puede atraer pequeños trocitos de papel, ¿por qué sucede esto?
 - Piensa por el momento que cada pasa tiene una carga negativa (-1). Si el panqué gana dos pasas, ¿qué carga tendría el panqué? Recuerda que antes de la transferencia de pasas, la carga total era cero.
 - Un panqué tiene una carga de (+2), ¿cuántas pasas perdió el panqué? Explica.

Verifica tus respuestas con el grupo y expliquen si los electrones pueden estar relacionados con los fenómenos eléctricos.

A mediados del siglo XIX muchos científicos comenzaron a estudiar descargas eléctricas dentro de tubos de vidrio a muy baja presión. **3**



3 En el interior de este tubo, llamado de Crookes, se encuentra un filamento de tungsteno, un metal que al calentarse se pone al rojo vivo y supera los 2000 °C.

Para calentarlo, el metal se conecta a una batería que suministra una gran cantidad de energía cinética a las partículas, tanta que algunas de ellas pueden escapar del filamento y conformar una especie de nube a su alrededor. Delante de la nube se coloca una placa metálica cargada positivamente mediante otra batería.

Recordarás que las cargas de signo contrario se atraen, de modo que las partículas que emigran del filamento (electrones) son atraídas por la placa cargada positivamente.

Reflexiono acerca del descubrimiento del electrón.

1. Dialoga con un integrante del equipo acerca de cómo se llegó a descubrir la presencia de partículas con carga negativa dentro del átomo. Ilustren en su cuaderno este proceso.
2. Las partículas de carga negativa que Thomson descubrió, hoy se conocen como electrones.
 - ¿Qué papel juegan las pasas en el modelo del átomo del propio Thomson?
 - ¿Qué representan las pasas y el panqué en el modelo de Thomson para explicar la estructura de la materia?



► Compartan con el resto del grupo cómo resolvieron el misterio de las pasas y regístrenlo por escrito.

Modelo atómico básico

GLOSARIO

Uranio. Mineral de color gris plateado encontrado en la Naturaleza.

En 1896 Henri Becquerel (1852-1908) descubrió que un mineral de **uranio** emitía, de manera espontánea rayos gamma, que son partículas cargadas eléctricamente. A este efecto se le conoce como **radiactividad**.

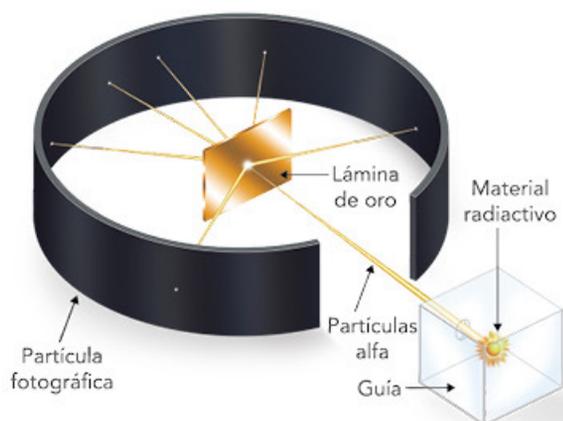
Estudios posteriores sobre este efecto realizados por Ernst Rutherford (1871-1937) demostraron que se emitían cargas positivas llamadas partículas alfa, así como cargas negativas o partículas beta y un tipo de luz conocida como rayos gamma.

En 1910, Rutherford lanzó un haz de partículas alfa contra una lámina de oro muy delgada, y del otro lado de la lámina colocó una cinta circular de película fotográfica fluorescente. **4**

Observó con sorpresa que la mayoría de las partículas alfa atravesaron la lámina y prácticamente no se desviaron, aunque algunas sí y otras rebotaron contra la lámina. Para Rutherford fue evidente que el átomo está compuesto de un núcleo atómico (o parte central) cargado positivamente y una corteza en la cual los electrones (de carga negativa) giran a gran velocidad alrededor del núcleo.

El descubrimiento de un núcleo con partículas positivas es una diferencia fundamental respecto al modelo de Thomson, al que reemplazó en poco menos de cinco años.

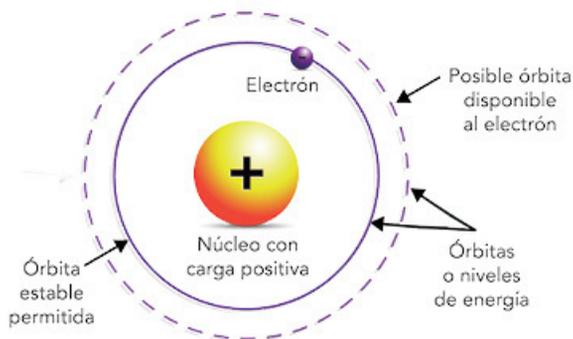
Böhr propuso un modelo (1913) para explicar el experimento de su colega Rutherford. Supuso al núcleo de carga positiva en el centro como si se tratara del Sol y los electrones orbitando al núcleo.



4 Experimento de Rutherford.



Sin embargo, las órbitas de Bóhr eran circulares y válidas para átomos que sólo tuvieran un electrón, como el hidrógeno. **5**



5 Modelo atómico de Bóhr.

Bóhr suponía que los electrones, al desplazarse de un nivel de energía a otro, captaban cantidades o "cuantos" de energía iguales a la diferencia entre el nivel energético de las órbitas. El "paquete" energético que recibe un átomo es un cuanto, de ahí el nombre de mecánica cuántica.

En 1932, James Chadwick experimentó con átomos de nitrógeno y encontró que aun cuando la carga estuviera equilibrada, había una diferencia en la masa atómica; esto le llevó a la conclusión de que, si los electrones tienen masa despreciable en comparación con los protones, entonces debían existir partículas sin carga dentro del núcleo, y así fue. Estas partículas se denominan neutrones.

Sommerfeld, Schrödinger y Dirac son los nombres de científicos cuyos modelos atómicos fueron planteados posteriores al de Bóhr. Todos ellos tienen presente la idea de "cuantos" de energía (mecánica cuántica) y de órbitas no circulares, donde los electrones carecen de una posición definida, aunque con una región probable en donde puede encontrarse a la que se denomina orbital.

Descubro y construyo

Identifico aportes y limitaciones de las teorías sobre la estructura de la materia.

- Diseña diagramas para explicar lo siguiente:
 - ¿Cuál fue la influencia de los trabajos de Becquerel en Rutherford?
 - ¿Cómo infirió Rutherford que el átomo tenía un núcleo y que dentro de éste había una partícula?
 - ¿Qué carga eléctrica debe haber en el núcleo para mantener al átomo en equilibrio?
- Presenta tus diagramas al grupo y observa los de los demás para verificar tus conocimientos.

► Argumenta, en grupo, por qué el modelo cinético de partículas no puede explicar la electricidad, mientras que los modelos atómicos a partir de Rutherford sí pueden hacerlo.

Leo +

¿Qué más hay en el átomo? Indágalo en el siguiente libro:

Noreña, Francisco. (2005). *Dentro del átomo*. México: Conaculta-Dirección General de Publicaciones.

Utilizo las TIC

Trabaja con el recurso interactivo que reproduce el modelo de Bóhr. ¿En qué nivel cuántico (n) se mueve más rápido el electrón?

cmed.mx/FIS2084

El gato y la caja

Lee el siguiente diálogo, en pareja, para explorar otra teoría acerca de la estructura de la materia.



—¡Jajajajaja! Eso de meter a un gato en una caja junto a una botella con gas venenoso y ver qué sucede, es un disparate macabro.

—Calma chavo, sólo es un experimento mental que se le ocurrió al físico Erwin Schrödinger en 1935 para explicar a la gente una interpretación de la **mecánica cuántica**, con la cual no estaba totalmente de acuerdo.

—¿Esa mecánica es para arreglar los coches híbridos?

—¡Jajaja! No, es una teoría sobre las partículas más pequeñas de la materia y describe cómo algunos sistemas físicos pueden existir en dos o más estados a la vez; así se explicaban experimentos que en su época no se comprendían bien.

—¿Cómo que en dos estados?, ¿de qué?

—Había varias interpretaciones y Schrödinger tenía sus dudas sobre una de ellas que hicieron unos científicos reunidos en Copenhague, así es que se inventó lo del gato para mostrar que si nadie abre la caja, el gato estará vivo y muerto a la vez.

—Pero eso está muy loco. Si abro la caja, sabré si el lindo gatito está vivo o muerto. ¿Así de simple?

—¡Exacto! Cuando abres la caja pierdes uno de los estados del gato y determinas la opción que observas. Has influido en el experimento. Ésta es otra importante conclusión de la mecánica cuántica.

—A ver, el sentido común dicta lo mismo para un gato que para una moneda al aire: tienes 50% de probabilidades de que salga águila (gato muerto) o sol (gato vivo y coleando). ¿Cuál es el chiste teórico de este experimento?

—La vida del gato dependía de si una partícula se desintegraba o no, activando un mecanismo que liberaba el veneno. Según la teoría, sin **observación**, la partícula estaría desintegrada y no desintegrada a la vez, y por tanto el gato estaría vivo y muerto al mismo tiempo.

GLOSARIO

Mecánica cuántica. Teoría fundamental de la física creada para explicar el comportamiento de partículas elementales de la materia.

Observación. Se refiere a alguna medición o interacción entre sistemas físicos.



—Entonces no se puede tener certeza de nada. ¡Está cañón!



—Digamos que el sentido común se pierde en las partículas más pequeñas de la materia, ellas se comportan de manera muy extraña. Pueden coexistir simultáneamente en varios de sus estados. Los **fotones** de luz, por ejemplo, coexisten como onda y como partícula, aunque su masa sea despreciable.



—Pero el gato no es una partícula, es un ser vivo... o muerto, bueno si el pobre activó el pedal de la botella, por curiosito.



—Ya vas entendiendo la paradoja. El observador afecta el experimento. Hay evidencias de que los estados se superponen, ocurren a la vez, pero esto es únicamente en las diminutas partículas que forman el Universo donde las velocidades son muy grandes.

GLOSARIO

Fotón. Partícula de luz o de otra radiación o de otra energía electromagnética que se produce, se transmite y se absorbe.



Descubro y construyo

Analizo algunos postulados de teorías atómicas recientes.

1. Anota tus dudas después de leer el diálogo "El gato y la caja" y compártelas con el resto del grupo. Seguramente tus preguntas serán interesantes, puesto que el comportamiento de las partículas es fascinante.
2. Recuerda que en el Módulo 2 estudiaste el significado de las posturas acerca de la naturaleza continua o discontinua de la materia:
 - ¿En cuál postura se ubica el modelo cinético de partículas?
 - ¿En cuál de estas dos posturas ubicarías a la mecánica cuántica? Toma en cuenta lo que pasaría si se considera un fotón como una partícula, o cuando se comporta como una onda.
3. Compara tu respuesta con la de otro integrante del grupo, e indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Después expliquen por qué.
 - La mecánica cuántica se aplica a nivel de objetos masivos del Universo, como planetas y estrellas.
 - Si el gato murió, puede resucitar; si está vivo, puede morir.
 - La superposición se refiere a que las partículas más pequeñas de la materia pueden tener varios estados al mismo tiempo, por ejemplo, como onda o como partícula.
 - El observador influye en el resultado del experimento.
4. Compartan sus respuestas con otras parejas, y resuelvan juntos sus dudas.



Respondan por escrito y al terminar, compartan con el grupo.

- ▶ En un grano de arena hay cerca de 2.2 trillones de átomos. Si la mecánica cuántica se aplica a niveles atómicos:
 - ¿Puede ocurrir la superposición en un grano de arena? Argumenten.
- ▶ Expliquen por qué el gato no es un sistema cuántico, y mucho menos, el observador.



Recapitulo

Evalúo mi aprendizaje



Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

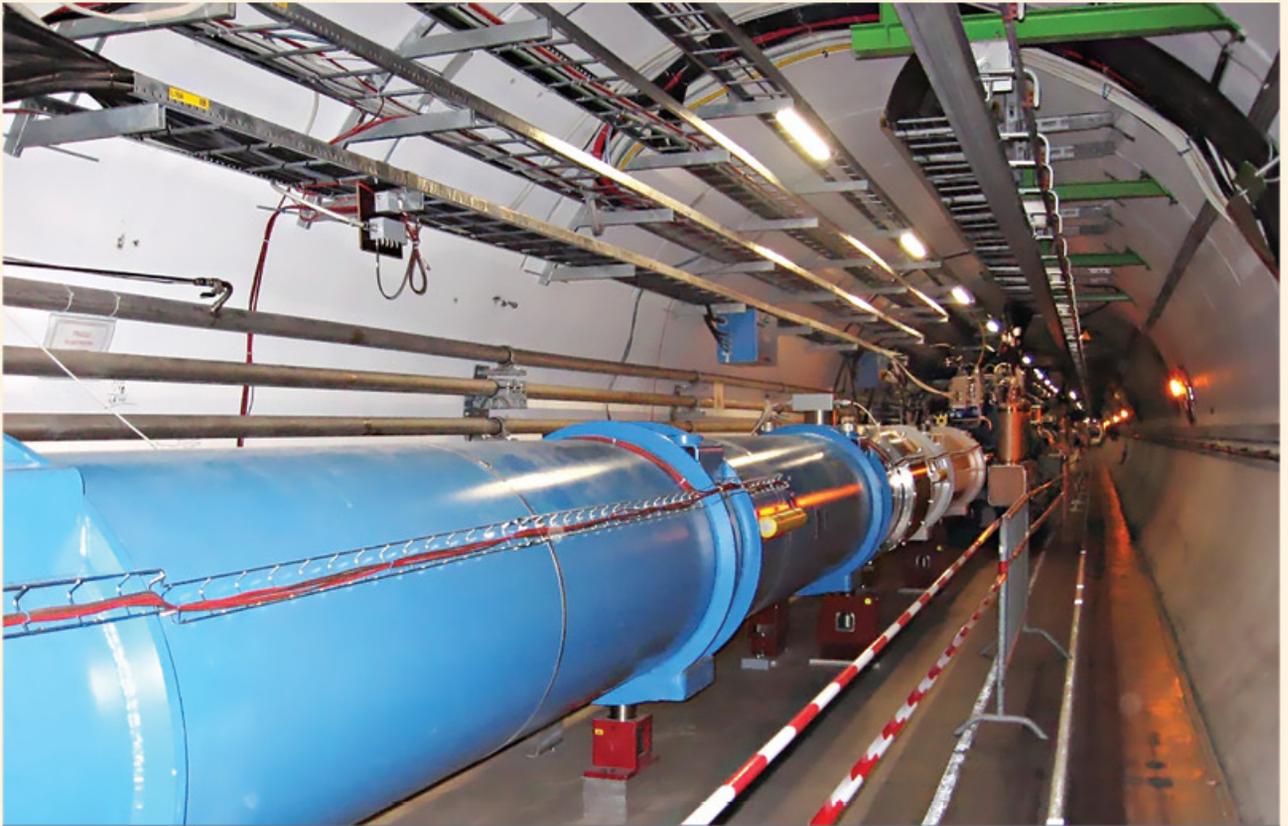
1. El modelo cinético concibe a la materia formada por partículas rígidas, sin considerar su carga, por lo que no pueden explicar los fenómenos electromagnéticos.
2. Thomson descubrió que había partículas con carga negativa (pasas) en un entorno de carga positiva (panqué). Cuando el número de pasas es adecuado para estar en equilibrio, la cantidad de carga positiva es exactamente igual a la carga negativa, y el átomo es eléctricamente neutro.
3. Rutherford descubrió al protón, una partícula con carga positiva en el interior del núcleo.
4. Böhr propuso un modelo del átomo en el que los electrones describen órbitas circulares alrededor del núcleo. La energía de los electrones en sus órbitas está cuantizada.
5. Chadwick infirió que existen partículas con masa en el núcleo, pero sin carga, que denominó neutrones.
6. El gato de Schrödinger es una metáfora para explicar el postulado de superposición de la mecánica cuántica, pero sólo se aplica a niveles atómicos.
7. Sommerfeld, Schrödinger y Dirac coinciden en que la energía está cuantizada. La materia tiene electrones que se mueven en orbitales sin una posición definida, pero tienen una región probable en donde pueden encontrarse.

- I. Responde las siguientes preguntas, al finalizar compáralas con las de otros integrantes del grupo y guarda las respuestas en tu Itacate de evidencias.
 1. ¿Cómo se relaciona la mecánica cuántica con los modelos atómicos?
 2. El átomo de oxígeno tiene ocho electrones y una masa aproximadamente 16 veces la del protón, ¿cuántos protones y cuántos neutrones hay en el núcleo del átomo de oxígeno?
 3. ¿Cómo se distribuyen en el átomo las partículas que lo forman?
 4. Explica cómo descubrió Chadwick la existencia de los neutrones.
 5. ¿Cuál es la función de la batería en los experimentos de Thomson y de Rutherford?
 6. ¿Qué relación existe entre la paradoja del gato de Schrödinger y el epígrafe de Max Plank que se encuentra al inicio de esta lección?
- II. Elabora, en equipo, un mapa conceptual sobre las ideas más importantes acerca de la estructura de la materia, desde Dalton hasta la mecánica cuántica.
7. Ordenen sus primeras ideas en el siguiente cuadro.

	Materia continua	Materia discontinua
Dalton		
Rutherford		
Demócrito		
Böhr		
Empédocles		
Newton		
Chadwick		
Aristóteles		
Schrödinger		

8. Expongan su trabajo en grupo y verifiquen qué tanto han comprendido las teorías sobre la estructura de la materia. Aclaren sus dudas.
- III. Compara tus respuestas con una pareja, revísenlas juntos para aclarar dudas y corregir. Compartan con el grupo sus resultados para concluir.

Logro ir **más allá**



El Gran Colisionador de **Hadrones**, ubicado en la frontera que comparten Suiza y Francia, tiene el propósito de encontrar las partículas esenciales que dieron origen al Universo.

Reconozco el proceso histórico de construcción de teorías sobre el átomo.

1. Resuelvan:

- ¿Cuál es la relación que existe entre los aceleradores de partículas actuales con los experimentos de Thomson, Becquerel, Rutherford y Chadwick?



- ▶ Haz una línea del tiempo sobre el proceso histórico de las teorías del átomo y señala las aportaciones clave de cada científico.
- ▶ Identifica los experimentos que llevaron a lograr los descubrimientos de las partículas básicas del átomo.
- ▶ Utiliza algún organizador gráfico para elaborar una presentación y compártela con el grupo.

GLOSARIO

Hadrón. Partícula elemental que experimenta interacciones fuertes.

Utilizo las TIC

1. Recuerda cómo se hace una línea del tiempo, en: cmed.mx/FIS2138
2. Evalúa tus conocimientos sobre los modelos atómicos en: cmed.mx/FIS2085



L18

¿Cuáles son los ingredientes del Universo?

*Tienes que ser verdad/ Para que este Universo/ De átomos y de moléculas/
Pueda recoger sus fronteras/ Al final de la expansión/ Regresar al punto de partida/
Y volver a ese otro lado/ De los números imaginarios/ En donde moran/ Los seres que no han sido.*

ANTONIO MORA VÉLEZ



6 Primera huella humana en la superficie lunar.

Antes de que Neil Armstrong dejara la primera huella en la superficie de la Luna 6, los soviéticos habían dado un paso enorme cuando pusieron en órbita la nave *Vostok 1* tripulada por Yuri Gagarin, el 12 de abril de 1961. El **cosmonauta** hizo las maniobras para igualar la presión en un pequeño compartimiento, abrió la escotilla y salió al espacio sujetado al cordón umbilical de su nave, en una hazaña formidable que impulsó otras misiones para llegar a la Luna.

En julio de 1969, el piloto Michael Collins orbitaba la Luna a bordo del *Apolo 11* mientras esperaba a sus compañeros Neil Armstrong y Buzz Aldrin, que se encontraban en la superficie de la Luna, para traerlos sanos y salvos a la Tierra, quienes regresaron con fragmentos de rocas lunares para estudiar su composición.

Ambos astronautas dejaron en la Luna unas medallas grabadas con los nombres de quienes abrieron el camino de la exploración espacial, como Yuri Gagarin. Este homenaje representó una esperanza de unión en plena época de la Guerra Fría entre Estados Unidos y la Unión Soviética.

En la actualidad, cosmonautas de diferentes países trabajan en proyectos conjuntos para estudiar el Universo, como ocurre en la Estación Espacial Internacional.



Identifico cuerpos que forman el Universo.

1. Responde:
 - ¿Qué tipo de cuerpo celeste es la Luna?
 - ¿Cuántos tipos de cuerpos celestes conoces? Dibújalos y elabora una breve descripción de cada uno.
 - ¿Qué entiendes por Universo?
2. Toma nota de tus respuestas y compártelas con el grupo.



- ▶ Investiga acerca de las diferencias más significativas entre un planeta, un cometa, una estrella y una galaxia. Acude a tu biblioteca escolar.
- ▶ Conserva tus resultados en tu Itacate de evidencias.

GLOSARIO

Cosmonauta.

Proviene de la palabra rusa *kosmonavit* que significa "viajero del cosmos". Los estadounidenses emplearon la palabra astronauta como término equivalente.



Utilizo las TIC

Conoce la cabina de la Estación Espacial Internacional y disfruta la vista del tercer planeta del Sistema Solar.

cmed.mx/FIS2086

Los cuerpos cósmicos

Si bien es cierto que durante incontables generaciones los seres humanos nos hemos maravillado de los fenómenos que observamos en el cielo, en la actualidad el asombro y las expectativas sobre lo que existe en el Universo han cobrado mayor importancia debido a los descubrimientos más extraordinarios de **cuerpos cósmicos** o materia cósmica que lo conforman.

La teoría más aceptada sobre el origen del Universo se denomina la Gran explosión o Big Bang: existió un punto inicial donde se llevó a cabo una espectacular explosión y se generaron los primeros átomos de los materiales más ligeros que conformaron el Universo que conocemos. Las evidencias encontradas son que el Universo se está expandiendo en todas direcciones y, si el tiempo se regresara, nos ubicaríamos en un punto del tamaño de una partícula de polvo que lo concentrara todo.

Las estrellas, por ejemplo, son cuerpos que se caracterizan por tener luz propia que proviene del brillo producido por la gran cantidad de energía que liberan constantemente durante las **fusiones nucleares** de los átomos más ligeros que las conforman, como los del hidrógeno y el helio. Al unirse a otros núcleos se incrementa el número de sus protones y neutrones, dando lugar a nuevos núcleos característicos de elementos más pesados como carbono, nitrógeno y oxígeno. **7**

Cuando los núcleos de átomos ligeros se unen a otros, aumenta la masa total debido al incremento en el número de sus protones y neutrones, dando lugar a nuevos núcleos de elementos más pesados como el carbono, nitrógeno y oxígeno. En este proceso se libera gran cantidad de **energía radiante** que proviene de la transformación de materia en energía de una pequeña cantidad de la masa total involucrada en la fusión nuclear. Esto explica por qué las estrellas brillan o emiten luz y radiación electromagnética. Los dos eventos "nutren" al Universo de gas y polvo para el nacimiento de nuevas generaciones de estrellas.

GLOSARIO

Cuerpos cósmicos.

Son todos aquellos objetos que se encuentran fuera del globo terráqueo.

Fusión nuclear.

Sucede cuando los núcleos de elementos ligeros se unen para formar núcleos más pesados, con un mayor número de protones y neutrones.

Energía radiante.

Energía que poseen las ondas electromagnéticas de cualquier longitud de onda (ondas de radio, microondas, infrarrojas, luz visible, UV, rayos X o rayos gamma).



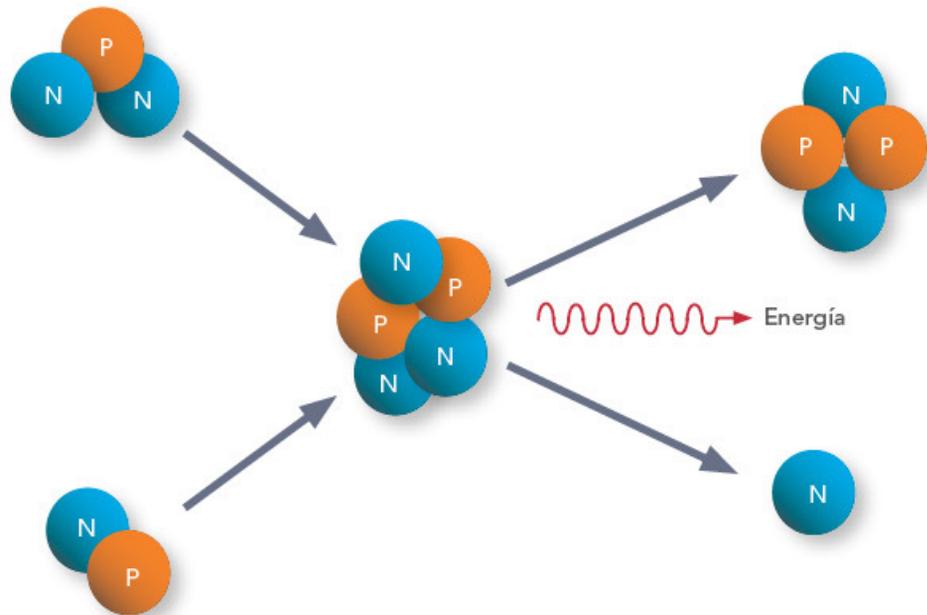
7 Ciclo de vida de las estrellas a partir de nubes de gas y polvo cósmico. Dependiendo de su masa inicial, evolucionan en gigantes o en súper gigantes rojas.



Comparo las características de diferentes cuerpos celestes.

1. Trabaja en equipos de dos o tres personas.
2. Elijan tres cuerpos que formen parte de la galaxia a la que pertenece el Sistema Solar e indaguen:
 - ¿De qué están formados?
 - ¿Cuál es su tamaño?
 - ¿A qué distancia se encuentran de la Tierra?
 - ¿Cuál es su temperatura superficial?
3. Diseñen un modelo para representar algún tipo de interacción. Consideren que las interacciones entre distintos cuerpos del Universo (como cometas, planetas, estrellas o galaxias) dan lugar al polvo cósmico.

Identifica cuáles son las acciones más adecuadas para trabajar con tus compañeros en un clima de respeto.



Leo +

Emprende un viaje hacia la alucinante y divertida ciencia en el libro, de la colección Libros del Rincón, que comienza con el Big Bang, la gran explosión que dio lugar a todo:

Arnold, Nick. (2007). *La sorprendente historia de todas las cosas*. México: SEP-Molino.

Reacción típica de fusión nuclear en una estrella: se combinan dos núcleos (con protones, P, y neutrones, N) de ciertas formas de hidrógeno para formar elementos más pesados y emitir energía.

4. Compartan su trabajo con el grupo y valoren la diversidad de respuestas y modelos.



- ▶ Observen la siguiente figura. Expliquen si son diferentes los átomos que existen en la Tierra de los que están en las estrellas.
 - ¿Cómo se forman los elementos más pesados en las estrellas?
 - ¿Por qué las estrellas pueden considerarse como las grandes fábricas del Universo?
 - Elaboren una conclusión grupal.



Radiación emitida, espectros luminosos

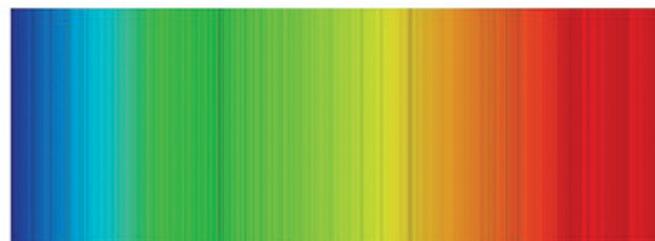
En lecciones anteriores aprendiste que la luz se comporta como una onda y como una partícula, y este hecho ha permitido a los astrónomos estudiar la dispersión de la radiación luminosa que emiten o absorben los cuerpos celestes, en longitudes de onda específicas. La dispersión de la luz es un fenómeno que conoces muy bien y ocurre cuando la luz solar pasa a través de un prisma, o cuando apreciamos el espectáculo del arcoíris en el cielo.

Los espectros de emisión se pueden producir suministrando suficiente energía a un material hasta que emita radiación electromagnética, por ejemplo, calentando un metal al rojo vivo. Si luego descomponemos la luz que emite, sólo habrá franjas correspondientes a determinadas longitudes, que nos dicen de qué está compuesto el cuerpo celeste. 8

Los gases tienen la propiedad de absorber radiación electromagnética, produciendo líneas de absorción que representan ciertas longitudes de onda, también es posible saber la composición de la fuente emisora analizando estos espectros.

Cuando se analizaron los espectros luminosos de las estrellas más brillantes y masivas, conocidas como supernovas, 9 se supo que consisten en gas extremadamente caliente que emite radiación electromagnética gracias a transformaciones de energía en los núcleos atómicos. El brillo de una supernova puede compararse con el brillo de toda una galaxia formada por millones de estrellas.

9 Esta imagen de la Nebulosa del Cangrejo, nos permite apreciar el residuo de la explosión de una supernova. Las supernovas pueden ser mil veces más grandes que el Sol y son muy inestables. Mueren (explotan) lanzando al espacio las capas exteriores de materia, emitiendo grandes cantidades de radiación cósmica. Durante esta fase, las supernovas tienen un brillo extraordinario que puede ser detectado fácilmente por instrumentos astronómicos.



8 El espectro luminoso de una estrella contiene líneas oscuras llamadas líneas de absorción. Se muestra el espectro de la estrella "Arturo", una gigante naranja y de las más brillantes del cielo visto desde el hemisferio norte.

La materia arrojada se compacta tanto que ni siquiera prevalecen átomos como tales, solamente neutrones. Una supernova se transforma así en estrella de neutrones. Es tan pesada que, si tomásemos tan sólo una cucharadita de ella, su masa sería comparable a la de toda la Tierra.

Composición de las galaxias y otros cuerpos cósmicos

¿Cómo te sientes cuando tu maestro y compañeros reconocen tu trabajo en clase? Identifica las acciones del resto del grupo que merecen un **reconocimiento**.

GLOSARIO

Estrella primigenia.

Estrellas de primera generación, se formaron en el Universo tras el *Big Bang*, contienen solamente hidrógeno y helio.

Materia oscura.

Término que se aplica a la materia que no es visible, pero cuyos efectos gravitatorios en otras estrellas fueron descubiertos por la astrónoma Vera Rubin en 1974. La mayor parte de la materia del Universo, es oscura.

Utilizo las TIC

Explora más sobre el origen y composición del Universo y de nuestro Sistema Solar en:

cmed.mx/FIS2087

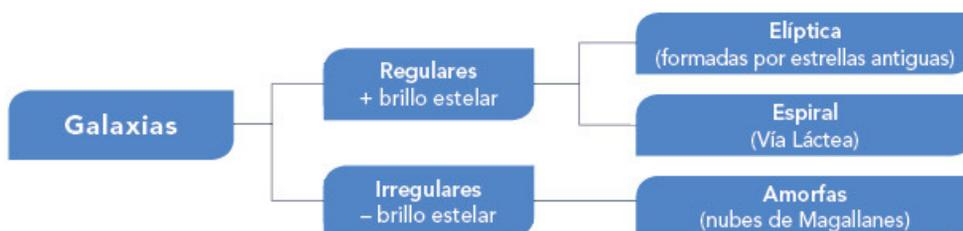
cmed.mx/FIS2088

Cuando una estrella de neutrones se sigue contrayendo, incrementa tanto su atracción gravitacional que ni siquiera la luz puede escapar de ella. Estamos frente a un hoyo negro, objeto que llega a emitir rayos X. Cualquier cuerpo que se aproxime lo suficiente será absorbido por éste y emitirá radiación en este proceso; de hecho, así es como se detecta. Cabe mencionar que un hoyo negro no es precisamente un agujero, sino una estrella tan densa que no emite luz, pero sí absorbe radiación y materia. Sólo emite rayos X durante esta absorción.

Recordemos que las fuerzas gravitacionales se consideran "débiles" respecto a las electromagnéticas y las nucleares, son de muy largo alcance, tan largo como grandes son las dimensiones y las distancias entre los cuerpos.

Las galaxias son más recientes que las **estrellas primigenias**, lo que sugiere que la expansión del Universo ha formado conglomerados enormes en donde se encuentra concentrada la mayor parte de la materia que existe en el Universo.

Se trata de estructuras formadas principalmente por estrellas, planetas, nubes de gas, energía, cometas, satélites, asteroides, hoyos negros, **materia oscura** (la más común) y muchas otras estructuras. Cada una de ellas posee características propias que facilitan su identificación. Los científicos clasifican a las galaxias en:



Descubro y construyo

Reconozco la composición de otros cuerpos cósmicos.

1. Diseñen un modelo, con base en los tipos de modelos que estudiaron en el Módulo 2, para representar lo siguiente:

- ¿Cómo se forma un hoyo negro a partir de una estrella masiva?
- ¿Cómo se formó el Sol y en qué estrella se convertirá?

2. Acompañen su trabajo con una explicación de lo que sucede en las diferentes etapas.



► Argumenten por escrito si el material que forma a las estrellas y galaxias es el mismo que está presente en la materia que existe en la Tierra. Compartan sus argumentos con el grupo y elaboren una conclusión acerca de los avances que se tienen acerca de la composición del Universo.



Sistema Solar

El Sistema Solar se ubica en el extremo de la galaxia conocida como Vía Láctea. Este sistema pudo formarse hace aproximadamente 4 600 millones de años a partir de una condensación de masa, cuya mayor parte se ubicó en la región central, formando al Sol. La materia restante se aplanó creando un **disco protoplanetario**, del cual surgieron planetas, satélites, asteroides y otros fragmentos de cuerpos celestes.

El Sistema Solar tiene otros cuerpos celestes como planetas menores (entre ellos, el ex planeta Plutón), asteroides, cometas, polvo y gas interestelar.

Los ocho planetas que existen en el Sistema Solar, ordenados por su distancia con respecto al Sol, son: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, algunos de los cuales tienen a su vez satélites que giran a su alrededor mientras se desplazan en sus órbitas alrededor del Sol.

Los planetas solares interactúan gravitatoriamente con su estrella, que se caracteriza por ser no masiva y cuya vida empezará a extinguirse por fases. Se convertirá en una gigante roja, luego en una nebulosa planetaria y terminará como una estrella enana blanca. 10

El planeta Tierra es el único cuerpo celeste dentro del sistema que tiene evidencia de vida inteligente, pero se estudia la posibilidad de establecer contacto con otros sistemas planetarios con características similares que puedan albergar condiciones para el desarrollo de la vida.



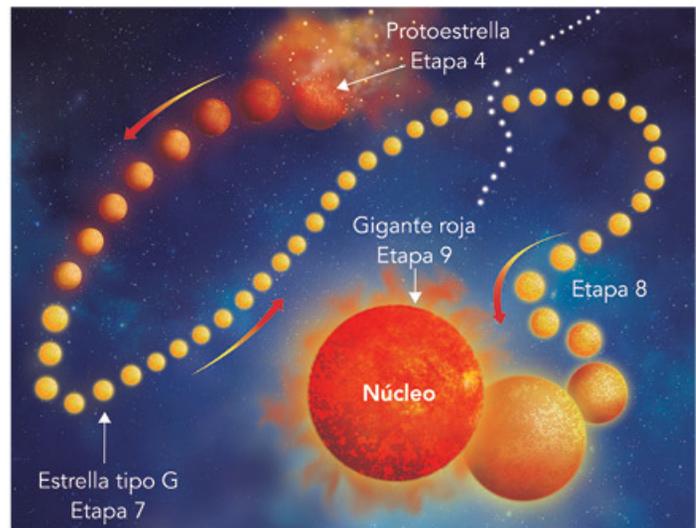
Descubro y construyo

Reconozco los componentes del Universo.

1. Elabora un mapa mental en el que describas los tipos de cuerpos celestes que se hallan en las galaxias.
2. Destaca por escrito las ideas más importantes de esta lección y complementalas con artículos que encuentres en revistas de divulgación científica.



► Comparte tus ideas y hallazgos con un integrante del grupo para enriquecerlos y aclarar dudas.



10 El Sol se encuentra a la mitad de su ciclo de vida. En 5000 millones de años habrá consumido el hidrógeno y empezará a fusionar helio, posteriormente carbono. Cuando se agote el combustible para más fusiones nucleares, entonces su muerte será inevitable, y con ella la de todo el Sistema Solar.

GLOSARIO

Disco protoplanetario.

Estructura en forma de disco hecha de gas y polvo que está alrededor de una protoestrella o estrella joven. Es fundamental en la formación de la estrella y de un posible sistema planetario.

Utilizo las TIC

Observa los mapas de cuerpos celestes de nuestro Sistema Solar y ¡haz que los cuerpos giren!

cmed.mx/FIS2089



Recapitulo

1. El Universo es todo lo que existe: materia, energía y espacio-tiempo.
2. Los cuerpos cósmicos forman parte del Universo, algunos de ellos son los planetas, estrellas, galaxias, satélites, asteroides, hoyos negros, entre otros.
3. La teoría más aceptada sobre el origen del Universo sugiere que todo partió de un punto que explotó y trajo como consecuencia la expansión del Universo.
4. Una forma de estudiar los cuerpos cósmicos es a través de los espectros de luz que absorben y emiten.
5. Las estrellas tienen luz propia porque en su interior se llevan a cabo reacciones de fusión nuclear, las cuales dan lugar a materiales más pesados. Por eso se dice que son una fábrica de material cósmico.

Evalúo mi aprendizaje



Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Ordena cronológicamente los siguientes acontecimientos relacionados con la formación del sistema solar. Haz una línea del tiempo:
 - Formación de planetas, asteroides.
 - Condensación de masa que dio lugar al Sol.
 - Generación del disco protoplanetario.
 - Aparición de la Vía Láctea.
- II. Responde:
 1. Explica qué es una estrella supernova.
 2. Se dice que las estrellas son "fábricas" de elementos químicos. ¿Cómo ocurre esto en el interior de las estrellas?
 3. ¿Cómo se detecta un hoyo negro si es invisible?
 4. Indaga la diferencia entre galaxias regulares e irregulares, dando un ejemplo de cada una.
- III. Dividan, con el apoyo del maestro, al grupo en dos grandes equipos y organicen un **seminario**.
 - **Equipo 1.** Abordará la constitución de la materia y su historia, por ejemplo, los experimentos e ideas que llevaron al descubrimiento de las partículas atómicas; y cómo los desarrollos de los laboratorios de partículas continúan encontrando constituyentes de la materia.
 - **Equipo 2.** Se enfocará en la constitución del Universo, las características de diversos cuerpos cósmicos: estrellas, galaxias, hoyos negros y otros sistemas.

Nota: Es importante deducir cómo la materia presente en todo el Universo es la misma que nos conforma a los seres humanos.
- IV. Lee nuevamente el epígrafe esta lección; el título del poema es "Multiverso", que significa: conjunto de todos los universos que existen, de acuerdo con hipótesis recientes; comprende la totalidad del espacio y del tiempo, todas las formas de materia y energía, y todas las leyes físicas que gobiernan cada diferente Universo. Comparte tu opinión con el grupo acerca de la posibilidad de hacer divulgación de la ciencia con poesía.
- V. Revisa, en pareja, tus respuestas, expongan sus dudas y en las que no estén de acuerdo dialoguen y corrijan lo necesario. Compartan sus resultados con el resto del grupo y concluyan.

GLOSARIO

Seminario. Reunión de personas especializadas en algún tema con el propósito de estudiarlo con cierta profundidad. Es importante que exista interacción entre los participantes que fungen como público y quienes tienen el rol de especialistas.

Logro ir **más allá**



Reconozco la materia que forma a las estrellas.

El futuro de las estrellas depende de "protones y neutrones enamorados".

En el interior de las estrellas existen interacciones muy intensas entre las partículas de los núcleos atómicos, también llamadas nucleones. Entre más densa sea una estrella, mayor es la masa y la velocidad de las partículas, lo que genera una gran cantidad de energía.

1. Respondan lo siguiente:

- De acuerdo con la clasificación de las estrellas, ¿habría más nucleones "enamorados" en una estrella como el Sol o en una supernova?
- ¿Por qué hay más energía en una estrella densa que en una que no lo es?



► Escriban sus conclusiones y compárenlas con las del grupo para corregir y enriquecer su trabajo.

Compara siempre tus respuestas para recibir y aportar **críticas constructivas**, y aprender entre todos cómo construir mejores argumentos.



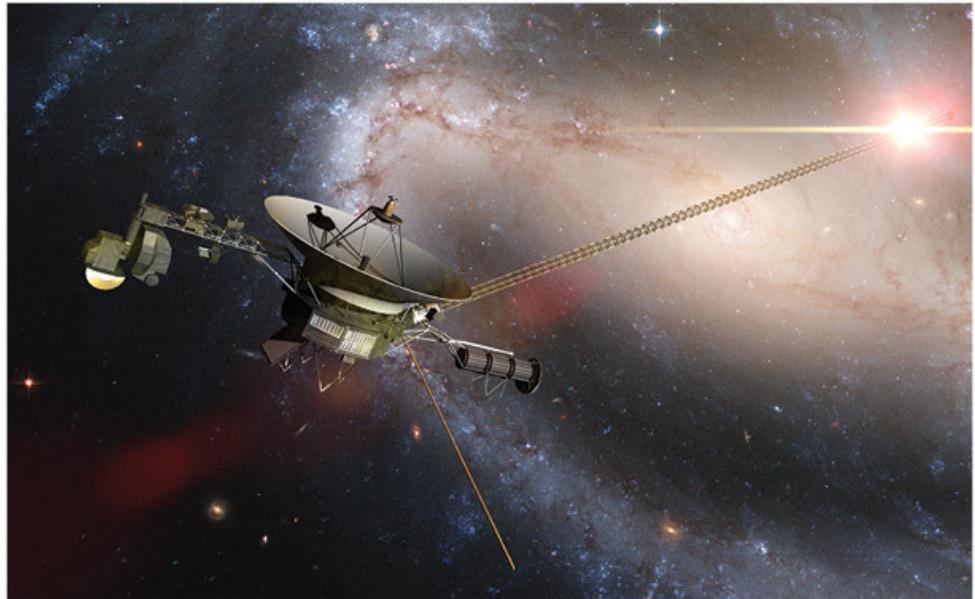
L19

¿Cómo exploramos el Universo?

El Universo es una esfera infinita cuyo centro está en todas partes y la circunferencia en ninguna, si nuestra visión se detiene abí, dejemos que nuestra visión vaya más lejos.

BLAISE PASCAL

11 Pocos récords son tan importantes como los establecidos por las sondas espaciales *Voyager 1* y *2*, construidas con tecnología de 1970, y que continúan viajando sin interrupción por el espacio. Actualmente han abandonado el Sistema Solar.



La inspiración provocada por el éxito del *Sputnik* en 1957 impulsó viajes de exploración con sondas espaciales a la Luna, Venus, Mercurio y Marte. Sin embargo, llegar a los grandes planetas exteriores parecía imposible, dado el reto de escapar de la atracción gravitatoria del Sol.

Tal odisea exigía construir un cohete enorme y potente para alcanzar Neptuno, el planeta más lejano del Sistema Solar, a 4000 millones de kilómetros. Adicionalmente, había que considerar los cerca de 35 años que dura el viaje a Neptuno, por lo que la sonda debía equiparse con energía autónoma, una vez que el cohete sin combustible se desprendiera de la nave.

La oportunidad de planear la hazaña se presentó en 1961 cuando el matemático Michael Minovitch predijo con sus cálculos que los planetas Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno estarían alineados durante la década de 1970.

Con estos cálculos, el ingeniero aeroespacial Gary Flandro estableció la trayectoria que debían seguir las naves *Voyager* para llegar, en casi 12 años, a los grandes planetas exteriores y a sus satélites. Estas naves fueron lanzadas finalmente con un mes de diferencia, entre agosto y septiembre de 1977. 11



Identifico la importancia de explorar el Universo.



Perspectiva de una nave Voyager, detrás de una luna de Saturno.

Utilizo las TIC

1. ¡Es buen momento para practicar el inglés! Éstos son los sonidos grabados que llevan las naves:

cmed.mx/FIS2090

2. ¡Practica tus habilidades en otra lengua! Investiga dónde se encuentran las naves Voyager y cuáles son los instrumentos que aún están activos:

cmed.mx/FIS2091

cmed.mx/FIS2092

1. Lee el siguiente texto:

Las naves Voyager han obtenido datos de los diferentes planetas exteriores y sus lunas que han sido analizados en la Tierra. Gracias a ello, se sabe que existen volcanes activos, océanos subterráneos, **géiseres** y una atmósfera parecida a la terrestre en algunos de estos satélites.

2. Responde las siguientes preguntas:

- ¿Para qué sirve esta información?
- ¿Qué importancia tiene explorar el espacio?
- ¿Qué conocimientos consideras que son necesarios para lanzar naves al espacio?
- ¿A quién debe pertenecer el conocimiento generado por las exploraciones espaciales? Guarda tus respuestas en el Itacate de evidencias.

3. Comparte tu trabajo con el resto del grupo.



► Dibuja un esquema en que representes:

- a. Los retos que se enfrentaron para enviar las dos naves de exploración hacia los planetas exteriores.
 - b. Las soluciones que permitieron su lanzamiento al espacio.
 - c. Por qué se considera una misión exitosa.
- ¿De qué manera se resolvió el problema de la atracción gravitatoria del Sol? Explica tu hipótesis con un diagrama e intercámbialo con una pareja.
- Los cohetes transportan naves espaciales fuera de la Tierra; su estructura consta de varias fases que se desprenden al agotarse su combustible.
- ¿De dónde obtienen la energía necesaria para desplazarse y para mantener funcionando los instrumentos de control?
 - ¿Qué información te gustaría que conocieran seres de otros planetas sobre nosotros? Compartan sus respuestas con el grupo para elaborar una propuesta en común.

GLOSARIO

Géiser. Fuente de energía térmica proveniente del interior de la Tierra o de su satélite (Luna), o bien, de otro planeta, que lanza una columna de agua caliente y vapor hacia el exterior.



Las naves Voyager llevan consigo un disco de oro con datos del planeta Tierra, con la esperanza de que, si existe vida inteligente en otros mundos, puedan saber de nosotros.

Los procedimientos de investigación para explorar el espacio

El telescopio constituye uno de los instrumentos más representativos de la investigación sobre el Universo. Este tipo de artefacto suele colocarse en zonas altas, lejos de la contaminación luminosa, sonora y atmosférica de las ciudades. ¹²



¹² El Gran Telescopio Milimétrico fue inaugurado en noviembre del 2006. Es el telescopio de plato único, y movable, más grande del mundo y fue creado como un proyecto binacional entre México y los Estados Unidos que representa el instrumento científico más grande y complejo construido en nuestro país. Puedes localizar su ubicación en: cmed.mx/FIS2136

En la actualidad, se han puesto en órbita diversos artefactos tecnológicos que captan imágenes en diferentes longitudes de onda para mejorar las observaciones de los cuerpos celestes.

Dado que la atmósfera terrestre limita la buena calidad y resolución de los datos provenientes del espacio, en 1990 se puso en órbita el primer telescopio espacial: el *Hubble*. ¹³



¹³ Las teorías del Universo en expansión y de hoyos negros en el centro de la mayoría de las galaxias, tienen su origen en evidencias proporcionadas por el telescopio espacial *Hubble*.

GLOSARIO

Espectrofotómetro.

Instrumento para medir la longitud de onda que absorben y emiten los cuerpos. Con este tipo de instrumento se ha podido determinar cuáles son los átomos presentes en diferentes materiales que existen en el mundo micro y macroscópico.

Este telescopio está equipado con dos espejos de 2 y 4 m de diámetro, varios **espectrofotómetros** y tres cámaras. Una de ellas detecta cuerpos muy lejanos con brillo débil, la segunda capta imágenes de cuerpos cercanos como planetas y satélites. La tercera detecta luz infrarroja.

El *Hubble* tiene paneles solares que transforman y dan energía al sistema de refrigeración que mantendrá a los instrumentos funcionando a $-81\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta el año 2021, en que terminará su vida útil y será sustituido por el telescopio espacial *James Webb*.



Comparo diferentes procedimientos para investigar el Universo.

Además de los instrumentos que detectan señales en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético, los investigadores utilizan fundamentos de diversas ciencias para trabajar con los datos que obtienen: registran, analizan, calculan, revisan sus procedimientos y comunican sus conclusiones.

1. Contesten, reunidos en equipo, lo siguiente:
 - Algunos objetos celestes emiten radiaciones en el rango de luz no visible, ¿cómo pueden detectarse las señales de estos cuerpos?
2. Investiguen algunas de las diversas transformaciones de energía que se llevan a cabo en los instrumentos del telescopio *Hubble* para funcionar de manera autónoma:
 - Desde los paneles solares hasta el sistema de refrigeración.
 - Recepción de las imágenes del *Hubble* en la Tierra.
3. Expliquen cuál es la aportación de diferentes áreas de conocimiento a la exploración del Universo:

Áreas de conocimiento	Aportaciones
Matemáticas	
Física	
Ingeniería	
Química	
Biología	
Otras	

4. Compartan sus respuestas con otros equipos, y organicen una discusión para llegar a conclusiones argumentadas antes de responder lo siguiente.



- Al igual que nuestros ojos, los telescopios ópticos tradicionales detectan la luz visible del cielo y la magnifican.
- ¿Cuál es la aportación de los espectrofotómetros a la investigación del Universo?
 - ¿Cuál es el propósito de la exploración espacial?
 - ¿Quién debe beneficiarse de la información obtenida?
 - ¿Qué tipo de telescopios detectan cuerpos en el rango no visible del espectro electromagnético? Comparen sus respuestas en grupo y redacten una propuesta conjunta.

Mirar al pasado desde el presente

Leo †

Conoce más acerca de teorías que han sido fundamentales para la exploración espacial:

Hacyan, Shahan. (2002). *Relatividad para principiantes*. México: FCE (Colección La Ciencia para todos), disponible en:

cmed.mx/FIS2093

La luz viaja a 300 000 km/s y, por rápido que esto sea, las distancias astronómicas son enormes, por lo que vemos los objetos con cierto retraso en el tiempo. Cuando miras la Luna, en realidad observas la luz que nuestro satélite ha reflejado poco más de un segundo atrás en el tiempo, no en el mismo instante.

Si observamos con el telescopio a la estrella *Próxima Centauri*, estamos viendo la luz emitida por ella hace 4.2 años. Si esta estrella explota en este momento, la seguiremos viendo sin cambios y tendremos que esperar más de cuatro años para detectar que ha explotado.

Imaginemos ahora observar una galaxia distante, la radiación proveniente de ésta puede haber tardado varios millones de años en llegar a la Tierra, incluso decenas de millones de años si estamos observando galaxias extremadamente distantes.

GLOSARIO

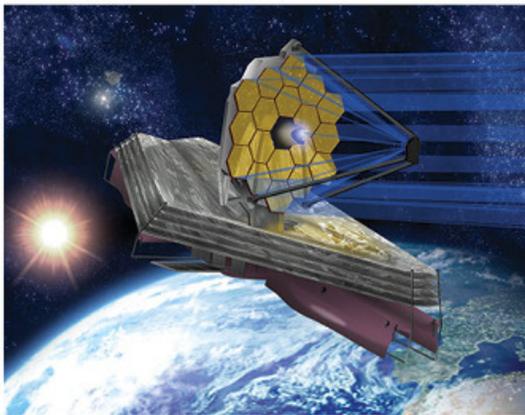
Quasar. Cuerpo celeste que emite radiación electromagnética, que incluye ondas de radio y luz visible.

Cometa. Cuerpo celeste compuesto por rocas, hielo y polvo que orbita el Sistema Solar. Sus componentes se subliman al acercarse al Sol, formando una especie de cola brillante.

Lograr observar objetos tan distantes es, literalmente, observar eventos ocurridos en el pasado más remoto del Universo, incluso tan antiguos como la formación del mismo.

Para estudiar los cuerpos celestes, los astrónomos utilizan aparatos que detectan ondas electromagnéticas de diferente longitud de onda. Gracias a esto pueden indagar cuáles son las leyes físicas del Universo, las características de la materia celeste, así como el origen y la evolución del cosmos: estrellas, planetas, galaxias, nubes de gas y polvo, **quasares**, entre otros cuerpos celestes. Esta información es valiosa para saber lo que ocurrirá si la dinámica celeste se mantiene.

De esta manera, se pueden predecir eventos como la posición que ocupará un planeta en determinado momento, o cuándo regresará un **cometa** para ir a su encuentro con una nave de exploración, o tal vez para determinar la trayectoria más adecuada para aprovechar el impulso de la fuerza gravitatoria durante la exploración espacial.



El estudio de los cuerpos celestes, en forma directa o a través de instrumentos de observación y detección de señales electromagnéticas, nos da pistas acerca de la composición del Universo, por ejemplo, qué materiales están presentes en su superficie y qué tan diferentes son con respecto a los que existen en la Tierra.

Hay un interés creciente por enviar nuevas misiones a la Luna y por explorar Marte con naves tripuladas para conocer más acerca de su composición y evolución. Además de determinar qué tan viables son estos cuerpos celestes para tener estaciones espaciales habitadas por seres humanos.

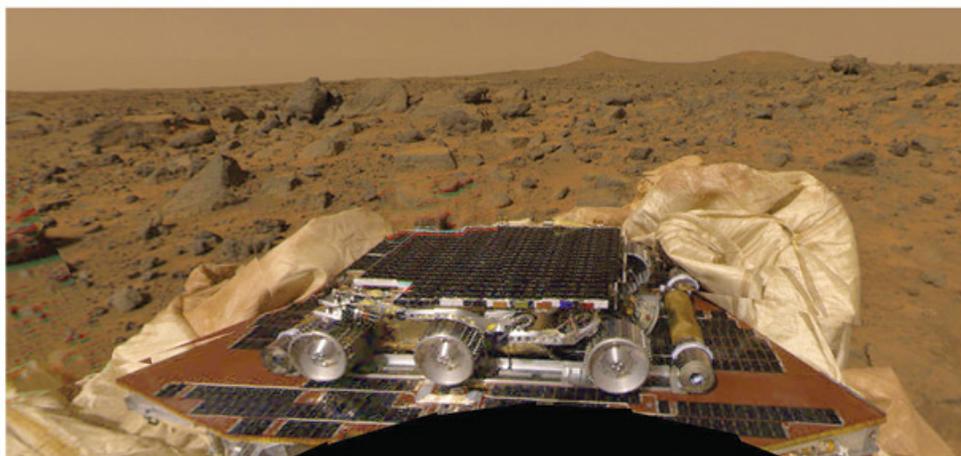
14 Podcast oficial del Centro Espacial Johnson de la NASA.

El novedoso telescopio espacial *Webb*, 14 sustituto del *Hubble*, se propone observar las primeras galaxias del Universo.



Describo algunos avances en las características y composición del Universo.

1. Imaginen que abordarán una nave espacial para ser parte de una misión a Marte en el año 2030.



La Mars Pathfinder, primera misión de la NASA con un vehículo robótico todoterreno para explorar la superficie marciana.

2. Redacten un manual para los tripulantes que considere algunos aspectos que puedan serles de utilidad, basados en los resultados de exploraciones anteriores de naves no tripuladas. Pueden guiarse con las siguientes preguntas:
 - ¿Cómo podemos tener información sobre Marte si ningún ser humano ha pisado su superficie?
 - ¿Qué te gustaría saber acerca de este planeta?
 - ¿Cuánto tarda un viaje a Marte?
 - ¿Qué instrumentos deberían llevarse a bordo?
 - ¿La materia que forma la superficie marciana está compuesta de átomos como en la Tierra? Expliquen.
 - ¿Qué situaciones de supervivencia básica deben tomarse en cuenta para andar sobre la superficie marciana?
 - ¿Cómo podría vencer su nave espacial la atracción gravitatoria del Sol?
3. Imaginen las *selfies* con el paisaje de fondo que podrían tomarse en Marte, dibújenlas y compártanlas con el grupo.



- Evalúen su manual con base en los siguientes aspectos:
- ¿Tiene información más importante?
 - ¿Contempla los cuatro aspectos indicados?
 - ¿Hemos participado equitativamente como equipo para lograr el propósito planteado?
 - ¿Cómo nos hemos sentido al realizar esta actividad?

Utilizo las TIC

1. ¡Practica tu comprensión lectora en inglés! ¿Cuáles son los logros más importantes del telescopio *Hubble*? Averígualo en: cmed.mx/FIS2094
2. Conoce el telescopio espacial *Webb*. cmed.mx/FIS2095

Sé **colaborativo** cuando trabajes en equipo. Revisa que exista **consenso** en cuanto a la asignación de los roles de cada integrante, y asegúrate de que todos **aporten**.



Recapitula

1. La exploración espacial es el resultado del trabajo interdisciplinario entre diversas áreas de conocimiento como la física, las matemáticas, la astronomía, la química, la instrumentación electrónica y la tecnología aeroespacial.
2. Las naves *Voyager* constituyen una exitosa misión terrícola no tripulada que ha proporcionado información muy valiosa sobre los planetas exteriores, sus lunas y las regiones que están más allá del Sistema Solar.
3. Los telescopios son instrumentos capaces de detectar señales en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético.
4. Los espectrofotómetros permiten detectar cuáles son los átomos que se encuentran en diferentes cuerpos celestes.

Evalúa mi aprendizaje

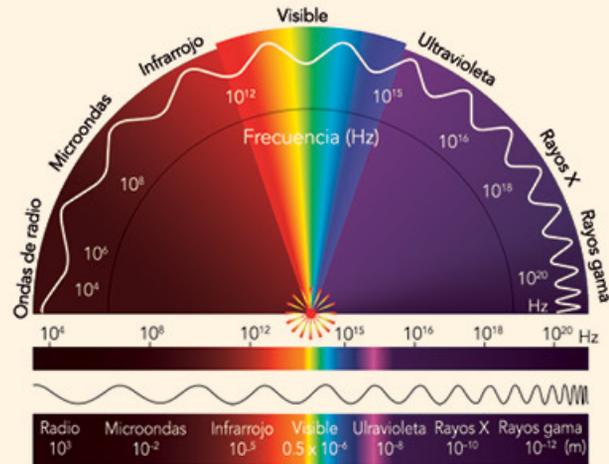
Itacate

Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Responde las preguntas o elige la opción correcta, a partir de la información que se te proporciona. Guarda tus respuestas en tu Itacate de evidencias.

1. Los telescopios ópticos captan imágenes de objetos en películas sensibles a la luz visible. ¿Qué importancia tienen estos instrumentos en la exploración del Universo? Explica tu respuesta con un ejemplo.



Espectro electromagnético.

2. El manual del telescopio instalado en una nave indica que puede captar longitudes de onda que van desde 10^{-8} hasta 10^{-12} m. ¿Qué tipo de radiaciones puede captar? Apóyate en la ilustración del espectro electromagnético para dar tu respuesta.
 3. Si quisieras detectar estrellas muy alejadas con brillo muy débil, ¿qué instrumento emplearías? Selecciona una opción:
 - a. Telescopio óptico.
 - b. Espectrofotómetro.
 - c. Una sonda espacial.
 - d. Radiación de fondo.
 4. ¿Cuál es la diferencia entre un telescopio óptico y un radiotelescopio?
 - a. El tamaño del espejo del telescopio óptico es más grande.
 - b. Uno detecta luz visible y el otro capta ondas de radio.
 - c. Ambos detectan el mismo tipo de radiación electromagnética.
 - d. El radiotelescopio capta ondas de radio, y el óptico capta imágenes de luz ultravioleta.
 5. ¿Por qué se dice que vemos el pasado del Universo? Selecciona la respuesta:
 - a. Los telescopios se tardan en detectar la luz.
 - b. Las galaxias se mueven constantemente.
 - c. La luz visible es más lenta que la infrarroja.
 - d. La luz tiene velocidad constante, pero el tiempo que tarda depende de la distancia.
 6. Explica el reto que representa la exploración espacial cuando los planetas a explorar no se encuentran alineados.
 7. La distancia de la Tierra al Sol es de 150 000 000 km. Si la velocidad de la luz es de 300 000 km/s, ¿cuánto tiempo tardamos en ver el Sol? Selecciona la respuesta correcta:
 - a. 10 minutos.
 - b. 60 minutos.
 - c. 8 minutos.
 - d. 10 segundos.
- II. Verifica, en pareja, tus respuestas, cotejen y revisen para aclarar dudas y corregir. Expongan sus resultados al resto del grupo y concluyan.

Logro ir **más allá**

El satélite *Suzaku* revela que las sustancias que conforman el Universo a gran escala son, en promedio, las mismas que las del Sistema Solar. Los elementos más pesados se crearon en el interior de las estrellas mediante fusión nuclear y se esparcieron al espacio cuando las supernovas explotaron.

Así, el estudio de la composición del Universo permite reconstruir la historia de las sustancias que posibilitaron la vida en la Tierra.



Indago acerca de misiones para la exploración del Universo.

1. Expliquen el procedimiento que se siguió en este proyecto de exploración espacial. Para ello, consideren:
 - ¿Con cuáles instrumentos se detecta información sobre la materia del Universo?
 - ¿Qué se requiere para lanzar un satélite de este tipo al espacio?
 - Si la materia del Universo parece ser la misma en todas partes, ¿qué tipo de moléculas deberían existir en otros mundos para tener vida como la conocemos?
2. Diseñen una infografía a partir de las respuestas obtenidas.

¿Cómo relacionas el epígrafe de Pascal con las misiones de exploración espacial? Comunica tus emociones.



- ▶ Comparen sus conclusiones con las de otros equipos.
- ▶ Seleccionen las mejores respuestas y publíquenlas en un documento digital.

Proyecto: ¿Qué dificultades deben resolverse en las misiones tripuladas para explorar el cosmos?

1. **Planeación.** Consideren aspectos como:
 - Indaguen en internet y otras fuentes documentales sobre el contenido de su proyecto.
 - Orienten su investigación con base en las siguientes problemáticas: temperaturas extremas; rayos cósmicos; obtención de energía para que todo funcione; falta de gravedad; aislamiento; altas velocidades de arranque y despegue; nutrición de los astronautas; suministro de oxígeno; lluvia de partículas; radiación solar. ¿Cómo se resuelven?
 - Escriban un artículo de divulgación, o diseñen un blog o un foro de discusión privado en redes sociales.
2. **Desarrollo**
 - Lleven a cabo las actividades de investigación y consulta planificadas.
3. **Comunicación**
 - Hagan invitaciones electrónicas a la comunidad educativa para presentar el producto.
4. **Evaluación**
 - Pregunten a sus lectores o participantes para tener retroalimentación acerca de su trabajo.
 - Evalúen la coordinación del equipo, la capacidad de generar acuerdos, la calidad del trabajo, el cumplimiento de objetivos, asignación de roles, entre otros.
5. **Valoren los aspectos a mejorar en el próximo proyecto.**



L20

¿Cómo se obtiene la electricidad?

Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad.
ALBERT EINSTEIN



15 Torres de transmisión de energía eléctrica.

En la primera mitad del siglo XX causaba gran asombro el efecto de pulsar un interruptor y con ello tener luz en una bombilla, o poner un disco en una base giratoria para reproducir la grabación de un cantante famoso cualquier cantidad de veces. Asimismo, era sorprendente escuchar un programa en la radio y, años después, ver la televisión mientras la ropa se limpiaba en la lavadora, algo realmente cómodo. Poco a poco, la cantidad de energía utilizada fue veinte veces mayor que la de siglos anteriores, en los que madera y carbón eran las fuentes de combustible predominantes.

La electricidad había llegado para quedarse y atender la demanda exponencial de consumidores de bienes y servicios eléctricos en pueblos y ciudades.

GLOSARIO

Combustóleo.

Compuesto derivado del petróleo que se obtiene de su primer procesamiento.

Las torres y los cables de tendido eléctrico que observas en la calle, en el campo y en algunas laderas, provienen de plantas generadoras que transforman otras formas de energía en electricidad. 15

Pero en este proceso se emplean combustibles dañinos al ambiente como el **combustóleo**, que contribuyen al calentamiento global. Actualmente existen alternativas de obtención de electricidad en forma más amigable con el ambiente.



Exploro

Exploro la importancia de la electricidad en la vida cotidiana.



Utilizo las TIC

Conoce las causas y consecuencias del calentamiento global. ¿Cuáles de ellas se asocian con la generación de electricidad a gran escala?

cmed.mx/FIS2096

1. Respondan, reunidos en equipo:
 - Imaginen una semana sin electricidad, ¿qué actividades harían sin ella?
 - ¿De dónde proviene la electricidad que llega a la escuela?
 2. Observen la imagen y discutan:
 - ¿Qué tienen en común todos estos aparatos?
 - ¿Qué transformaciones de energía se llevan a cabo en estos aparatos eléctricos?
 3. Compartan su trabajo con los demás integrantes del grupo. Guarden cada uno sus respuestas en el Itacate de evidencias.
-  • ¿Por qué la electricidad ha sido tan importante desde inicios del siglo XX hasta nuestros días?
- ¿Por qué algunas formas de obtención de electricidad se consideran procesos contaminantes?



¿Qué tanto conocemos la electricidad?

Usamos tanto la energía eléctrica que vale la pena conocer su naturaleza. Comencemos por recordar que la materia está formada de átomos con subpartículas atómicas cargadas eléctricamente:

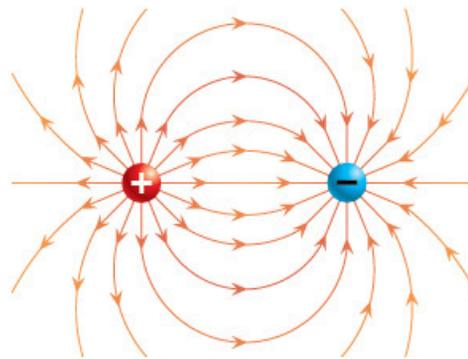
- Los protones tienen carga positiva y se ubican en el núcleo.
- Los electrones tienen carga negativa y giran en varias capas alrededor del núcleo.

Al interior de cada átomo existe una fuerza que impide que los electrones salgan disparados de sus orbitales y se mantengan unidos al átomo.

Esta fuerza electrostática (F) no es de naturaleza gravitatoria, porque las masas de las partículas tienen un valor muy cercano a cero, pero se asemeja a la ecuación de la ley de la gravitación universal, en que la intensidad de la fuerza depende de la distancia r que separa a las cargas puntuales Q y q_0 . Cuanto más alejadas se encuentren entre sí, sentirán una fuerza electrostática débil y viceversa. **16**

Ahora bien, por más pequeña que sea una carga, todas tienen una zona de influencia a su alrededor conocida como **campo eléctrico**, entendida como la fuerza electrostática por unidad de carga, expresada como $\frac{F}{q}$. El campo eléctrico puede entenderse como una deformación del espacio que rodea a una carga. **17**

Como los electrones de la capa externa del átomo sienten una fuerza débil, especialmente cuando hay más electrones que protones, pueden "abandonar" el núcleo del átomo al sentir los efectos de los campos eléctricos de los átomos vecinos. Estos electrones, conocidos como **electrones libres**, circulan fácilmente por los espacios interatómicos en un **conductor eléctrico**. **18**



$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

16 Ley de la fuerza electrostática, de Charles Coulomb. La F en la ecuación que denota la fuerza electrostática, las literales Q y q representan a dos cargas y la r es la distancia que las separa.

17 Esquema que representa un campo eléctrico entre dos cargas opuestas. Las cargas eléctricas se miden en la unidad denominada Coulomb (C). Si las cargas positiva y negativa tuviesen un valor de 5 C y -3 C respectivamente, entonces, la fuerza electrostática entre ellas sería la siguiente:

$$F = k \frac{(5\text{ C})(-3\text{ C})}{(0.1\text{ m})^2} = -1.35 \times 10^{13}\text{ N}$$

En el vacío:

$$k = 9 \times 10^9\text{ N m}^2 / \text{C}^2$$



18 Debido a un campo eléctrico, algunos de los electrones del cabello de esta adolescente emigran a otra parte, así que cada hebra de su cabello ha quedado cargada positivamente; puesto que las cargas del mismo signo se repelen, esto hace su peinado tan especial. El cuerpo humano es un buen conductor eléctrico.

GLOSARIO

Conductor eléctrico. Material que presenta electrones o iones libres. Los metales como el cobre o el zinc (o cinc), el agua salada y algunos ácidos (electrolitos) son algunos ejemplos de conductores eléctricos.

GLOSARIO

Resistencia eléctrica.

Los materiales presentan mayor o menor dificultad para el paso de los electrones, dependiendo de varios factores como la longitud y el grosor. Esto se conoce como resistencia eléctrica y se mide en ohms.

Potencial eléctrico o voltaje. Cambio de energía potencial (U) por unidad de carga.

¿Cómo se conduce la electricidad?

Cuando se transfiere energía al sistema en donde hay electrones libres (un cable conductor, por ejemplo) éstos fluyen con mayor velocidad y orden, en forma análoga a como el agua fluye en una tubería, aunque pueden encontrar algunos obstáculos o **resistencia eléctrica** en su trayecto. Como aprendiste en el Módulo 2, al movimiento ordenado de electrones se le conoce como corriente eléctrica. El trabajo que se requiere para mover las cargas, es proporcionado por una fuente de energía, como una batería o alternador, mediante la cual se crea un **potencial eléctrico** entre las terminales del conductor.

La intensidad de la corriente eléctrica también puede obtenerse dividiendo el voltaje que suministra la fuente de energía, entre la resistencia (R) que presenta el conductor eléctrico al paso de los electrones. Esta relación, conocida como Ley de Ohm, se expresa de la siguiente manera:

$$I = \frac{V}{R}$$

La resistencia se mide en ohms (Ω), el voltaje se mide en volts (V) y la intensidad de la corriente se mide en amperes (A), éstos son algunos de los fundamentos de un circuito eléctrico.



Descubro y construyo

Análisis de la importancia de los conductores eléctricos para obtener y transmitir electricidad.

1. Participa, con tu equipo, en la siguiente actividad:

Material

- Una pila de 9 volts.
- Tres cables con caimán.
- Un foco de linterna.
- Un portafoco (sóquet).
- Una puntilla de grafito de 0.5 mm (para lapicero).
- Una pieza de grafito extraída de un lápiz.

Procedimiento

- a. Coloquen el foco en su base.
- b. Tomen un cable con caimán y conecten una terminal de la pila a un tornillo de la base.
- c. Tomen el segundo caimán y conecten el otro tornillo a un extremo de la puntilla de 0.5 mm.
- d. Conecten, con el tercer caimán, la otra terminal de la pila al extremo libre de la puntilla. Observen y registren lo que sucede.
- e. Deslicen una de las puntas del caimán a lo largo de la puntilla y observen si hay efectos en la luminosidad del foco. Registren los efectos en cada tercio de la puntilla.
- f. Cambien la puntilla por el grafito del lápiz y repitan el paso.
- g. Registren las diferencias entre resistencias de las piezas de grafito.



Observen cómo colocar los elementos del experimento.

NOTA

Es importante que la puntilla y el grafito del lápiz tengan aproximadamente la misma longitud.



Registro de datos

Material de prueba	Luminosidad del foco (alta, baja, nula)
Puntilla de 0.5 mm	Un tercio: Dos tercios: Tres tercios:
Punta de lápiz	Un tercio: Dos tercios: Tres tercios:

Análisis de resultados

- Clasifiquen los materiales de prueba de acuerdo con su capacidad para conducir la corriente eléctrica.
 - ¿Se tiene la misma intensidad luminosa a lo largo de cada conductor?, ¿a qué piensan que se debe?
 - ¿Existe alguna relación entre la longitud del conductor y su resistencia a la corriente? Expliquen.
 - Los dos materiales de prueba están hechos de grafito, ¿por qué es diferente la resistencia de cada uno de ellos si la pila es la misma?
- Concluyan sobre la relación que tiene la resistencia eléctrica con el grosor y la longitud de los materiales.
- Compartan sus resultados con el grupo y concluyan acerca de la eficiencia de los materiales utilizados para obtener la electricidad.



- ▶ En la actividad experimental utilizaron un circuito eléctrico. Dibujen un esquema donde indiquen los siguientes elementos del circuito:
- Fuente de voltaje
 - Resistencia (foco)
 - Conductor (cable)
 - Interruptor
 - Flujo de electrones
- ▶ Intercambien su esquema con los de otros equipos para mejorarlo.

Utilizo las TIC

- Busca recursos que simulen lo que sucede al variar la resistencia o el voltaje en un circuito eléctrico. Aquí tienes un ejemplo:

cmed.mx/FIS2097

- Con este recurso, puedes elaborar circuitos eléctricos con diversos elementos:

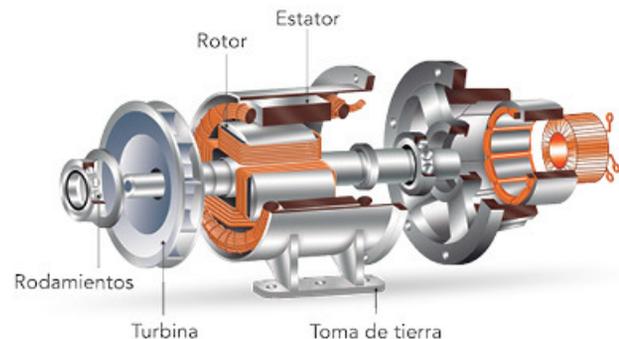
cmed.mx/FIS2098

¿Te sientes **satisfecho** por los resultados obtenidos con tu **equipo**? Analiza con los demás cómo se **sienten** y qué podrían mejorar la próxima vez.

¿Cómo se obtiene la electricidad a gran escala?

Para que la electricidad llegue a las poblaciones se necesita de plantas o centrales eléctricas, que son algo así como fábricas enormes cuyo producto más valioso es la corriente eléctrica.

En casi todos los tipos de centrales existe un alternador o generador, que es un dispositivo que transforma la energía mecánica en eléctrica. El movimiento de la turbina hace girar el rotor (circuito que rota), induciendo carga eléctrica en el estator (circuito fijo) y generándose corriente eléctrica. Esta corriente pasa después por un transformador, que es un artefacto que aumenta o disminuye el voltaje para ser suministrado a casas, escuelas, fábricas y empresas. ¹⁹



- ¹⁹ Generador. Este aparato consta de un rotor en el que se encuentra una bobina con cable enrollado, y un imán que está bien sujeto a una base, el estator. La bobina gira al interior del imán debido a la fuerza que proporciona una turbina, movida por una corriente de agua o de vapor, o un motor de combustión como el que utiliza combustóleo.

Leo +

Descubre, de manera accesible y divertida, diversos aspectos de la energía en:

Arnold, Nick. (2007). *Esa poderosa energía*. México: SEP-Molino.

Michel, François. (2008). *La energía a tu alcance*. México: SEP-Oniro.

Tipos de centrales eléctricas

A lo largo del trayecto a las poblaciones, la corriente vuelve a pasar por otros transformadores para que la electricidad llegue con la energía que se necesita.

Termoeléctricas: son las más extendidas por su bajo costo de operación, pero las más caras en impacto ambiental. Aprovechan la combustión de carbón, petróleo (aceite), combustóleo o gas natural para mover las turbinas de los generadores. Se han construido algunas que reutilizan los gases para mover una segunda turbina, aumentando la eficiencia energética.

Hidroeléctricas: aprovechan la energía cinética y potencial del agua para mover las turbinas del alternador. Puede ser en el caudal de los ríos, o liberando agua que cae por gravedad desde una presa. Tienen impacto social por el acaparamiento de agua que sirve para la agricultura y para otras actividades humanas.

Nucleoeléctricas: emplean la fisión o rompimiento de núcleos atómicos de uranio o plutonio, para liberar gran cantidad de energía de manera controlada, con gran eficiencia en la generación de electricidad. El calor calienta agua, cuyo vapor mueve la turbina del generador. No hay contaminación atmosférica, pero se requieren medidas de control estrictas de las reacciones nucleares y el manejo de residuos radiactivos.

20 Aerogeneradores. Los estados con mayor potencial para generar energía eólica son: Oaxaca, Tamaulipas, Coahuila, Nuevo León y Jalisco.



Aerogeneradores o generadores eólicos: utilizan la energía cinética del viento que sopla de las zonas de alta presión a las de baja presión para mover aerogeneradores conectados a los alternadores (generadores de corriente alterna). Esta forma de obtención de electricidad tiene mínimo impacto ambiental, si bien genera ruido en su proximidad y puede provocar la muerte de aves por golpes con las aspas. **20**

Centrales fotovoltaicas o de celdas solares: emplean la radiación solar para transformarla en energía eléctrica. Estas instalaciones aún son muy costosas y su capacidad de producción no es tan significativa, pero poco a poco van ganando terreno. Es una forma prácticamente limpia de obtener electricidad.

Descubro y construyo

Comparo ventajas y desventajas de diferentes formas de obtención de energía eléctrica para participar en un análisis grupal.

1. Diseña, en equipo, un mapa conceptual con los aspectos más importantes de las centrales eléctricas. Consideren:
 - La cadena de transformaciones de energía durante el proceso de generación de electricidad.
 - El costo-beneficio ambiental. Es decir, cuáles son los aspectos a considerar para hacer un uso eficiente y amigable con el ambiente.
 - El costo-beneficio económico (cuando es posible).
 - El empleo de fuentes renovables y no renovables de energía.
2. Investiguen la forma en que se puede aprovechar la fuerza de las mareas y de los géisers para producir energía eléctrica. Les sugerimos consultar la siguiente dirección electrónica: cmed.mx/FIS2099



Leo +

Conoce el impacto ambiental que causa la contaminación debido al consumo de energéticos, en el siguiente texto de la colección Libros del Rincón:

Lavín, Mónica. (2007). *Planeta azul, planeta gris*. México: SEP-ADN Editores.

Utilizo las TIC

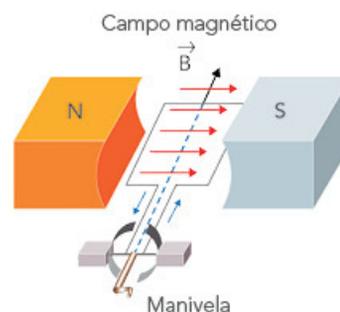
1. La demanda de las centrales eléctricas y la contaminación generada por ellas, disminuiría si analizáramos nuestros hábitos de consumo eléctrico. Revisa el decálogo del ahorro de energía eléctrica recomendado por la Comisión Federal de Electricidad.

cmed.mx/FIS2100

2. Explora el diagrama de una central termoelectrica:

cmed.mx/FIS2101

- ▶ Compartan su trabajo con otros equipos y concluyan en plenaria.
- ▶ En la figura se muestra un modelo del diseño de un alternador, dispositivo esencial en las centrales que suministran electricidad.
 - ¿Qué se necesita hacer con la manivela para que en ella se induzca una corriente? Justifica tu respuesta.
 - ¿Qué tipo de transformación de energía se lleva a cabo?
- ▶ Investiguen el significado de eficiencia energética y den un ejemplo de algún proceso eficiente para generar energía eléctrica. Compartan sus resultados con el grupo.
- ▶ Guarde, cada quien, las conclusiones del análisis en su Itacate de evidencias.





Recapitulo

Evalúo mi aprendizaje

Itacate Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación. Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

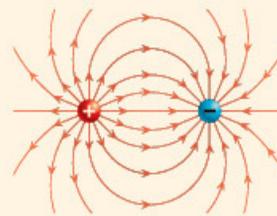
1. Las partículas atómicas que tienen carga eléctrica son los protones (carga positiva) y los electrones (carga negativa).
2. La carga total de un átomo depende de la cantidad de protones y electrones que posee.
3. De acuerdo con la ley de Coulomb, la fuerza electrostática entre dos cargas aumenta cuando el valor de éstas es mayor y/o la distancia que las separa es pequeña, y viceversa.
4. Los electrones de las órbitas externas pueden abandonar el átomo por los efectos de campos eléctricos externos y circular por los espacios interatómicos como cargas libres en un conductor.
5. Para que se produzca una corriente eléctrica se necesita energía potencial eléctrica (voltaje) para movilizar a las cargas en forma ordenada dentro de un circuito eléctrico.
6. La producción de electricidad a gran escala se realiza en las centrales eléctricas. El principio básico consiste en transformar algún tipo de energía en electricidad. La energía química de los combustibles fósiles, la energía cinética del viento, del agua o del vapor, genera inducción electromagnética en un alternador o generador.
7. Un transformador regula la tensión o voltaje por las líneas de transmisión de las centrales eléctricas hasta las ciudades.
8. La generación de electricidad puede contaminar cuando el combustible que se emplea emite gases de efecto invernadero.
9. Los aerogeneradores y las centrales fotovoltaicas son dos ejemplos de energías limpias para producir electricidad.

I. Contesta esta evaluación y guarda tus respuestas en tu Itacate de evidencias.

1. Elabora un cuadro donde anotes los diferentes tipos de generación de energía eléctrica, junto con sus ventajas y desventajas desde el punto de vista ambiental, así como la disponibilidad en tu comunidad.

Tipo de generación de energía eléctrica	Ventajas ambientales	Desventajas ambientales	Disponibilidad en mi localidad

2. Explica qué tienen en común las centrales eléctricas, aunque la energía primaria sea diferente.
3. Indica cuáles son las semejanzas y las diferencias entre la Ley de la Gravitación Universal y la Ley de Coulomb de la fuerza electrostática.
4. ¿Por qué existen electrones libres en los espacios interatómicos de algunos materiales?
5. Explica por qué se colocan transformadores en los tendidos eléctricos de las calles.
6. Observa la figura que representa el campo eléctrico entre dos cargas contrarias:



- ¿Cuál es el átomo que tiene más electrones?
 - ¿En qué región es más intenso el campo? Recuerda la ecuación de la fuerza electrostática.
7. Actualmente te encuentras rodeado de tecnología, sobre todo dispositivos o aparatos electrónicos: teléfonos celulares, televisores, computadoras entre otros. ¿Podrías asegurar que te encuentras inmerso en campos eléctricos casi todo el tiempo? Justifica tu respuesta.

II. Revisa, con una pareja, tus respuestas. Aclaren dudas y corrijan.

Logro ir **más allá**



Indago alternativas para eliminar el calentamiento global empleando energías limpias.

1. Lean la siguiente información que es un extracto del artículo que encontrarán en la liga: cmed.mx/FIS2133

Las perspectivas de incremento del uso de fuentes renovables de energía están aumentando hasta en un 30%. El uso de celdas fotovoltaicas es un mecanismo sumamente eficiente para generar electricidad sin impacto ambiental.

- ¿Qué pueden hacer hoy para demandar menos energía eléctrica?
2. Escriban una lista y compártanla con el resto del grupo y familiares. Si les interesa este tema transformen la actividad en un proyecto colaborativo. Consulten la página 262 para elegir el tipo de proyecto que harían.
-  ▶ Al principio de esta lección leíste el epígrafe de Albert Einstein que hace referencia a la voluntad como una fuerza muy poderosa.
- ¿Qué tipo de voluntad personal se necesita para disminuir la demanda de energía eléctrica?



L21

¿Cómo ganar energía sin que la Naturaleza pierda?

Cuando las generaciones futuras juzguen a las que vinieron antes respecto a temas ambientales, tal vez lleguen a la conclusión de que no sabían: evitemos pasar a la historia como las generaciones que sí sabían, pero no les importó.

MIKHAIL GORBACHEV

El incremento de la temperatura atmosférica y oceánica es un hecho comprobado científicamente y cuyas consecuencias afectan de muchas formas a todas las especies. ¿Qué podemos hacer para mitigar los efectos de este calentamiento global si necesitamos de las materias primas de la Naturaleza?



Identifico beneficios de emplear fuentes renovables de energía.



21 Celdas solares. Uno de los proyectos más inspiradores de la segunda década del siglo XXI, es el primer aeropuerto verde en el mundo ubicado en Cochín, India, que opera al 100% con luz solar como fuente renovable de energía. Sus directores ya piensan en vender el excedente de energía, al estimar que en el año 2021 se habrá pagado la inversión inicial, que asciende a los 10 millones de dólares.

1. Busca, en pareja, imágenes que ejemplifiquen las causas y las consecuencias del calentamiento global; comenten sobre los libros, periódicos, revistas y ligas electrónicas que consultaron.
2. Comparen las imágenes con las de otras parejas. Conversen acerca de las similitudes y diferencias que encuentren, y elijan las más representativas.
3. Expliquen la relación entre las fuentes no renovables de energía y las consecuencias del calentamiento global.
 - a. Comenten si, como sociedad e individualmente, podemos hacer algo para mitigar el calentamiento global.
 - b. Hagan un collage con las imágenes y sus propuestas de solución.



Expliquen la diferencia entre una fuente renovable de energía y una no renovable. Diseñen un mapa conceptual en el que incluyan:

- Ejemplos de lo que está a tu alrededor y que en este momento se le suministre energía para que funcione.
- Forma de energía que se utiliza en cada caso.
- Procedencia o fuente de energía que permite su funcionamiento.
- Comparte tu mapa conceptual con otros miembros del grupo para enriquecerlo.

GLOSARIO

Megavatio. Múltiplo de la unidad de potencia que equivale a 1 000 000 watts o 1 megawatt.

Kilovatio. Múltiplo de la unidad de potencia que equivale a 1 000 watts o 1 kilowatt.

El novedoso Aeropuerto Internacional de Cochín **21** tiene instalados 48 154 fotoceldas que generan 12 megavattios diarios de energía; esta capacidad permite la operación del aeropuerto entero, que sólo consume entre 48 000 y 50 000 kilovattios.

Gracias a este proyecto sustentable se evitarán más de 300 000 toneladas de emisiones de carbono en los próximos 25 años, mismas que no contribuirán al calentamiento global, ya hay planes para construir aeropuertos similares en otras partes del mundo, como en Sudáfrica.



Fuentes renovables de energía

Las fuentes de energía pueden clasificarse en renovables y no renovables dependiendo de la rapidez con que consumamos la energía que nos proporcionan, comparada con el tiempo que tarda en producirse; de este modo, la tasa de consumo de las energías renovables es menor a su tasa de producción.

Veamos las siguientes **fuentes renovables de energía**, que a veces se confunden incorrectamente con tipos de energía:

Solar. Nuestra estrella es la fuente de energía más importante del planeta. Es importante aclarar que es incorrecto afirmar que existe "energía solar", pues el Sol proporciona energía radiante que se transmite mediante ondas electromagnéticas.

Este tipo de energía no es exclusiva del Sol, de la radiación solar se aprovechan la energía térmica y lumínica que llegan a la Tierra, se trata de una fuente fototérmica. ²²

²² Un calentador solar doméstico aprovecha la energía radiante proveniente del Sol para calentar el agua que se utiliza en las casas, por ejemplo, para bañarnos. Este tipo de tecnología cuenta con un colector que puede ser de tubos de cobre, plástico o vidrio, y un tanque aislado térmicamente donde se almacena el agua caliente.



Utilizamos tecnologías como las celdas fotovoltaicas ²³ con las que es posible transformar la energía de la radiación y producir energía eléctrica gracias al efecto fotovoltaico, descubierto por el físico francés Alexandre Edmond Becquerel en 1823.



²³ Las celdas fotovoltaicas transforman la energía luminosa en eléctrica mediante el efecto fotovoltaico, que es el fenómeno que se presenta en algunos materiales en los que se puede generar un voltaje (entre dos puntos) al ser iluminados por una fuente de luz.

GLOSARIO

Fuente renovable de energía. Son los recursos naturales que no se agotan, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, como la del Sol, o porque se regeneran en un tiempo relativamente corto por medio de un ciclo natural, como el ciclo del agua.

Utilizo las TIC

1. Conoce más detalles del Aeropuerto Internacional de Cochín y pon a prueba tus conocimientos de inglés:
cmed.mx/FIS2102
2. Amplía tus conocimientos acerca del calentamiento global:
cmed.mx/FIS2103
3. Para saber más acerca de las celdas fotovoltaicas y de las aportaciones de tres generaciones de científicos Becquerel, consulta las siguientes páginas electrónicas:
cmed.mx/FIS2104
cmed.mx/FIS2105
cmed.mx/FIS2106

Utilizo las TIC

El sector energético es uno de los más contaminantes del planeta. Indaga por qué la energía nuclear (cuya fuente es no renovable) se considera una energía que mitiga el cambio climático, pero también existe la tendencia a dismantlar las centrales termonucleares debido a que las consecuencias de accidentes en las instalaciones suelen ser desastrosas y duraderas:

cmed.mx/FIS2107

GLOSARIO

Cámara magmática.

Es el espacio donde se almacena la roca fundida (el magma) proveniente del manto terrestre, que luego es expulsado por la chimenea a la superficie en forma de erupción volcánica.

Pirólisis. Es la descomposición de la materia orgánica por calentamiento y en ausencia de oxígeno. Cuando la pirólisis es completa se llama carbonización.

Enlace químico. Es la fuerza que mantiene unidos a dos o más átomos, lo que proporciona estabilidad a la molécula resultante o especie química.

24 La planta de Cerro Prieto es la segunda más grande del mundo de producción eléctrica por medio de geotermia.



Geotermia. Las fuentes geotérmicas son energía calorífica que se obtiene del interior de la Tierra y que sale a la superficie en forma de géiseres. Estas formaciones se logran cuando hay una **cámara magmática** cerca de un depósito subterráneo de agua, por lo que ésta alcanza temperaturas superiores a 600 °C. Hoy se aprovecha esta energía de las emanaciones de agua a muy altas temperaturas, o bien, vapor de agua.

En México existen cuatro centrales geotérmicas, como la de los Azufres, en Michoacán. La más importante, por su capacidad de generación de electricidad, es la de Cerro Prieto, en Baja California. 24

Eólica. Esta fuente de energía se obtiene del viento. El movimiento del aire se produce por la diferencia de temperatura en la superficie terrestre que se debe al calentamiento desigual de su superficie debido a la inclinación con la que inciden los rayos del Sol sobre la Tierra.

Las tecnologías que utilizan esta energía transforman la energía cinética del viento en energía eléctrica, haciendo girar los aerogeneradores que, a su vez, hacen girar la turbina del alternador que produce la electricidad.

Biomasa. La biomasa comprende toda la materia de origen orgánico tanto de vegetales (madera y carbón vegetal) como de animales.

Los procesos de conversión de los desechos de la biomasa para producir los biocombustibles son: la combustión directa, la gasificación, la fermentación, la **pirólisis** y la digestión.

La biomasa es un caso particular de la energía química, que es la que reside en los **enlaces químicos** al formar moléculas.

En la actualidad, el 8% de la energía primaria utilizada en México proviene de la leña, y se usa principalmente para cocinar y calentarse. La leña puede ser un recurso renovable, siempre que la utilicemos con responsabilidad, pues una vez que se deforesta un bosque o una selva, tarda muchos años en regenerarse.



Describo y valoro el empleo de fuentes renovables de energía.

- Dibuja, en equipo, un diagrama con los aspectos más importantes de las fuentes renovables de energía. Consideren:
 - Procedencia de las fuentes.
 - Características principales.
 - Transformaciones de energía que propician.
 - Beneficios ambientales de su empleo.
- Completen las tres primeras columnas de un cuadro como el siguiente:

Fuente de energía	Usos	Ejemplo de su aplicación	Ventajas/ desventajas	Conclusiones

- Discutan en el grupo cuáles serían las ventajas y las desventajas de utilizar las diferentes fuentes de energía que han anotado. Consideren que algunas de ellas pueden o no ser renovables según ciertos factores.
- Reflexionen sobre lo siguiente y después compartan con otros equipos sus respuestas:
 - ¿De qué tipo son las fuentes de energía que proveen de energía eléctrica a la región en la que vives?, ¿a qué se debe?
 - ¿Es benéfico para la sociedad y la Naturaleza la construcción de edificios monumentales? Argumenten.
 - ¿Conoces algún efecto indeseable en el uso de recursos para generar energía? Describan al menos dos y expliquen por qué los eligieron.
- Escriban, en los recuadros restantes las conclusiones a las que llegaron en el grupo.



Responde en forma individual:

- ▶ Explica la diferencia entre una fuente de energía y una manifestación de energía.
- ▶ Representa, en una gráfica circular, los porcentajes del uso entre las fuentes de energías fósiles y renovables.
- ▶ Argumenta por qué en el lenguaje de la física son incorrectas las expresiones energía eólica o energía solar.

Leo +

Para relacionar el consumo de energéticos con su impacto ambiental te sugerimos revisar los siguientes textos de la colección Libros del Rincón:

Hye-Jeong, Lee & Ik-su, K. (2012). *Energías del futuro*. México: SEP-Castillo.

Tagüeña, Julia & Martínez, Manuel. (2009). *Fuentes de energía y desarrollo sustentable*. México: SEP-ADN Editores.

Walisiewicz, Marek. (2005). *Energía alternativa*. México: SEP-Planeta.

La atmósfera en la regulación del clima

La atmósfera terrestre está conformada por capas ²⁵ que hacen posible la existencia de la materia viva y la materia inerte que conocemos en la Tierra. Si bien la temperatura de la superficie terrestre es heterogénea pues depende de la latitud y del movimiento de traslación del planeta alrededor del Sol, la atmósfera regula los cambios climáticos man-

teniendo una temperatura promedio de 15 °C, y contiene las moléculas de los gases indispensables para que se lleve a cabo la fotosíntesis, la respiración, además de filtrar los rayos ultravioleta provenientes del Sol.

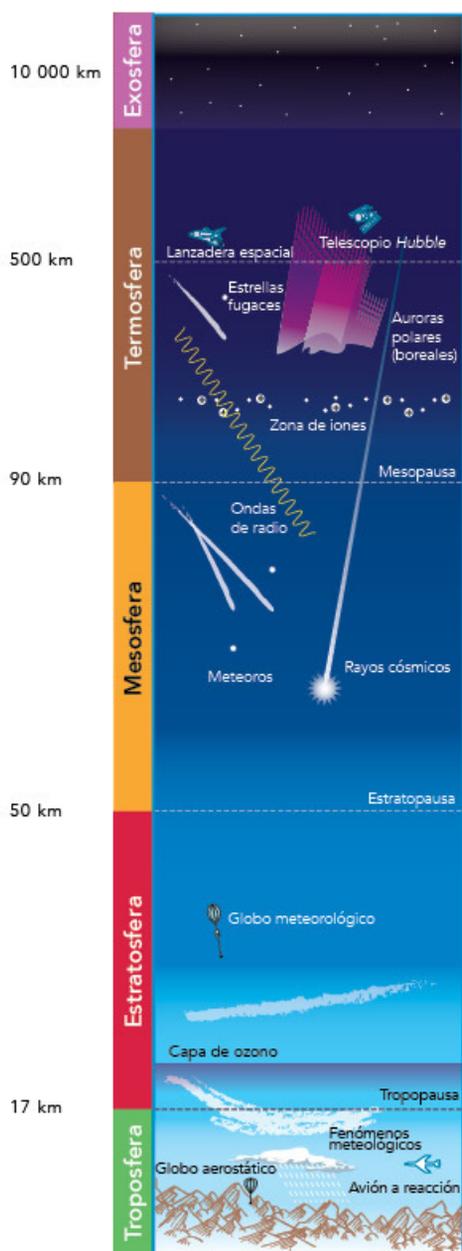
La inclinación del eje terrestre es responsable de la diferencia de estaciones entre el hemisferio norte y el sur de nuestro planeta, y la curvatura de la superficie de la Tierra es responsable de la diferencia de climas en las distintas latitudes del planeta pues causa la incidencia más perpendicular de los rayos del Sol a bajas latitudes y más oblicuamente a altas latitudes.

Las radiaciones solares son absorbidas parcialmente en la superficie terrestre y calientan el suelo y el océano, los cuales transfieren energía térmica a las capas de aire que están en contacto con ellos. Parte de la radiación solar no absorbida, es decir, la irradiada por la superficie terrestre regresa al espacio cuando no es reflejada por el vapor de agua, las nubes y el dióxido de carbono. La radiación que no alcanza a salir al espacio regresa y calienta la superficie nuevamente.

Durante la noche, la energía irradiada que se transfiere desde el suelo y los océanos, puede ser retenida por la atmósfera, lo cual permite que la temperatura se regule. La parte baja de la atmósfera se calienta de abajo hacia arriba, lo que explica por qué en la troposfera la temperatura disminuya con la altitud, a razón de 5 °C por cada kilómetro.

Algo muy importante es que tanto el vapor de agua como el dióxido de carbono se comportan en forma análoga al cristal de un invernadero, pues evitan que escape al exterior la energía irradiada por la Tierra, fenómeno que se conoce como efecto invernadero. Si este fenómeno no existiera, la temperatura promedio terrestre sería de aproximadamente -18 °C, lo cual impediría la supervivencia de prácticamente todas las especies de la Tierra.

Uno de los problemas que aquejan a la humanidad es que el efecto invernadero está aumentando en forma alarmante debido a la emisión de gases que son producto de las actividades humanas. Las altas concentraciones de dióxido de carbono y de otros gases que dañan a la atmósfera impiden la salida al espacio de la energía emitida por la superficie terrestre debido a su calentamiento.



²⁵ Capas de la atmósfera: exosfera, termosfera, mesosfera, estratosfera, troposfera.



Investigo fuentes de energía en mi comunidad y propongo alternativas para el uso de fuentes renovables de energía.

1. Reflexiona acerca de la región y la comunidad en la que vives:
 - ¿Hay suficientes días soleados a lo largo del año, es decir, que presenten baja nubosidad?
 - ¿Existen zonas donde los vientos soplen por varias horas seguidas y durante casi todos los días?
 - ¿Vives en una zona cerca del mar?
 - ¿Hay géiseres cerca de tu comunidad?
 - ¿Los ríos que conoces llevan suficiente agua todo el año?
 - ¿Hay presas cerca de tu comunidad?
 - ¿Identificas zonas boscosas o selvas cercanas al lugar en que vives?
 - ¿Se utiliza la leña como fuente de energía?
 2. Diseña un plano de tu comunidad donde identifiques las fuentes de energía renovable con las que cuenta.
 - ¿Qué tipo de fuente renovable de energía se utiliza en tu comunidad?
 3. Responde, con base en la información que has leído en este libro y en otros medios:
 - ¿Qué tipo de tecnologías propones para aprovechar la energía de las fuentes renovables? Fundamenta tu respuesta.
 4. Dibuja en el plano de tu comunidad las fuentes de energía que se usan actualmente.
 - ¿Qué propondrías en tu comunidad para aprovechar las fuentes de energía renovable accesibles?
 - ¿Qué beneficios aportaría a tu comunidad el uso de las fuentes renovables de energía?
 5. Identifica los problemas más importantes de contaminación que hay en tu comunidad.
 6. Propón acciones para reducir los efectos de la contaminación.
 - ¿Cuántas de las acciones que propusiste tienen que ver con el uso de las fuentes renovables de energía?
 7. Intercambia y compara tus respuestas con todo el grupo.
-  ▶ Dibujen, entre todos, en el pizarrón, en una hoja de rotafolios o en algún programa informático, un plano de su comunidad e identifiquen:
- Fuentes renovables de energía y su aprovechamiento.
 - Fuentes de contaminación.
 - Acciones para reducir sus efectos.
- ▶ No olvides incorporar tus respuestas y conclusiones en tu Itacate de evidencias.

Leo +

Conoce las formas de producir distintos tipos de energía y sus beneficios para la humanidad, en:

Michel, François. (2005). *La energía paso a paso*. México: SEP-Fernández Editores.

El trabajo colaborativo es más efectivo cuando hay **confianza** y **respeto** entre los integrantes del equipo.



Recapitula

1. Las fuentes de energía pueden clasificarse en renovables y no renovables, según la rapidez de consumo de energía que nos proporcionan, comparada con el tiempo que tarda en producirse. La tasa de consumo de las energías renovables es menor a su tasa de producción.
2. Una fuente de energía es diferente a una manifestación de energía. La fuente se refiere al recurso de origen, y la manifestación aduce a la forma o tipo de energía que se transforma.
3. La atmósfera regula los cambios climáticos y mantiene una temperatura promedio de 15 °C, además contiene las moléculas de los gases indispensables para la vida en la Tierra.
4. Tanto el vapor de agua como el dióxido de carbono se comportan en forma análoga al cristal de un invernadero, evitando que escape al exterior la energía irradiada por la Tierra, fenómeno que se conoce como efecto invernadero.

Evalúa mi aprendizaje

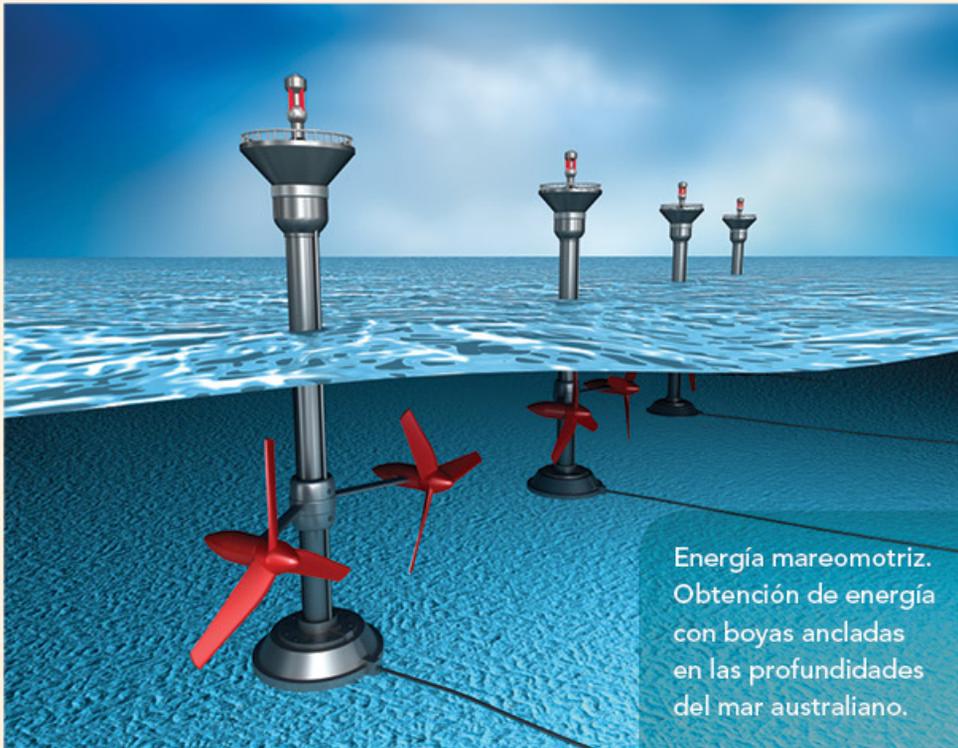


Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta.
 1. Una fuente renovable de energía se caracteriza porque:
 - a. Su tasa de consumo es menor a la tasa de producción.
 - b. La tasa de consumo es mayor a la tasa de producción.
 - II. Responde:
 2. Explica por qué el término energía hidráulica es incorrecto.
 3. ¿Cómo resolverías el problema de aprovechar el suministro energético del Sol durante la noche? Acompaña tu explicación con un diagrama.
 4. Sol, agua, viento y biomasa son recursos que proporciona la Naturaleza:
 - a) ¿Qué tipo de fuentes son y por qué se clasifican de esta manera?
 - b) Explica cuáles son los beneficios de utilizar estas fuentes en lugar de combustibles fósiles.
 5. Explica cuáles son las transformaciones de energía que tienen lugar en una celda fotovoltaica. Acompaña tu explicación con un dibujo.
 6. ¿Qué fuente renovable recomendarías en una región que tiene pocas horas de Sol al día pero mucho viento durante todo el año?
 7. ¿Cuáles son las consecuencias de seguir produciendo energía eléctrica haciendo uso de los combustibles fósiles?
 8. De las fuentes renovables de energía, ¿cuál de ellas te parece que tendría un menor impacto contaminante? Argumenta.
 9. ¿Qué tipo de tecnologías propones para aprovechar la energía de las fuentes renovables?
 - III. Comparte, en pareja, tus respuestas y corrijan lo necesario. Comuniquen, en equipos pequeños, sus resultados y lleguen a acuerdos.

Logro ir **más allá**



Explico los beneficios de la fuerza de mareas como fuente de energía.

1. Lean lo siguiente y conversen sobre el contenido:

Cuando nos referimos a fuentes de energía renovable solemos pensar inmediatamente en las fuentes solares o eólicas, pero existen otras variantes como la **fuerza de energía mareomotriz** que utiliza la energía cinética de las mareas para transformarla en otros tipos de energía.

Los proyectos para emplear la fuerza de mareas utilizan estructuras complejas colocadas en las playas. Australia ha mostrado al mundo cómo los componentes pueden ser sencillos, como unas boyas, y estar sumergidos en el mar.

NOTA

Busquen el artículo completo en: cmed.mx/FIS2134

2. Dibujen un diagrama en el que expliquen cómo se produce energía eléctrica a partir de las boyas.
3. Compartan su diagrama con el grupo y hagan una coevaluación basada en la claridad y precisión de cada diagrama.



► Al principio de esta lección leíste una idea de Mikhail Gorbachev.

- ¿Qué tipo de prácticas de consumo de energía actuales pueden afectar a las generaciones futuras?



L22

¿Humanos electrotérmicos?

De hoy en adelante usted verá con otros ojos el agobiante ajeteo de sus hijos. Y ni siquiera perderá la paciencia ante una rabieta convulsiva, pensando que es fuente generosa de energía.

JUAN JOSÉ ARREOLA



26 Mientras estos adolescentes corren, se llevan a cabo procesos en sus organismos que les permiten mover los músculos, respirar con cierto ritmo y mantener su temperatura corporal, entre muchos otros. ¿Qué variables físicas participan en el funcionamiento del cuerpo humano?

Las funciones del organismo humano dependen de factores externos e internos, en los que intervienen diferentes formas de energía.

Por ejemplo, los pulmones se expanden y contraen para llenarse de oxígeno y desechar dióxido de carbono; los alimentos son transformados en energía química por el aparato digestivo. La sangre transporta nutrientes a las células de cada órgano, lleva sustancias a donde son requeridas, **26** y conduce los desechos a los lugares adecuados para su eliminación; las membranas celulares permiten la entrada y salida de sustancias.

Estas funciones ocurren gracias a procesos eléctricos, térmicos, **hidráulicos**, mecánicos, **acústicos**, ópticos, entre otros, cuyo estudio es fascinante.



Identifico cómo percibimos las imágenes del entorno.

1. Lleva a cabo, en pareja, esta actividad dentro del salón o habitación.

Material

- Consigan una lupa y una hoja blanca.

Procedimiento

- a. Uno de ustedes se sentará en una silla, dando la espalda a la ventana.
- b. Verifiquen que los focos del salón o habitación estén apagados de manera que únicamente entre la luz del Sol por la ventana.
- c. Un integrante del equipo sostiene la hoja de papel, mientras que otro hace pasar la luz hacia la hoja.
- d. Para obtener una imagen enfocada, es necesario acercar y alejar la lupa hasta encontrar la distancia adecuada.



GLOSARIO

Hidráulico. Que funciona o es movido por la acción de un líquido.

Acústico. Que tiene relación con el sonido.

Registro de datos

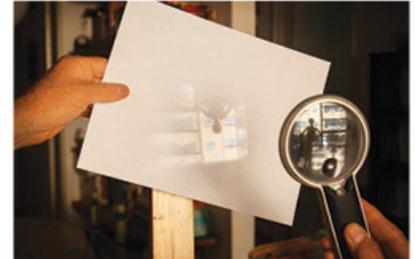
2. Anoten la descripción de su resultado y dibujen o tomen una fotografía de la imagen obtenida.

Análisis de resultados

3. Describan sus resultados y compártanlos con el grupo para concluir.



- ▶ Investiguen la manera en que detectamos la luz y cómo el cerebro nos permite ver las imágenes adecuadamente. Consulten recursos en internet, como el siguiente: cmed.mx/FIS2108
 - ¿Cómo llega la información del entorno hasta el cerebro?
 - ¿Cuál es el papel de la electricidad en este proceso?
- ▶ Explica esta fotografía que es el resultado de un experimento similar.



La electricidad humana

Cada uno de los **sistemas del cuerpo humano** cumple funciones muy importantes para la vida, pero es el sistema nervioso el encargado de coordinar cada una de las actividades que realizas.

El sistema nervioso se divide en central (formado por el encéfalo y la médula espinal) y periférico (nervios) y lleva a cabo su labor gracias a millones de células especializadas en la detección y transmisión de estímulos a través de señales químicas y eléctricas que ocurren a nivel de la membrana celular.

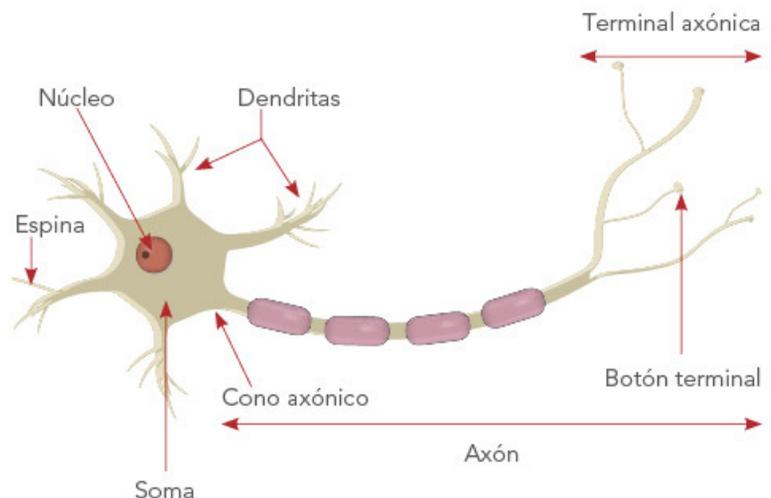
Estas células, llamadas **neuronas**, forman complejas redes de comunicación y son constituyentes del tejido nervioso presente en el cerebro, la médula espinal y los nervios periféricos.

Las neuronas **27** presentan tres estructuras principales:

Soma o cuerpo. Alberga al núcleo y a los organelos celulares, y coordina el trabajo de la neurona.

Dendritas. Ramificaciones del soma, que por lo general reciben señales de otras neuronas.

Axón. Estructura muy alargada cubierta por una capa de lípido llamada mielina. El axón generalmente transmite la información.



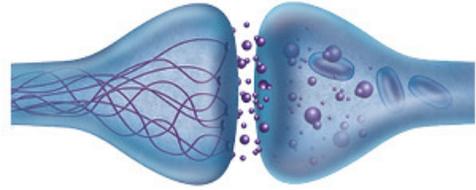
27 Partes de una neurona.

GLOSARIO

Sistemas del cuerpo humano. Conjunto de órganos formados por diferentes tejidos que trabajan coordinadamente para llevar a cabo una función específica.

El potencial de acción

Entre las neuronas existe una zona de comunicación de señales que se conoce como **sinapsis**, ²⁸ y las señales generalmente viajan en un solo sentido. Cuando las membranas de dos células se tocan, comparten moléculas (proteínas principalmente) y cierta cantidad de iones de sodio y potasio, que son iones, es decir, átomos con carga eléctrica.



²⁸ En las sinapsis pueden existir señales químicas y eléctricas.

Esto genera un pequeño voltaje al que se denomina **potencial de acción**, el cual modifica la distribución de la carga eléctrica de manera que en cualquier momento pueda detectarse una nueva señal para transmitir información.

Utilizo las TIC

Conoce más acerca de la transmisión del impulso nervioso en:

cmed.mx/FIS2109

Las dendritas de las neuronas detectan el mensaje de otra neurona y envían una señal eléctrica que se transmite a través del axón. Al llegar a la terminal del axón, se liberan sustancias, conocidas como **neurotransmisores**, que actúan como mensajeros químicos hacia la siguiente sinapsis, los cuales son detectados por las dendritas de la siguiente neurona, y así sucesivamente.

Como aprendiste en tu curso de Biología, de acuerdo con su función, las neuronas se clasifican en:

Neuronas sensitivas o aferentes. Transmiten impulsos desde los órganos receptores (internos y externos) hacia el sistema nervioso central. Por ejemplo, los órganos de

los sentidos tienen neuronas sensoriales que detectan luz, sonido, olor, gusto, presión y calor, y envían mensajes al cerebro.

Neuronas motoras o eferentes. Transmiten los mensajes o impulsos desde el sistema nervioso central hacia los órganos efectores (músculos o glándulas). Controlan algunos movimientos voluntarios.

Interneuronas o neuronas de asociación. Regulan los procesos involuntarios implicados en el funcionamiento de los órganos y las glándulas del cuerpo, como la liberación de hormonas durante la pubertad, la adrenalina, la dilatación del ojo en respuesta a la luz o la regulación del sistema digestivo. ²⁹



²⁹ Responder frente al peligro, acelerando el ritmo cardíaco y enviando señales a los músculos para correr y ponerte a salvo, es un ejemplo de las funciones no conscientes operadas por el cerebro.



Explico el papel de la electricidad en el sistema nervioso.

1. Lean, en equipo, el siguiente texto:

El sistema nervioso es como un circuito eléctrico que consta de una estación de control, una red de cables que forman circuitos, una fuente de energía y dispositivos conectados para realizar diferentes funciones. Algunos de estos circuitos transmiten la información de los órganos (dispositivos) hacia el cerebro, y otra red de circuitos lleva la respuesta que deben efectuar los dispositivos conectados.

2. Diseñen un modelo en el que expliquen la **analogía** entre una computadora y el funcionamiento del sistema nervioso. Consideren los siguientes aspectos:

- La conducción eléctrica desde los órganos de los sentidos al cerebro.
- La respuesta que viaja del cerebro hasta los órganos que ejecutan la acción.
- Los nervios tienen una cubierta aislante que se llama mielina; ¿qué componente de un circuito eléctrico tiene una función similar?
- Pueden emplear alguna aplicación digital o elaborar un prototipo con material físico.

3. Respondan al terminar su modelo:

- ¿Qué sintieron al conocer más acerca del funcionamiento del sistema nervioso?
- ¿Están satisfechos con el modelo que elaboraron?
- ¿Qué pueden mejorar para la próxima vez?

4. Intercambien su trabajo con otro equipo y evalúen si su modelo representa las funciones similares entre una computadora y el sistema nervioso.

5. Analicen la retroalimentación recibida y registren sus conclusiones en su Itacate de evidencias.



- ¿Por qué existen diferentes tipos de neuronas?
- ¿Qué sucedería si los circuitos neuronales fuesen de doble sentido?
- ¿Qué es el potencial de acción?
- Revisen sus respuestas con otros equipos, aclaren sus dudas y si es necesario, corrijan.



Interior de una computadora personal de escritorio.

Utilizo las TIC

En el organismo existe una red nerviosa que conduce los impulsos eléctricos. Para recordar cómo funcionan los circuitos eléctricos, explora lo que sucede al modificar algunas variables físicas involucradas: tensión (voltaje), potencia, resistencia, tipo de conexión y de conductor eléctrico.

cmed.mx/FIS2110

GLOSARIO

Analogía. Comparación o relación de semejanza entre seres u objetos distintos.

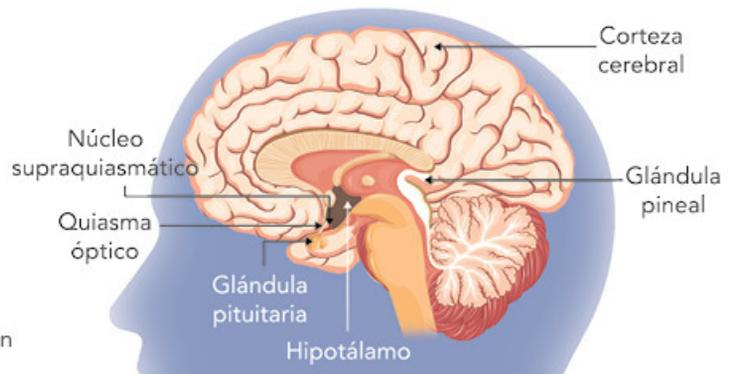
El brindar y recibir una **evaluación constructiva** es **motivante** para mejorar tu desempeño en actividades grupales.

Energía térmica en el cuerpo humano

Las magnitudes físicas del organismo constituyen variables muy importantes para conocer el estado de salud de una persona. Estas variables pueden cambiar por factores evidentes, como la actividad física, pero si de pronto ocurren cambios en la presión sanguínea, la capacidad pulmonar o el ritmo cardíaco sin causa aparente, entonces algo no anda bien en el organismo.

En el caso de la temperatura corporal, una señal de enfermedad se tiene cuando el valor medido con el termómetro es mayor o menor del valor promedio de una persona sana, que está entre 36 °C y 37 °C.

¿Quién controla la temperatura del cuerpo humano y cómo es este proceso? En la parte inferior del cerebro se encuentra el hipotálamo, una estructura que cuenta con mecanismos de regulación y sensores térmicos. 30



30 El hipotálamo activa mecanismos para mantener la temperatura corporal en los niveles adecuados.

Cuando la temperatura externa es mayor o menor a la del cuerpo, el hipotálamo recibe la señal eléctrica proveniente de las células receptoras de la piel y envía de regreso la orden de actuar para compensar la cantidad de calor que debe transferirse.

La temperatura de la piel (34 °C) es menor a la de los órganos internos y, aun así, podemos sentir frío si salimos a la intemperie en traje de baño cuando el termómetro marque 23 °C.

Los receptores nerviosos especializados en detectar la temperatura, los termorreceptores, detectarán la diferencia y tendremos diferentes respuestas para evitar la pérdida de calor por radiación, que es el mecanismo de transferencia más importante entre el cuerpo humano y el ambiente:

- Disminución del diámetro de los vasos sanguíneos, para conservar el calor.
- Temblor, para aumentar la energía térmica en los músculos.
- Secreción de hormonas, para incrementar la temperatura.
- Erizamiento del pelo en las extremidades.

Leo +

¿Se puede convertir el calor en electricidad dentro del cuerpo humano? Averígualo en:

Palou, Nacho. (2016). *Un parche convierte el calor de tu cuerpo en electricidad*. El País-Tecnología, disponible en:

cmed.mx/FIS2111

Cuando la temperatura ambiental es mayor a la corporal, ³¹ es necesario activar otros mecanismos para evitar la transferencia de calor hacia el cuerpo. Si la piel alcanza los 37 °C, el cerebro envía la orden de activar un ingenioso sistema de enfriamiento que consiste en la secreción del sudor y su posterior evaporación debido a la transferencia de calor que se lleva a cabo del cuerpo hacia el líquido, y de éste al ambiente.



³¹ La presencia de ciertas bacterias o virus causantes de enfermedades, puede provocar un incremento en la temperatura corporal.



Descubro y construyo

Identifico cómo se transfiere la energía en el cuerpo humano.

1. Investiguen, en equipo, lo que se indica:

Existe calzado que permite recargar dispositivos móviles, transformando la energía térmica en eléctrica. Revisen algunas páginas en internet que hagan referencia a estos dispositivos, por ejemplo: cmed.mx/FIS2112

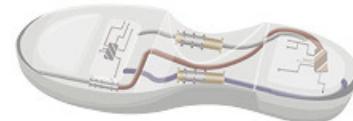
2. Respondan por escrito y guarden en su Itacate de evidencias:

- ¿Cómo ocurre la transferencia de calor del cuerpo hacia el dispositivo?
- ¿Cómo se transforma la energía térmica en eléctrica?



► En el siguiente cuadro se muestran los valores normales de temperatura considerados en el ser humano:

Edad	Temperatura (°C)
Recién nacido	36.1 – 37.7
Lactante	37.2
Niños de 2 a 8 años	37.0
Adolescentes y adultos	36.0 – 37.0



- ¿En qué edad se transfiere más energía térmica al ambiente si la temperatura ambiental es de 15 °C? ¿Por qué?
 - ¿Quiénes corren mayor riesgo de enfermarse cuando hace mucho frío? Expliquen.
 - ¿Cuáles son los mecanismos de control térmico del cuerpo humano? Argumenten.
- Verifiquen sus respuestas compartiendo con el resto del grupo y realicen los ajustes necesarios, si es el caso.



Recapitula

1. El sistema nervioso está formado por neuronas, que son células especializadas en la recepción y conducción de impulsos eléctricos. Existen neuronas sensitivas, motoras e interneuronas.
2. La sinapsis es una zona de comunicación de señales químicas y eléctricas unidireccionales. La electricidad se genera por el contacto entre membranas neuronales de diferente carga, y por la diferencia de carga entre los iones de sodio y potasio de los neurotransmisores.
3. El potencial de acción es el voltaje que se genera en las sinapsis y permite la distribución de la carga eléctrica, de manera que en cualquier momento pueda detectarse una nueva diferencia de potencial eléctrico.
4. La radiación es el mecanismo de transferencia de calor más importante entre el cuerpo humano y el ambiente.
5. La temperatura corporal es regulada por el hipotálamo a través de diferentes mecanismos de control, por ejemplo, la sudoración, la contracción de los vasos sanguíneos y el temblor muscular.

Evalúo mi aprendizaje

Itacate

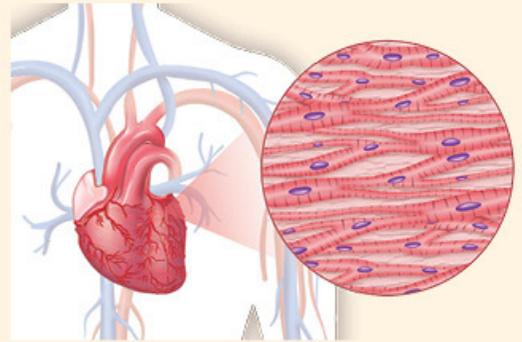
Revisa tu Itacate de evidencias antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitula** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- I. Responde lo siguiente y considera la importancia de comunicar tus resultados.
 1. Explica cuál es el origen y el destino de los impulsos eléctricos de acuerdo con el tipo de neuronas.

	Neurona sensitiva	Neurona motora
Origen		
Destino		

2. El corazón funciona aun cuando una persona se encuentre en estado de coma, debido a que las células cardíacas son capaces de generar potenciales de acción, tal y como lo hacen las neuronas. ¿Qué es un potencial de acción?
3. ¿Por qué debe impedirse la transferencia de calor por radiación del ambiente al cuerpo cuando la temperatura exterior es mayor a la corporal?
4. ¿Qué semejanzas existen entre una computadora y el sistema nervioso?



Las células del corazón también generan impulsos eléctricos o potencial de acción en forma autónoma.

II. Relaciona las columnas.

- | | |
|--|--|
| a. Conducen los pulsos eléctricos. | () Un mecanismo para bajar la temperatura corporal. |
| b. Reciben estímulos del exterior. | () Fibras nerviosas (nervios). |
| c. Potencial eléctrico. | () Un mecanismo para subir la temperatura. |
| d. Evaporación. | () Diferencia de cargas. |
| e. Contracción de vasos sanguíneos. | () Neuronas motoras. |
| f. Envían respuesta del cerebro a los órganos. | () Se produce en la sinapsis. |
| g. Estructuras encargadas de la conducción de estímulos. | () Neuronas sensitivas. |

- III. Comparte tus respuestas con el grupo y concluyan acerca de las funciones de la electricidad y la temperatura en el cuerpo humano.

Logro ir **más allá**



Existen materiales que generan un voltaje cuando se calientan debido a que los electrones del área caliente tienen mayor energía y se desplazan hacia la zona fría, formando así un electrodo positivo y otro negativo. Este fenómeno se conoce como efecto *Seebeck*.

Identifico el efecto termoeléctrico en el cuerpo humano.

1. Lean el artículo de la siguiente página electrónica cmed.mx/FIS2113 y respondan:
 - ¿Se puede aprovechar el efecto termoeléctrico en el cuerpo humano?
 - ¿Cuál es el proceso que emplean estos científicos para generar electricidad a partir del calor que emana del cuerpo de los bebés?
 2. Reflexionen sobre el fragmento del cuento "Baby H.P." que está al principio de la lección, cuyo autor es Juan José Arreola y se encuentra en su libro de cuentos *Confabulario*. El cuento completo está disponible en: cmed.mx/FIS2114
 3. Escriban una opinión sobre el cuento con base en lo siguiente:
 - ¿Se trata de una realidad o es meramente ficción? ¿Por qué?
 - ¿Les gustó el cuento? Expliquen.
-  • Un reto para crear materiales termoeléctricos es que deben ser eficientes para conducir la electricidad, pero no el calor. ¿Por qué no es deseable que los aparatos eléctricos se calienten?
- Ilustren cómo se genera el efecto *Seebeck*.

GLOSARIO

Efecto Seebeck. Es la producción de electricidad a partir de la diferencia de temperatura entre dos metales o semiconductores.



L23

¿Cómo medir variables físicas en el cuerpo?

Donde quiera que se ama el arte de la medicina se ama también a la humanidad.

PLATÓN

La medicina actual depende, en buena medida, de los desarrollos tecnológicos que emplean magnitudes físicas para medir datos de los pacientes, o bien, para hacer visibles algunas partes del cuerpo y así diagnosticar algunos padecimientos. La tecnología al servicio de la medicina es un importante logro de la humanidad.



Identifico algunas **señales fisiológicas** del cuerpo humano.

GLOSARIO

Señal fisiológica.

Señal que proviene de los seres vivos y que permite extraer información acerca del sistema biológico bajo estudio, por ejemplo, la frecuencia cardíaca y la temperatura.

El **baumanómetro** se emplea para medir la presión arterial. En concreto, este instrumento mide la fuerza que ejerce la sangre sobre las paredes de las arterias, algo muy importante para valorar el estado de la presión sanguínea y del corazón. En la figura aparece un baumanómetro manual, aunque también existe el instrumento digital, que se coloca en la muñeca.



1. Dialoguen, en pareja, acerca de lo que han experimentado y conocen sobre la temperatura corporal y la presión arterial.
2. Formulen una hipótesis respecto de la información que aportan estas magnitudes físicas sobre el estado de salud de una persona.

Material*

- Un cronómetro.
- Un termómetro clínico.
- Un baumanómetro analógico o digital.

* Pueden obtenerlo en casa de algún familiar o en el servicio médico de la escuela.

Procedimiento

- a. Localiza el pulso de tu pareja en la parte de la muñeca o en el antebrazo izquierdo.
- b. Una vez localizado, inicia el cronómetro y cuenta el número de pulsaciones que ocurren en 20 segundos.
- c. Multiplica el número de pulsaciones por tres y así obtendrás la frecuencia cardíaca.
- d. Mide la temperatura. Pide a tu pareja que se coloque el termómetro debajo de la axila durante dos minutos.
- e. Mide la presión arterial con el baumanómetro analógico. Localiza la arteria en su antebrazo izquierdo y coloca el brazaletе a la altura del bíceps.
- f. Pasa el estetoscopio por debajo del brazaletе y verifica que la perilla del bulbo inflable esté cerrada. La medición no sirve si el aire se escapa.
- g. Presiona el bulbo hasta que el manómetro marque casi 200 mmHg. Luego, coloca el estetoscopio en tu oído y abre la perilla lentamente.

Leo +

1. Indaga sobre los tipos de pulso y las formas de medir la presión arterial.

Gazitúa, Ricardo. (2007). *Examen General Físico. Pulso arterial. Manual de Semiología*, disponible en:

cmed.mx/FIS2115

2. Sigue el recorrido de las radiosondas por el torrente sanguíneo, en:

Radiological Society of North America. (2018). *Medicina nuclear general*, disponible en:

cmed.mx/FIS2116



GLOSARIO

Presión sistólica. Es la presión máxima que se alcanza cuando el corazón se contrae.

Presión diastólica. Presión mínima alcanzada en el periodo de relajación del corazón.

Biopsia. Prueba que consiste en la extracción de tejidos o líquidos de un ser vivo con la finalidad de estudiarlos microscópicamente.

Cardiopatía isquémica. También conocida como isquemia cardiaca o enfermedad coronaria, se produce por un bloqueo parcial o total de las arterias que llegan al corazón, reduciendo el flujo sanguíneo hacia este órgano.

- h. Escucha mientras se desinfla la bolsa de aire, en algún momento detectarás un primer latido que corresponde a la **presión sistólica** y al final un último latido que será la **presión diastólica**.
- i. Coloca el brazaletes, si tu baumanómetro es digital, en la muñeca izquierda y pulsa el botón de inicio. El instrumento realiza todo el proceso. Los dos valores de la presión arterial aparecerán en la pantalla.

Registro de datos

- 3. Anoten, en un cuadro, sus resultados de la toma de temperatura y presión arterial.

Análisis de resultados

- 4. Calculen el promedio de la presión arterial del grupo y respondan:
 - ¿Cuáles son los valores más adecuados de presión arterial y temperatura para alguien de tu edad, en reposo?
 - ¿Tendrían los mismos valores después de hacer ejercicio? Elaboren una hipótesis, y luego lleven a cabo el experimento para verificarla.

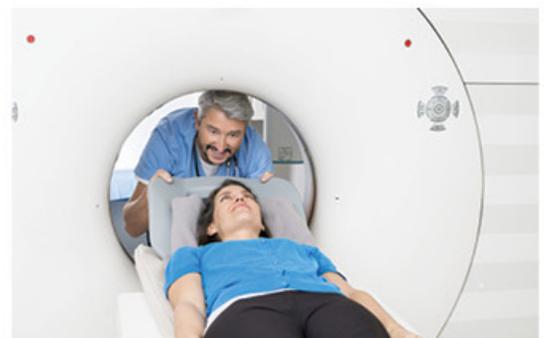


- ▶ Verifiquen en grupo si se cumplió su hipótesis acerca de los valores de la presión después de hacer ejercicio.
 - ¿Cómo funciona el termómetro analógico? Recuerden los conceptos estudiados de calor y temperatura.
- ▶ Investiguen cómo funciona un baumanómetro y corroboren su información con la investigada por el resto del grupo para que puedan elaborar una explicación y guárdenla en su Itacate de evidencias.

Es notable la forma en que los desarrollos tecnológicos aplicados al campo de la medicina han propiciado el avance en el estudio y tratamiento de muchas enfermedades que antes eran desconocidas o incurables. En la actualidad se detectan tumores, infartos y la densidad de los huesos en el cuerpo humano mediante el empleo de métodos no invasivos, es decir, sin necesidad de hacer una cirugía o una **biopsia** al paciente.

Uno de estos métodos es la medicina nuclear, un conjunto de procedimientos en los cuales se emplean pequeñas cantidades de materiales radiactivos que se introducen al cuerpo, generalmente a través de una inyección. Los núcleos atómicos de estos materiales emiten rayos gamma, de manera que el paciente se coloca en una cámara especial que detecta y captura esta radiación, para luego convertirla en imágenes.

Cuando el tejido está sano, las imágenes se ven brillantes, pero si está muerto o recibe poca irrigación sanguínea se aprecian zonas oscuras. Las imágenes obtenidas a través de la medicina nuclear se emplean para obtener datos en diferentes especialidades médicas. Por ejemplo, el neurólogo puede confirmar o rechazar hipótesis acerca de la presencia y dimensiones de tumores cerebrales, y el cardiólogo puede ubicar la zona donde se encuentra el tejido cardiaco de un paciente con **cardiopatía isquémica** que pudiera no ser detectada por otra prueba de diagnóstico. **32**



32 Esta mujer se somete a un estudio de medicina nuclear en una gammacámara, a solicitud de su médico. El objetivo es encontrar el sitio exacto de la obstrucción que le provoca dolor en el pecho y fatiga extrema.

Tecnología y salud

La ciencia ha sido muy importante para el desarrollo tecnológico y éste ha favorecido, a su vez, grandes avances en la ciencia con la fabricación de productos basados en fenómenos físicos que aprovechamos en la vida cotidiana.

La luz ultravioleta se utiliza para esterilizar agua y materiales empleados en cirugías, pues mata gérmenes sin alterar los objetos. Los calentadores domésticos están diseñados para emitir ondas infrarrojas, que no detectamos con la vista, pero que transfieren energía térmica al cuerpo cuando necesitamos calentarnos durante el invierno.

El microscopio óptico permite conocer, por ejemplo, la estructura de las células e identificar virus y bacterias causantes de muchas enfermedades. El descubrimiento de la actividad eléctrica del corazón impulsó el desarrollo del electrocardiógrafo, un gran apoyo para el diagnóstico y la prevención de enfermedades del corazón. 33

33 El electrocardiograma es la imagen gráfica que genera el electrocardiógrafo, un instrumento que detecta la actividad eléctrica del corazón. Este aparato fue perfeccionado por Willem Einthoven, en 1901, quien ya había identificado varios pulsos o señales eléctricas provenientes de diferentes partes del músculo cardíaco.



El aparato de rayos X de Röntgen hizo posible capturar imágenes de los huesos gracias a esta radiación que es de mayor energía que la luz visible. Sin embargo, esta longitud de onda no traspasa los huesos craneales, ni permite valorar detalles de los tejidos, de manera que había que buscar otra forma de estudiar el cerebro y los demás órganos sin hacer una trepanación del cráneo o una incisión en cualquier otra parte del cuerpo sin conocer el área precisa.

Este problema se ha resuelto a lo largo de los años. Por un lado, se desarrolló la tomografía computarizada, que usa un aparato de rayos X capaz de proporcionar capturas por secciones del cuerpo y dar imágenes computarizadas más específicas, que luego se unen para dar proyecciones en tres dimensiones.

Utilizo las TIC

Conoce la semejanza entre el sistema cardiovascular y un sistema hidráulico:

cmed.mx/FIS2117



Algo muy novedoso de esta técnica es el empleo de sustancias como yodo o **bario** para visualizar, mediante tomografías, los tejidos blandos que no se ven con rayos X.

Una desventaja de estos estudios es que no se pueden hacer frecuentemente porque la exposición constante a la radiación ocasiona cáncer y quemaduras. Es probable que los fetos expuestos a rayos X en el vientre materno tengan afectaciones graves en los tejidos, malformaciones e, incluso, la muerte.

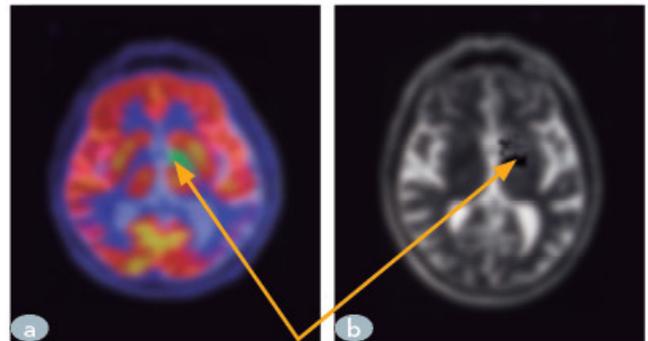
Por otro lado, en 1963 se construyó la primera "máquina de centelleo" o gammacámara capaz de detectar radiación proveniente de sustancias con átomos inestables introducidos al cuerpo, cuyos núcleos emiten rayos gamma, y que tienen menos efectos dañinos en la salud que los rayos X. ³⁴

El ultrasonido es un procedimiento seguro que utiliza ondas sonoras y que permite generar imágenes del interior de tejidos y órganos a partir del patrón de los ecos que se producen; esto es de gran apoyo para el médico quien necesita saber cómo es la circulación de la sangre a través de arterias y venas en el abdomen, en brazos, piernas, cuello o cerebro, o dentro de varios órganos del cuerpo como el hígado y los riñones. Esta técnica puede emplearse en niños.

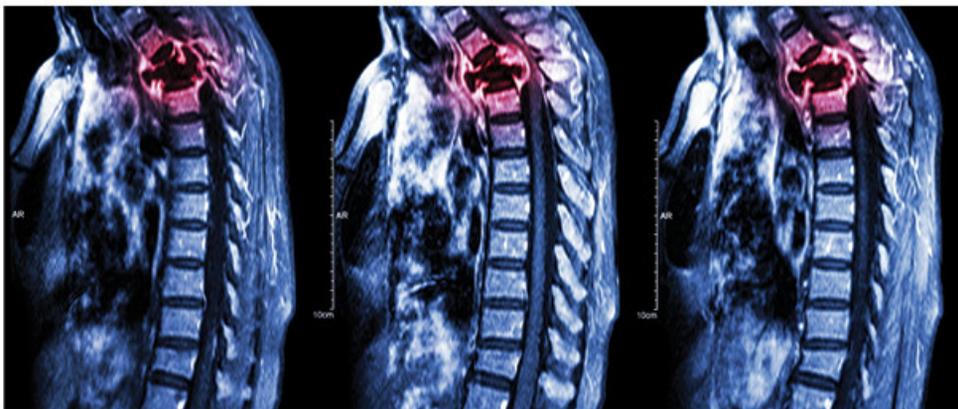
Otros desarrollos tecnológicos en el área de la salud son la resonancia magnética (RM) y la tomografía (PET), que son técnicas disponibles entre las posibilidades que la tecnología ofrece a la humanidad para el diagnóstico, monitoreo y tratamiento de las enfermedades. ³⁵

GLOSARIO

Bario. Elemento químico del grupo de metales alcalinotérreos, es de color plateado, tiene una baja densidad y se encuentra en estado sólido.



³⁴ Paciente con infarto cerebral. a) Gammagrafía, técnica de medicina nuclear y b) tomografía computarizada.



³⁵ Imagen computarizada de una fractura del hombro izquierdo obtenida por **resonancia magnética**, una técnica que emplea un campo magnético, ondas de radio y una computadora para producir fotografías de estructuras internas del cuerpo. Este procedimiento ordena los campos magnéticos de los átomos en la dirección de un campo magnético externo; esta alineación es alterada por las ondas de radio y se emite radiación, esta señal se registra en una computadora y así la imagen se reproduce.

Leo +

Conoce más acerca de la cardiopatía isquémica y de las pruebas diagnósticas que se realizan para su detección y tratamiento en:

Cardiopatía isquémica. (2017). Isquemia.org, disponible en:

cmed.mx/FIS2118



Describo los principios básicos de las técnicas radiológicas.

1. Consulten, en equipo, en diferentes fuentes de información como libros, revistas de divulgación científica y sitios electrónicos, para responder:
 - ¿Cuáles son los tipos de radiación que se emplean en las ciencias médicas?
 - ¿Para qué se utilizan?
 - ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de emplear radiaciones en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades?
2. Diseñen una infografía con la información obtenida, usen material reciclable, o bien algún programa informático para hacer presentaciones y gráficos.
3. Comenten lo que sienten al constatar algo que todos tienen en común:
 - La oportunidad de estar vivos.
 - La responsabilidad de cuidar de su salud.
4. Compartan su infografía con el grupo para recibir retroalimentación.
5. Registren sus conclusiones sobre la relación entre tecnología y salud. Guárdenlas en su Itacate de evidencias.

El dar y recibir una **retroalimentación constructiva** sobre los contenidos de tu trabajo es una oportunidad para la **mejora continua**.

Leo +

Explora diferentes técnicas para obtener imágenes del cerebro en:

Reynoso, Carlos. (2017). *Cómo ver el cerebro*. Cienciorama, DGDCUNAM, disponible en:

cmed.mx/FIS2119



- ¿Cuáles son las técnicas radiológicas en las que el paciente recibe radiación de una fuente externa?
- ¿Por qué las técnicas con radiofármacos se consideran no invasivas?
- ¿Qué impacto ha tenido la tecnología en la ciencia y viceversa?

Medios de contraste para ver mejor



La angiografía o coronariografía es una técnica de diagnóstico que requiere introducir un catéter, una manguera sumamente delgada y flexible, en una arteria para visualizar la circulación sanguínea en una placa de rayos X empleando un **medio de contraste**. ³⁶

Para apreciar la circulación cerebral, el médico realiza un corte en la arteria femoral ubicada en la parte superior de la pierna (zona de la ingle) y la sustancia introducida avanza desde la arteria femoral a una de las cuatro arterias del cuello que van al cerebro. Algunas personas son sensibles al yodo; una de las sensaciones más frecuentes en los pacientes sometidos a una angiografía es un sabor metálico breve en la boca y una sensación de calor en todo el cuerpo.

³⁶ Los vasos sanguíneos no se aprecian en una radiografía, pero cuando se agrega al torrente sanguíneo un medio de contraste que contiene yodo, el organismo proyecta una especie de sombra que se captura en una imagen de rayos X. Esta técnica tiene cierta similitud con la proyección de una sombra en la pared al sostener una linterna.

GLOSARIO

Medio de contraste.

Sustancia que se introduce al cuerpo para mejorar la visibilidad de estructuras o fluidos dentro de él.



Protección radiológica

El efecto de la radiación en el cuerpo humano varía acorde con la longitud de onda de cada tipo de radiación, aun cuando el organismo haya absorbido la misma dosis. Por esta razón, vale la pena distinguir entre dos tipos de radiación:

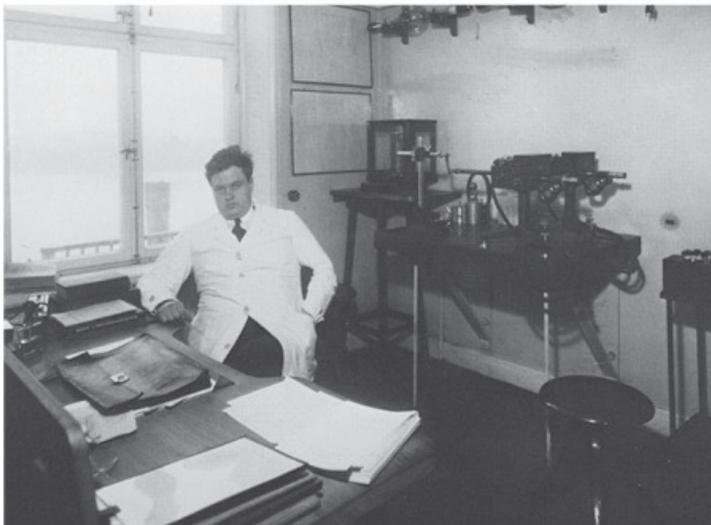
Radiación ionizante. La materia absorbe esta energía radiante quitando electrones de los átomos del material irradiado, convirtiéndolos en iones positivos. Esto ocurre con longitudes de onda mayores a la de la luz ultravioleta, por ejemplo, los rayos X o los gamma.

Radiación no ionizante. La energía de los fotones no altera el número de electrones de los átomos. Incluye los rayos ultravioletas, la luz visible, la luz infrarroja, las microondas y las ondas de radio.

La radiación absorbida por un material se mide con la unidad grey, que equivale a la absorción de un joule de energía por kilogramo de material irradiado. Pero debido al daño que produce la radiación en los tejidos, se emplea el sievert (Sv), una unidad que se calcula con la dosis absorbida en grey multiplicada por un factor de calidad, que vale 1 para la mayoría de las energías de los rayos X, 10 para neutrones y 20 para partículas alfa. ³⁷

De esta manera, se obtienen diferentes valores según el tipo de tejido, así los pulmones, la espina dorsal, los intestinos y el cristalino del ojo resultan los órganos más sensibles.

De acuerdo con la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), que es el organismo internacional encargado de procurar las normas de seguridad en el manejo de radiación, el límite de dosis anual en el público general debe ser de 1 milisievert (mSv), y para quienes trabajan con radiación, la dosis se limita a 100 mSv en cinco años.



³⁷ El físico sueco Rolf Sievert trabajó intensamente en los hospitales de su país natal para medir los efectos de la radiación ionizante empleada en el diagnóstico y en el tratamiento del cáncer.

Utilizo las TIC

En este recurso interactivo selecciona diferentes estructuras anatómicas del cuerpo y observa las imágenes obtenidas con varias técnicas:

cmed.mx/FIS2120

Leo +

Reconoce los hechos clave de las radiaciones ionizantes en:

OMS. (2016). *Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección*, disponible en:

cmed.mx/FIS2121



Recapitulo

Evalúo mi aprendizaje



Revisa tu **Itacate de evidencias** antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

1. La temperatura corporal y la presión arterial son dos señales fisiológicas que se miden con el termómetro y el baumanómetro que proporcionan datos básicos para explorar el estado de salud de una persona.
2. Los rayos X se usan para tomar placas fotográficas del cuerpo humano, especialmente de los huesos. La tomografía computarizada logró mejorar la calidad de las imágenes al emplear medios de contraste que permitieron visualizar órganos.
3. La exposición a la radiación ocasiona daños a la salud si se realiza de manera prolongada o intensa, por lo que deben tomarse medidas de protección.
4. La medicina nuclear emplea radionúclidos que se introducen al cuerpo para ser detectados durante su paso por los tejidos.
5. En las técnicas de imagenología se emplean diferentes longitudes de onda para generar imágenes del cuerpo humano. Entre ellas están las ondas sonoras, rayos X, rayos gamma, luz visible y otras ondas electromagnéticas para obtener imágenes.
6. El sievert (Sv) es la unidad de medida de la radiación ionizante absorbida en los tejidos. Se calcula con la dosis absorbida en grey multiplicada por un factor que depende del tipo de radiación.

- I. Elabora un esquema de los desarrollos tecnológicos aplicados en el campo de la salud a lo largo de esta lección. Incluye los siguientes aspectos:

- Magnitudes físicas que pueden medirse con los aparatos médicos mencionados en esta lección.
- Principios básicos del funcionamiento de cada uno.
- Cómo contribuye la física al desarrollo de esta tecnología.

- II. Responde las siguientes preguntas.

1. ¿Cuáles son los riesgos de tomar una radiografía a mujeres embarazadas?

2. Explica qué es una radiación no ionizante y da un ejemplo de ésta.

3. ¿Por qué se considera que la angiografía es una tecnología de diagnóstico invasiva?

4. ¿Qué cuidados deben tenerse al exponer a un paciente a la radiación? Argumenta tu respuesta.

- III. Lee nuevamente el epígrafe de esta lección y entra a la siguiente liga electrónica:

cmed.mx/FIS2122

- ¿De qué manera se aplica el epígrafe de Platón al par de jóvenes mexicanos que desarrollaron un brasier para detectar el cáncer de mama? Sustenta tu respuesta.

- IV. Compara, en pareja, tu esquema y tus respuestas; acuerden las modificaciones y correcciones necesarias. Comuniquen al resto del grupo sus resultados y lleguen a acuerdos.

Logro ir **más allá**

Los avances tecnológicos en el área de la salud son asombrosos. Los desarrollos vinculados con la inteligencia artificial (IA) permiten interpretaciones más precisas que están presentes, incluso, en dispositivos móviles.



Identifico avances tecnológicos en la ciencia.

1. Busquen en internet el artículo "10 avances tecnológicos que pueden cambiar la medicina", en la liga: cmed.mx/FIS2123, que forma parte de los tuits de inicio de Módulo, y con lo que aprendieron en esta lección dialoguen para responder:
 - ¿Qué adelantos tecnológicos les parecen que son los más importantes en el campo de la medicina? ¿Por qué?
 - ¿Qué principios básicos de la física es importante conocer para comprender cómo funcionan estos adelantos tecnológicos?
 2. Investiguen qué es la inteligencia artificial y describan cómo se aplica en medicina.
 3. Concluyan en torno a los siguientes aspectos:
 - ¿Cómo apoya la tecnología en el diagnóstico de enfermedades? Mencionen tres ejemplos.
 - ¿La tecnología resuelve todos los problemas de salud? ¿Por qué?
 - ¿Cómo contribuye la tecnología al desarrollo de nuevos tratamientos?
 - ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de radiación en los métodos de diagnóstico?
 4. Comparen sus conclusiones con las de otros equipos y valoren las que consideren más adecuadas.
-  ► Expliquen de qué manera los desarrollos de memorización remota y los sensores portátiles para el cáncer pueden contribuir a la llamada Telemedicina si es de su interés, trabajénlo en forma de proyecto colaborativo.



L24

¿A poco vivían sin internet?

*Te mando señales de humo como un fiel apache,
pero no comprendes el truco y se pierde en el aire.
Te mando la punta de un beso que roza la tarde,
y un código morse transmite el "te quiero"
de un ángel y se pierde en el aire.*

JUAN LUIS GUERRA



38 Una herencia de las civilizaciones antiguas son las señales de humo, que en la actualidad se usan como señales de auxilio.

Nuestros antepasados emplearon diversas estrategias para la comunicación a distancia, como silbidos, sonidos de tambores, señales de humo, antorchas y banderas. 38 El mensaje en clave emitido generalmente desde algún punto alto (torre, colina, faro, mástil) y era reconocido por un receptor ubicado en otro punto lejano. Por ejemplo, las antorchas se usaban para solicitar y otorgar permiso a los barcos que pasaban frente al faro de algún puerto.

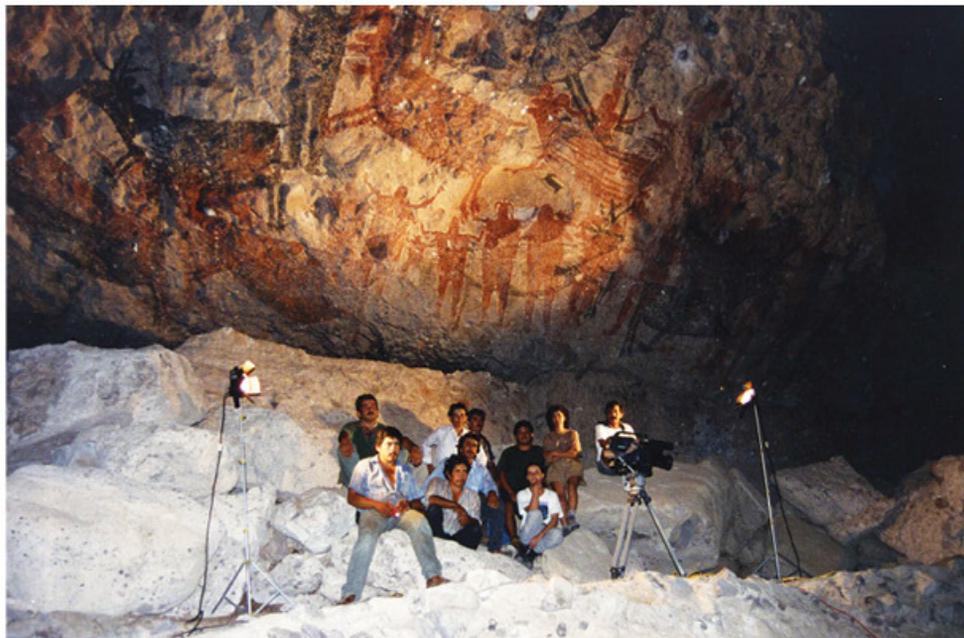
Algunos mensajes eran transmitidos en cadena, como sucedía con la red de centinelas apostados en cientos de torres a lo largo de la muralla china. De esta manera, el emperador podía saber en unas horas sobre la presencia de ejércitos enemigos, o de algún suceso importante fuera de la ciudad, lo cual era un récord, ya que no había automóviles ni electricidad, y mucho menos, internet.

Muchos años antes de la era de los mensajes de texto, la comunicación era muy diferente. Aun con la ayuda de caballos, palomas mensajeras y señales a distancia, podían pasar semanas antes de que llegara el mensaje a un ser querido. Con el tiempo, se pudieron compartir ideas gracias al desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación.



Nuestra especie ha evolucionado con éxito. Desarrolló primero el lenguaje oral, luego el lenguaje escrito y después produjo diversas estrategias para comunicar sus ideas en tiempo real, a pesar de la distancia y el tiempo.

El neandertal no tuvo la misma fortuna evolutiva, aunque fue un homínido que llegó a Europa antes que el *homo sapiens*. No obstante, ambos nos han dejado vestigios culturales de su existencia en pinturas rupestres encontradas en cuevas de varias partes del mundo, incluido México. Esta forma de comunicación ha trascendido la distancia y el tiempo. 39



39 Esta pintura rupestre se encuentra en la cueva La Pintada, Sierra de San Francisco en Guerrero Negro, Baja California Sur; transmite no sólo información, sino también emociones, otra forma de comunicar mediante el arte. ¿Qué sientes al verlas?, ¿qué te hace diferente a las personas que la pintaron?

Identifico cambios tecnológicos en las comunicaciones en mi historia cercana.



1. Responde:

- ¿Sabes cómo se comunicaban a distancia tus papás, abuelos y familiares antes de que tú nacieras? Explica.
- ¿Qué estrategia elegirías para conocer de manera directa esa información? Plantea tu estrategia.
- ¿Qué aspecto de la comunicación te interesaría averiguar? Escribe las preguntas que les harías.
- ¿Qué formas de comunicación utilizadas por tus parientes consideras que siguen vigentes?
- ¿Tu estrategia incluyó los avances tecnológicos? ¿Por qué?



- Si las variables tiempo y distancia son importantes en tu estrategia, explica cómo las mediste.
- Concluye, en pareja, acerca de las implicaciones de las formas de comunicación de nuestros antepasados, con respecto a la de tus familiares y la tuya.

Desarrollo tecnológico y cambio social: industria y transporte

Viajar en avión, poner satélites en órbita, transportarse en trenes de alta velocidad o simplemente andar en automóvil son maneras de recorrer grandes distancias en muy poco tiempo. Pero esto no fue siempre así. ¿Cuánto tiempo en promedio implicaba viajar 50 kilómetros hace dos o tres siglos?, ¿qué transportes se empleaban?, ¿cuál consideras que era la velocidad promedio?



40 Los profesionales del transporte de mercancías eran los arrieros, quienes movían su carga por los caminos "de herradura". Las personas viajaban en carruajes tirados por caballos que se movían por caminos de tierra que conectaban poblaciones.



41 Esta nueva etapa en la historia tuvo consecuencias en las condiciones de vida de las familias debido, entre otras cosas, a la desaparición de muchos oficios tradicionales.

Responder estas preguntas revela cuánto se ha avanzado con el desarrollo tecnológico de materiales, mecanismos de propulsión, artefactos de transformación de energía, de medición de distancias y tiempos, todo ello producto del conocimiento aportado por la física.

Durante muchos siglos, los viajes de personas y mercancías ligeras por vía terrestre se efectuaban sobre el lomo de mulas, camellos o caballos, como aún ocurre en muchas partes del mundo y en México, y también sobre carretas con ruedas de madera. 40

La carga pesada se transportaba en embarcaciones de diferentes dimensiones según si la travesía se realizaba por ríos, mares u océanos. Las carabelas españolas llegaban a transportar 300 toneladas de materiales, que había que cargar y descargar en naves más pequeñas para surcar los ríos en dirección opuesta al mar. No es extraño que la sede de muchas monarquías e imperios estuvieran asentadas en las riberas de los ríos.

Con la aparición de la máquina de vapor en el siglo XVIII surgió la Revolución industrial, un periodo de avance espectacular tanto en la reducción del tiempo de fabricación de productos, como en el costo de su transportación. Así, los barcos y trenes de vapor movieron cantidades enormes de productos y personas en menor tiempo. El surgimiento de nuevas formas de producción originó el capitalismo con consecuencias positivas y negativas. 41



Análisis de las aportaciones de la física al desarrollo tecnológico.

1. Lean, en equipo, el siguiente texto, investiguen y diseñen una línea del tiempo ilustrada en la que describan qué conocimientos de la física ayudaron a estos desarrollos tecnológicos; consideren las fechas desde el desarrollo más antiguo hasta el más moderno.

Con las máquinas inició la fabricación en serie de productos y la aparición de servicios que redujeron el precio de las mercancías. ¿Cómo competir con esto? Sastres, arrieros, zapateros, fabricantes de tela y algunos comerciantes migraron a las ciudades para ganarse la vida como obreros en las fábricas o empleados de los transportistas.

NOTA

Revisen las lecciones anteriores para identificar los conceptos físicos.

Los motores de gasolina, cuyo proceso de combustión interna era más eficiente que la quema de carbón para producir vapor de agua, motivó a los amos del vapor a cambiar su tecnología. Quienes no fueron capaces de aprovechar los conocimientos de la ciencia para innovar, se incorporaron de una manera diferente en las nuevas estructuras de producción.



Henry Ford desarrolló un vehículo impulsado por un motor de gasolina. Cuando los automóviles salieron al mercado surgieron grandes industrias asociadas, como las refinerías de petróleo, siderúrgicas, vulcanizadoras de hule y la industria del transporte de pasajeros.

A principios del siglo XX la electricidad llegó a más personas gracias al artefacto inventado por Nikola Tesla para generar corriente alterna. Con la implementación del teléfono, la radio y la televisión se crearon nuevas industrias como las fábricas de cable, de aislantes eléctricos, de tableros de control, de transformadores de voltaje; también surgieron otras actividades productivas, como la industria de la publicidad y del entretenimiento, que cambiaron la forma de vida de la sociedad.



- Ubiquen en su línea del tiempo en qué momentos existe participación de científicos e ingenieros mexicanos.
 - En su opinión, ¿qué se necesita para que haya más científicos mexicanos? Compartan sus opiniones con otros equipos y lleguen a una conclusión grupal.

El desarrollo actual de los países depende en buena medida de sus industrias, medios de comunicación y capacidad para interactuar armónicamente con la Naturaleza. La calidad de vida no sólo tiene que ver con la industrialización que genera bienes y servicios, sino con los hábitos de consumo y con el manejo responsable de los materiales de desecho que han contaminado el planeta. ¿Qué haces al respecto?



Empleo y analisis diferentes patrones de longitud, masa y tiempo para valorar su importancia en la vida cotidiana.

1. Lleva a cabo, en equipo, el siguiente experimento.

Material

- Metro de madera, cinta de medir o flexómetro.
- Cronómetro.
- Tablas de las unidades fundamentales y derivadas más usuales en física.

Procedimiento

- a. Midan y registren la longitud del salón de clases con dos unidades diferentes: el metro y el pie de un integrante del equipo. Primero despejen el camino de la trayectoria rectilínea que van a medir.
- b. Inventen un patrón de tiempo y pónganle un nombre. Usen su creatividad con los recursos disponibles. Cuando estén listos realicen el paso c.
- c. Midan, con el cronómetro y el patrón que crearon simultáneamente, por turnos el tiempo que tarda cada uno de ustedes en recorrer la longitud medida en el paso a.
 - Traten de imitar la frecuencia de pasos del primero que camine.
 - La medición de tiempo por ambos métodos debe ser simultánea. Es importante que se coordinen muy bien por turnos antes de iniciar cada medición.

Registro de datos

2. Anoten los datos obtenidos en un cuadro para poder analizarlos.

Análisis de resultados

3. Reflexionen, en plenaria, sobre los resultados obtenidos:

- a. Escriban la equivalencia entre:
 - Un pie de uno de ustedes y un metro.
 - Un segundo y una unidad del patrón de tiempo que inventaron.
- b. Evalúen los patrones de tiempo inventados por los equipos.
 - ¿Cuál es el más preciso?
 - ¿Cuál es el más ingenioso?
- c. Expliquen cuáles son las variables que afectan la medición del tiempo:
 - Al medir con el cronómetro.
 - Al medir con su propio patrón de tiempo.
- d. Expliquen si obtendrían el mismo valor de la longitud del salón al utilizar el pie de otro integrante del equipo.

4. Guarden individualmente, en su Itacate de evidencias, sus respuestas y conclusiones acerca de la importancia histórica de haber unificado los diferentes patrones de medida.



- ¿Cuáles son las ventajas y las desventajas de usar un patrón de medida no convencional?
- Algunas personas consideran que el Sistema Internacional de Unidades (SI) contribuyó a la equidad y a la prevención de conflictos en la humanidad. ¿A qué pueden referirse?

Comunícate de manera clara y asertiva con el propósito de apoyar a tu equipo.



Unificación en las medidas

Actualmente se puede ver desde el teléfono celular cuál es la mejor ruta para llegar más rápido a algún lugar, y luego comprobar si el dato es correcto activando el cronómetro para saber cuánto tardamos en realidad. **42**

Pero no siempre fue así. Medir es una actividad presente en la historia de la humanidad y sigue formando parte importante de la vida cotidiana. ¿Qué es medir? Responde con base en los resultados de la actividad que realizaste en la página anterior.

Medir es comparar una magnitud con otra de la misma especie, llamada unidad patrón. ¿Cuántas unidades patrón utilizaste en la actividad de la página 248? Toda medición tiene tres componentes. Por ejemplo, si alguien tiene una masa de 60 kg, ¿cuáles son los componentes de esta medida?:

- Una cantidad matemática: 60 unidades.
- Una unidad patrón de referencia: kilogramo.
- Una magnitud física o propiedad: masa.

¿Qué componentes tiene la medida de tiempo que obtuviste en la actividad que acabas de realizar?

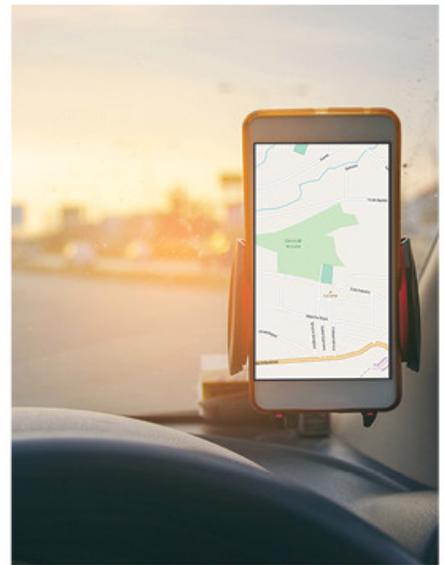
El patrón de masa fue definido en la efervescencia de la Revolución francesa cuando los científicos de la corte, entre ellos Lavoisier, definieron el kilogramo como la masa del decímetro cúbico de agua destilada tomada a la temperatura de su máxima densidad.

Descubro y construyo

Valoro la importancia de medir.

1. Investiga, en pareja, cómo funciona un sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) y comparen el avance que este sistema representa con respecto a otros instrumentos como la brújula que ha sido muy importante desde hace muchos siglos. Si lo requieren retomen su Itacate de evidencias de la Lección 15 del Módulo 2 para repasar las características de este instrumento.
2. Elaboren una lista de situaciones u objetos en los que sea necesario medir alguna variable física en un día cualquiera de su vida:
 - ¿Cuáles son las magnitudes, las unidades y el instrumento de medición empleado?

- ▶ Imaginen que nacieron en la época en que se realizó la pintura rupestre de la cueva La Pintada. Hagan una lista de dos actividades en las que consideren que era necesario medir algo en esa época.
 - ¿Cómo se tomaban esas medidas?
 - ¿Cómo consideran que serán las formas de medición en el futuro? Describan una situación y cómo la medirían.



42 ¿Puedes localizar un sitio en el mapa sin la ayuda de internet?

NOTA

En el Módulo 1 estudiaste que la rapidez está dada por la variación en la longitud por unidad de tiempo.

Utilizo las TIC

Pon a prueba tus conocimientos en:

cmed.mx/FIS2126

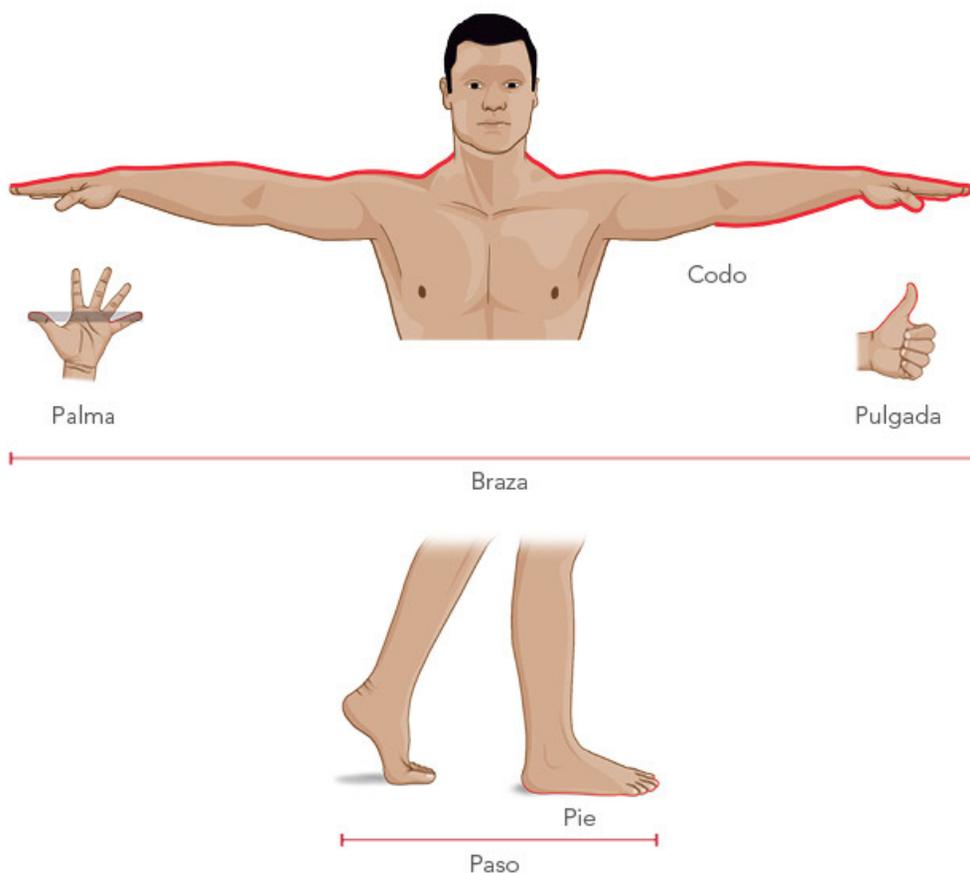
- a. Modifica la trayectoria de los vehículos y observarás las variaciones en el tiempo.
- b. Calcula la rapidez promedio de los vehículos.

Para trabajar con este recurso interactivo se necesita internet.

¿Cómo podrías hacer un experimento similar para mostrar el concepto de rapidez sin usar el internet?

Medir con y sin internet

La distancia se ha medido en leguas, pies, codos, metros y de muchas otras formas. Pero esto dificultaba las transacciones entre pueblos con cultura diferente porque cambiaban sus patrones de longitud, por ejemplo la mano o pie de una persona es diferente de la de otra. ⁴³



⁴³ Medidas de longitud antropométricas, es decir, basadas en el cuerpo humano.

Utilizo las TIC

Consulta en el Centro Nacional de Metrología, cuál es la hora oficial de tu región, de acuerdo con los horarios que existen en la República Mexicana:

cmed.mx/FIS2127

¿Por qué varía la hora en diferentes regiones del país?

¿Qué es un huso horario?

Alguien salía perdiendo siempre, de manera que ésta es una de las razones que llevaron a la unificación métrica en tiempos de Napoleón Bonaparte, para evitar discrepancias en el comercio y en el avance de la ciencia.

El patrón de longitud original consistía en una barra hecha de iridio y platino que aún se conserva en la Oficina de Pesas y Medidas de París. En la actualidad el patrón de longitud es mucho más preciso porque depende de la velocidad de la luz, que es una magnitud constante en el Universo.

El tiempo es una magnitud que surge con la observación de hechos que se repetían con una frecuencia regular. La división del año en estaciones y ciclos lunares permitió a la humanidad anticiparse a los eventos y planear las actividades por venir.



Por ejemplo, los frutos maduraban, las hojas comenzaban a caer, llegaban las lluvias, los ríos aumentaban sus caudales o simplemente, era de día o de noche. Los habitantes de Mesopotamia y luego de Egipto inventaron el reloj solar y concluyeron que el año duraba 365 días. Un inconveniente es que no podían usarlo durante la noche, de manera que midieron cuánta agua caía en un recipiente colocado debajo de una vasija perforada.

Otra medida de tiempo era el pulso que, por cierto, fue empleada por Galileo para determinar que la oscilación de un péndulo depende de la longitud de la cuerda, no de la masa que cuelga. Poco después de su muerte surgieron los relojes de pulso. Actualmente se mide el tiempo con base en la emisión de partículas que tiene lugar en el **isótopo** de cesio, que es un metal blando, ligero y de bajo punto de fusión que se encuentra en la Naturaleza.

Como puedes apreciar, existe un acuerdo común para que los patrones sean estables en todo el mundo de modo que la medición sea la misma, independientemente de quién la haga.

En la física se han escogido ciertas unidades en particular como las más adecuadas para ser el patrón universal de medición. No significa que sean las únicas unidades posibles, pero sí es un acuerdo que ha resultado conveniente no sólo a los científicos, sino en la vida práctica. Este conjunto de unidades se conoce como Sistema Internacional (SI).

Algunas magnitudes se pueden medir directamente, como la distancia, la masa o el tiempo, mientras que otras, como la aceleración, requieren de mediciones indirectas y de hacer cálculos con ellas. Para las primeras magnitudes se emplean las llamadas unidades fundamentales, y para las segundas, las unidades derivadas.

La aceleración, es una magnitud derivada, cuya unidad en el SI es m/s^2 . Entonces la unidad de la aceleración es una unidad derivada de unidades fundamentales de distancia y tiempo.

La ciencia y la tecnología se determinan mutuamente, es decir, una influye a la otra. En el caso de las mediciones, el avance tecnológico ha permitido tener una gran precisión debido a que se toman patrones muy estables, como la velocidad de la luz, para la longitud, y el decaimiento regular y muy lento de isótopos radiactivos como patrón de tiempo.

En la actualidad, existen diferentes aplicaciones para dispositivos móviles que se descargan de internet y que permiten medir muchas variables, tales como la presión arterial, la frecuencia cardíaca, el número de pasos al caminar, la distancia entre dos ubicaciones en un mapa, el tiempo de traslado, los niveles de glucosa, en fin.

Las maneras de medir las variables físicas quizá se irán modificando hacia procedimientos más complejos, lo cierto es que siempre será necesario medir para conocer las características de muchos objetos y fenómenos físicos.

GLOSARIO

Isótopo. Es el átomo de un mismo elemento químico, cuyo núcleo tiene una cantidad diferente de neutrones, y por lo tanto, presenta diferente masa que el elemento.

Leo +

Averigua cuándo ingresó México a la Convención del Metro, derivada de la Oficina de pesos y medidas de París:

CENAM. (2018). *Resumen de la historia del kilogramo*, disponible en:

cmed.mx/FIS2128



Recapitulo

- Desde la prehistoria se advierte la necesidad del ser humano por buscar mecanismos de comunicación. A lo largo de los siglos se han desarrollado estrategias que dan cuenta de la dinámica de la sociedad de cada época.
- Las formas de producción tradicionales se han visto afectadas por los nuevos desarrollos tecnológicos en cada época, de manera que se crean nuevas necesidades que afectan a unos y benefician a otros.
- El desarrollo actual de los países depende en buena medida de la calidad de sus industrias, de sus medios de comunicación y de su capacidad para interactuar armónicamente con la Naturaleza, pues la industrialización y los hábitos de consumo han contaminado el planeta.
- El avance tecnológico ha permitido la creación de patrones de medida estables y precisos, como la velocidad de la luz para la longitud y el decaimiento regular de isótopos radiactivos como patrón de tiempo.

Evalúo mi aprendizaje



Revisa tu **Itacate** de evidencias antes de realizar tu evaluación.

Hilvana las ideas de la sección **Recapitulo** para que expliques, en una breve narración, lo que aprendiste. Plantea tus dudas y elige con quién dialogar para aclararlas.

- Relaciona las columnas y explica si tienen importancia, o no, para tu vida cotidiana los desarrollos tecnológicos y conceptos que se enumeran.

a. Es una unidad de longitud.	<input type="checkbox"/>	Cronómetro
b. Magnitud física.	<input type="checkbox"/>	Red social
c. Instrumento de medición.	<input type="checkbox"/>	Tiempo
d. Componente de una medición.	<input type="checkbox"/>	Máquina de vapor
e. Regula las medidas universales.	<input type="checkbox"/>	Pie
f. Empleaba carbón para calentar agua en la caldera.	<input type="checkbox"/>	Sistema Internacional de Unidades
g. Comunidad de usuarios en la web que intercambian información personal y contenidos multimedia.	<input type="checkbox"/>	Unidad

II. Selecciona la opción adecuada.

- Una diferencia entre una magnitud y una unidad es que:
 - Toda magnitud se expresa con una sola unidad.
 - Son conceptos físicos equivalentes.
 - La magnitud es la propiedad que se mide, la unidad expresa el patrón de medida.
- Es una unidad no convencional del tiempo:

a. pulso	b. cronómetro	c. escalímetro
----------	---------------	----------------

III. Clasifica los siguientes conceptos en la columna que corresponda:

Temperatura, pulgada, volumen, kilogramo, longitud, metro cúbico, grados celsius, pie, masa, libra.

Magnitudes	Unidades

IV. Explica

- Describe tres desarrollos tecnológicos que hayan transformado la vida en sociedad.

- En el epígrafe de esta lección se utilizan palabras que se refieren a formas de comunicación antiguas, señales de humo y código morse, como recursos literarios para expresar que su mensaje no ha sido captado por la persona amada y se "pierde en el aire".

- Envía un mensaje en código Morse. A falta de telégrafo, sustituye los puntos y rayas por sonidos. ¡Comienza con tu nombre!
- Comunica tus respuestas, aclara dudas y corrige lo necesario.

A ---	J ----	S ...
B ---	K ---	T -
C ---	L ---	U ---
D ---	M --	V ----
E ·	N -	W ---
F ---	O ---	X ----
G ---	P ----	Y ----
H ---	Q ----	Z ----
I ··	R ---	



- Revisa, con una pareja, tus respuestas. Corrijan y compartan con el grupo.

Logro ir **más allá**



A principios de este siglo podíamos vivir sin un “clic” y hoy el internet es indispensable en nuestra vida diaria. Entre las aplicaciones más solicitadas se encuentran los buscadores, que apenas cumplirán 20 años de existencia en la próxima década. La dependencia a los dispositivos móviles está siendo reconocida por los grandes consorcios tecnológicos.

Analizo el concepto de bienestar digital.

1. Lean el artículo que aparece en la siguiente dirección electrónica: cmed.mx/FIS2129, si no tienen internet en el momento que lo requieren, soliciten al maestro que se los imprima.
 - ¿Qué se intenta expresar con el término “salud digital”?
 - ¿Qué herramientas y funciones se están lanzando para que la gente se enfoque en lo que más le importa y emplee menos horas conectado?
 2. Dibujen un diagrama en el que expresen su opinión con respecto a las ventajas y desventajas que tiene el uso del internet, en los siguientes aspectos:
 - Educación
 - Relaciones humanas
 - Entretenimiento
 - Conocimiento
 - Transacciones comerciales
 3. Expongan su trabajo en el periódico escolar.
-  ▶ Expliquen por qué los recordatorios de pausa que enviará la empresa descrita en el artículo pueden contribuir a la salud digital.

Reconoce tus emociones

Selecciona uno de los epígrafes con que inicia cada lección, el que más te haya gustado; transcríbelo aquí:

Describe las emociones y reflexiones que te provoca.

- ¿De qué forma te identificas con lo que expresa?
- ¿Puedes relacionarlo con otros epígrafes a partir del interés que provocó en tí?

Explica, a partir de tus ideas y emociones, el contenido del epígrafe con tus propias palabras. Compártelo con alguien que le podría interesar.

Compara la idea que desarrollaste y explica si tiene relación con el contenido de alguna lección.

La vida de los autores de cada epígrafe es relevante; conócela en: **¿Quiénes lo dijeron?**, en el Apéndice.

La autora de la siguiente idea es Émilie du Châtelet (1706-1749):

El amor al estudio es, de todas las pasiones, la que más contribuye a nuestra felicidad.

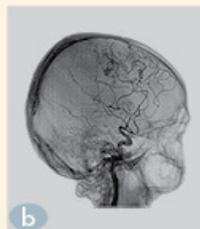
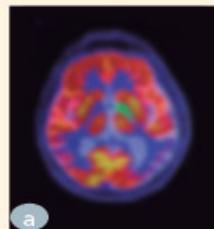
- ¿Coincides con ella?
- ¿Por qué?

I. ¡Pon a prueba tus conocimientos!

- Indica si las afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F). Argumenta tu respuesta en cada caso.
 - La mecánica cuántica se aplica a nivel de objetos masivos del Universo, como planetas y estrellas. ()
 - La superposición se refiere a que las partículas más pequeñas de la materia pueden tener varios estados al mismo tiempo. ()
 - Los neutrones son partículas subatómicas con carga positiva. ()
 - Para conocer el origen del Universo, los astrónomos exploran galaxias elípticas, en cuyo interior se localizan las estrellas más antiguas. ()
 - Se dice que las estrellas son una fábrica de material cósmico porque en su interior se llevan a cabo reacciones de fusión nuclear en las que se forman átomos más pesados. ()

II. Selecciona la opción adecuada. Justifica cada elección.

- ¿Cuál de las siguientes imágenes del organismo corresponde a una angiografía? Explica la diferencia entre las técnicas de imagenología.



- En relación con la formación del Universo, ¿cuál de los siguientes acontecimientos ocurrió primero?
 - Formación de planetas, asteroides.
 - Condensación de masa que dio lugar al Sol.
 - Generación del disco protoplanetario.
 - Aparición de la Vía Láctea.
- ¿Cuál es la diferencia entre un telescopio óptico y un radiotelescopio?
 - El radiotelescopio capta ondas de radio, y el óptico capta imágenes de luz ultravioleta.
 - El radiotelescopio detecta luz visible y el telescopio óptico detecta ondas sonoras.
 - Ambos desarrollos tecnológicos detectan el mismo tipo de radiación.
 - La diferencia radica en el diámetro del tubo de cada telescopio.
- Es necesario colocar transformadores en los tendidos eléctricos de las calles, debido a que:
 - Son generadores de energía eléctrica.
 - Transforman energía cinética en eléctrica.
 - Estabilizan la energía cuando ésta fluctúa.
 - Modifican la intensidad de energía a demanda.



III. Relaciona las columnas, después, plantea preguntas a un integrante del grupo sobre dos de los conceptos para que los analicen y verifiquen si los comprendieron.

- | | | |
|---|-----|-------------------------------------|
| a. Aborda la interacción entre cargas en función de la distancia. | () | Campo eléctrico |
| b. Se obtiene electricidad muy barata pero con alto costo ambiental. | () | Alternador |
| c. Transforma la energía cinética en energía eléctrica. | () | Termoeléctrica |
| d. Principio de funcionamiento de un alternador o generador. | () | Red social |
| e. Región de influencia de una carga. | () | Neuronas sensitivas |
| f. Aumenta o disminuye la energía eléctrica. | () | Diferencia de cargas en la membrana |
| g. Forma eficiente de obtención de energía eléctrica. | () | Inducción electromagnética |
| h. Potencial eléctrico. | () | Ley de Coulomb |
| i. Estructuras celulares que reciben estímulos del exterior. | () | Nucleoeléctrica |
| j. Comunidad de usuarios en la <i>web</i> que intercambian información. | () | Transformador |

IV. Completa el cuadro para tu Itacate con la información que falta.

6. Consulta diferentes fuentes de información y cítalas para analizar y explicar brevemente los conceptos de la física que se requirieron para su desarrollo y agregar los inventos que faltan.

Fecha	Formas de comunicación y su descripción	Fecha	Formas de comunicación y su descripción
150 a.n.e.	Señales de humo. El código del mensaje se basa en:	301-800	Escritura. Mensajes con caracteres en piedra y luego en papiro, papel y corteza de árbol (amate, en Mesoamérica):
	Palomas mensajeras:	255	Correo postal:
1440	Imprenta. Invento de J. Gutenberg. Permitió la masificación de la palabra escrita mediante su publicación:	1836	Telégrafo eléctrico:
1873	Máquina de escribir. Creación de empleos para mujeres mecanografistas. Patentes previas, el linotipo:	1876	Teléfono. La primera llamada interoceánica se realizó en 1915. Se compone de:
1894	Radiocomunicación. G. Marconi construyó sistemas de comunicación inalámbrica que consistió en:		Televisión:
	Módem:	1964	Procesador de texto. Programa informático que sustituyó a la máquina de escribir:
1965	Correo electrónico:	1969	Internet:
	Mensaje de texto. El primer mensaje fue "Merry Christmas" y lo hizo F. Hillebrand. En 1992 permitió palabras de 160 caracteres:	1990	Buscadores de información. con base en criterios de búsqueda:
1994	Wikis. La palabra <i>wiki</i> significa:	1996	Video mensajes, video-chat y videojuegos en línea:
	Red social:	2011	Colaboración en línea. El almacenamiento de datos en la nube permite:
2018	Agrega la tecnología de telecomunicaciones creada a partir de esta fecha:		

- ¿Qué formas de comunicación siguen vigentes?
- ¿Qué tecnologías se crearon después de que tú naciste?

V. Intercambia, en pareja, tus respuestas; revisen ambos la explicación que ofrece cada uno. Compartan sus puntos de vista y, de manera respetuosa, hagan comentarios y observaciones para mejorarlo y corregirlo. Completen entre los dos lo que les haya faltado.

Entérate con un tuit

#El desarrollo del conocimiento de la física continúa, nuevas explicaciones basadas en las teorías de esta ciencia y de las matemáticas esperan ser demostradas experimentalmente.
cmed.mx/FIS2130

#Los constantes choques entre los protones y neutrones enamorados han puesto en jaque la evolución de las estrellas.
cmed.mx/FIS2131

#El satélite *Suzaku* revela que las sustancias que conforman el Universo a gran escala son, en promedio, las mismas que las del Sistema Solar.
cmed.mx/FIS2132

#El uso de la energía solar en México se ha incrementado en 30%, desarrollos tecnológicos permitirán reducir el gasto energético y los costos en el recibo de la CFE.
cmed.mx/FIS2133

#Primer país en obtener energía con boyas ancladas debajo del mar.
cmed.mx/FIS2134

#Generar electricidad a partir del calor que emana el cuerpo humano.
cmed.mx/FIS2135

#Las 10 novedades tecnológicas que transformarán la medicina.
cmed.mx/FIS2123

#Evita la adicción tecnológica, ¡incluso de tu propio celular!
cmed.mx/FIS2129

Acercarse a las noticias es una puerta a la actualidad mundial. Las novedades en los medios digitales no cesan. La velocidad con que la circula todo tipo de información, es impresionante. Es importante saber elegir lo que se lee.

1. Lee nuevamente los tuits de la entrada del Módulo.
 - ¿Qué actitud consideras necesaria para evaluar la veracidad de las noticias acerca de nuevos desarrollos científicos y tecnológicos?
 - ¿A quién recurrirías para consultarle respecto de la confiabilidad de determinado sitio de novedades en ciencias?
2. Lee la noticia en la fuente original y corrobora su validez. Aplica la "Regla de las tres fuentes".
3. Reflexiona:
 - ¿Compartirías estas noticias? Explica qué te motiva a hacerlo o no.
4. Si es posible imprimir la noticia, marca con verde los términos científicos y técnicos que comprendiste de cada una, los que no, subráyalos con rojo para investigar su significado, o puedes hacer una lista con estos términos.
5. Comenta con tu interlocutor la noticia que más les haya interesado, discutan el contenido.
 - ¿Cómo se relaciona con las lecciones de este Módulo?
 - ¿Qué aspectos de esa noticia consideran difíciles de entender?
 - ¿Qué teorías están relacionadas con las noticias? Indícalo.
6. México ha aportado desarrollos tecnológicos muy importantes como la televisión a color, la tridilosa (acero y concreto), el concreto translúcido, la píldora anticonceptiva, el rompeolas, la mochila retropropulsora (*jetpack*), el anti-graffiti, la tinta indeleble, la máquina tortilladora, el hierro esponja, mouse pad, maíz proteinizado, instabook, pilotes de control, entre otros.
 - a. Conoce más acerca de dos ingenieros mexicanos cuyos inventos han beneficiado a la humanidad, en:
cmed.mx/FIS2124 cmed.mx/FIS2125
 - b. Elige el tema que más te interese, escribe un tuit y compártelo.

La "Regla de las tres fuentes" establece que debes corroborar la existencia de la misma información en al menos tres fuentes confiables: instituciones educativas, gubernamentales, columnas sobre ciencia en publicaciones periódicas, y citarlas.



Mis logros y metas

Como ya tienes completo y revisado tu **Itacate de evidencias**, puedes fácilmente reconocer lo que has aprendido. Completa el cuadro con lo que se pide en cada caso. Apóyate en la **Ruta de Aprendizaje**. Escribe lo que se pide en cada caso.

INDICADOR DEL LOGRO	LO SÉ <i>Tengo el conocimiento</i>		LO SÉ HACER <i>Desarrollé las habilidades para representar y seguir procedimientos</i>		LO VALORO		COMENTARIOS ¿Cómo lo lograré?
	Sí	Aún no	Sí	Aún no	Sí	No	
Reconozco el proceso histórico de construcción de nuevas teorías acerca de la constitución de la materia.							
Describo algunos avances en las características y composición del Universo y cómo se exploran los cuerpos celestes mediante la detección de las ondas electromagnéticas que emiten.							
Analizo las formas de producción de energía eléctrica y los efectos que causan al planeta.							
Describo el funcionamiento básico de las fuentes renovables de energía y valoro sus beneficios.							
Explico los principios básicos de algunos desarrollos tecnológicos que se aplican en el campo de la salud.							
Analizo cambios en la historia, relativos a la tecnología en diversas actividades humanas para valorar su impacto en la vida cotidiana y en la transformación de la sociedad.							

Habilidades del siglo XXI

Marca con una (✓) las habilidades que consideres has alcanzado:

- Confío en mí
- Percibo mis emociones
- Soy responsable
- Muestro empatía
- Tengo sentido de la comunidad
- Me comunico
- Colaboro / participo
- Me adapto
- Muestro creatividad
- Muestro curiosidad e interés
- Tengo iniciativa
- Soy persistente
- Planteo metas positivas
- Resuelvo problemas
- Manejo la información
- Uso los medios
- Manejo la tecnología
- Soy consciente del mundo natural y social

Apéndice

- Tabla de correlación
- Trabajo por proyectos
- Glosario
- ¿Quiénes lo dijeron?
- Bibliografía
- Ligas electrónicas
- Leo+
- Créditos iconográficos

TABLA DE CORRELACIÓN

Aquí puedes ver, a manera de índice, la relación entre los Ejes, Temas y Aprendizajes esperados que desarrollarás durante el curso.

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA			LIBRO DE TEXTO
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA. FÍSICA. SECUNDARIA. 2°			
EJES	Temas	Aprendizajes esperados	Páginas
MATERIA, ENERGÍA E INTERACCIONES	Propiedades	<ul style="list-style-type: none"> Describe las características del modelo de partículas y comprende su relevancia para representar la estructura de la materia. 	102-111
		<ul style="list-style-type: none"> Explica los estados y cambios de estado de agregación de la materia, con base en el modelo de partículas. 	112-121
		<ul style="list-style-type: none"> Interpreta la temperatura y el equilibrio térmico con base en el modelo de partículas. 	122-131
	Interacciones	<ul style="list-style-type: none"> Describe, explica y experimenta con algunas manifestaciones y aplicaciones de la electricidad e identifica los cuidados que requiere su uso. 	150-157
		<ul style="list-style-type: none"> Analiza fenómenos comunes del magnetismo y experimenta con la interacción entre imanes. 	158-165
		<ul style="list-style-type: none"> Describe la generación, diversidad y comportamiento de las ondas electromagnéticas como resultado de la interacción entre electricidad y magnetismo. 	166-177
	Naturaleza madro, micro y submicro	<ul style="list-style-type: none"> Explora algunos avances recientes en la comprensión de la constitución de la materia y reconoce el proceso histórico de construcción de nuevas teorías. 	186-195
		<ul style="list-style-type: none"> Describe algunos avances en las características y composición del Universo (estrellas, galaxias y otros sistemas). 	196-203
		<ul style="list-style-type: none"> Describe cómo se lleva a cabo la exploración de los cuerpos celestes por medio de la detección y procesamiento de la sondas electromagnéticas que emiten. 	204-211
	Fuerzas	<ul style="list-style-type: none"> Describe, representa y experimenta la fuerza como la interacción entre objetos y reconoce distintos tipos de fuerza. 	34-41
<ul style="list-style-type: none"> Identifica y describe la presencia de fuerzas en interacciones cotidianas (fricción, flotación, fuerzas en equilibrio). 		42-51	

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA			LIBRO DE TEXTO
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA. FÍSICA. SECUNDARIA. 2°			
EJES	Temas	Aprendizajes esperados	Páginas
MATERIA, ENERGÍA E INTERACCIONES	Energía	<ul style="list-style-type: none"> Analiza la energía mecánica (cinética y potencial) y describe casos donde se conserva. 	52-63
		<ul style="list-style-type: none"> Analiza el calor como energía. 	132-139
		<ul style="list-style-type: none"> Describe los motores que funcionan con energía calorífica, los efectos del calor disipado, los gases expelidos y valora sus efectos en la atmósfera. 	140-149
		<ul style="list-style-type: none"> Analiza las formas de producción de energía eléctrica, conoce su eficiencia y los efectos que causan al planeta. 	212-219
		<ul style="list-style-type: none"> Describe el funcionamiento básico de las fuentes renovables de energía y valora sus beneficios. 	220-227
SISTEMAS	Sistemas del cuerpo humano y salud	<ul style="list-style-type: none"> Identifica las funciones de la temperatura y la electricidad en el cuerpo humano. 	228-235
		<ul style="list-style-type: none"> Describe e interpreta los principios básicos de algunos desarrollos tecnológicos que se aplican en el campo de la salud. 	236-243
	Sistema Solar	<ul style="list-style-type: none"> Describe las características y dinámica del Sistema Solar. 	78-85
		<ul style="list-style-type: none"> Analiza la gravitación y su papel en la explicación del movimiento de los planetas y en la caída de los cuerpos (atracción) en la superficie terrestre. 	64-77
DIVERSIDAD, CONTINUIDAD Y CAMBIO	Tiempo y cambio	<ul style="list-style-type: none"> Analiza cambios en la historia, relativos a la tecnología en diversas actividades humanas (medición, transporte, industria, telecomunicaciones) para valorar su impacto en la vida cotidiana y en la transformación de la sociedad. 	244-253
		<ul style="list-style-type: none"> Comprende los conceptos de velocidad y aceleración. 	16-33
		<ul style="list-style-type: none"> Identifica algunos aspectos sobre la evolución del Universo. 	86-93

El **trabajo colaborativo** para realizar actividades en forma de proyectos consiste en una estrategia grupal encaminada a lograr una meta, ya sea investigar un tema o fenómeno, elaborar un producto o resolver una situación problemática. Hay tres tipos de proyectos: científicos, ciudadanos y tecnológicos; su elección depende del enfoque que se le quiera dar.

El siguiente cuadro es una muestra para planear y desarrollar proyectos. Llénalo con los datos específicos para cada uno de ellos. Aquí conocerás las indicaciones generales a manera de ejemplo:

Planificador para trabajar un proyecto

Indica si se relaciona con **Logro ir más allá**: _____

Título del proyecto: _____

Inicio: _____ Fin: _____

Etapas	Periodo de realización	Actividades	Observaciones
Planeación (con la orientación del facilitador o guía)		<ul style="list-style-type: none"> Formar los equipos. Seleccionar el tema. Describir aspectos del tema. Planificar y distribuir actividades a realizar. 	El número de integrantes dependerá de las características del proyecto. Todos deberán participar en la selección del tema de interés y del tipo de proyecto. La propuesta de Logro ir más allá puede ser un punto de partida.
Desarrollo		<ul style="list-style-type: none"> Elaborar guía para la investigación. Consultar y reunir información. Analizar la información. Plantear la hipótesis. Definir la metodología a seguir. Redactar el informe final de resultados. 	<p>Científico: realización de experimentos o estudio de los fenómenos, registrar datos y organizarlos, análisis de los resultados. Comprobación de hipótesis. Comunicación, conclusiones y reporte.</p> <p>Ciudadano: análisis con enfoque social, elaboración de textos y conclusiones.</p> <p>Tecnológico: desarrollo, diseño y/o construcción de un prototipo, análisis y pruebas de funcionamiento. Aplicación del modelo. Proyección de costos beneficio.</p>
Difusión (socialización)		<ul style="list-style-type: none"> Conocer el público a quien va dirigido. Elegir el medio de difusión. Seleccionar recursos. Definir el lugar de difusión y/o presentación. 	<p>Científico: adecuación del informe final de resultados para presentarse en: mesa redonda, debate, cartel o feria de la ciencia escolar.</p> <p>Ciudadano: campaña, foro, programa de radio, periódico mural, exposición o blog.</p> <p>Tecnológico: exposición o feria tecnológica para mostrar el modelo, maqueta o prototipo realizado.</p>
Diseño y prueba (proyecto tecnológico)		<ul style="list-style-type: none"> Aplicar del modelo. 	Explicación de las características, funciones y utilidad social.
Evaluación		<ul style="list-style-type: none"> Autoevaluar el proceso y las habilidades. Heteroevaluar resultados y logros del equipo. Evaluación formativa. <p>Durante el proceso y ante el grupo. Reconocer lo que se ha aprendido y cómo se logró.</p>	<p>Llenar cuadros que respondan a: "Lo que me permitió llegar a la meta fue...", "Lo que podría mejorar es..."</p> <ul style="list-style-type: none"> Señalar cada una de las Habilidades del siglo XXI desarrolladas. Valorar el desarrollo de las competencias socioemocionales.

Organiza tus notas y resultados de cada proyecto en el Itacate de evidencias.

Con tus propias palabras completa este glosario con los términos resaltados en negritas que han sido definidos en cada lección. Intégralos a tu Itacate.

Abstracción. Operación mental que consiste en extraer los caracteres no esenciales y secundarios, propios de uno u otro grupo de fenómenos, para destacar y sintetizar racionalmente sus características sustanciales. 61

Acústico. Que tiene relación con el sonido. 228

Ámbar. Resina fosilizada de pinos y árboles similares, de tono amarillo anaranjado, translúcida, considerada piedra semipreciosa. Es célebre el ámbar que se encuentra en el Estado de Chiapas. 151

Analogía. Comparación o relación de semejanza entre seres u objetos distintos. 231

Artifugio. Engaño o artimaña para conseguir algo. 70

Balatas. Elementos de metal esponjoso que forman parte del sistema de frenos de un automóvil. 145

Bario. Elemento químico del grupo de metales alcalinotérreos, es de color plateado, tiene una baja densidad y se encuentra en estado sólido. 239

Biopsia. Prueba que consiste en la extracción de tejidos o líquidos de un ser vivo con la finalidad de estudiarlos microscópicamente y obtener datos de interés para las ciencias médicas. 237

Bobina. Cualquier objeto de alambre o hilo de cobre que está enrollado alrededor de un material ferroso. En este caso, es un componente de un circuito eléctrico formado por un alambre conductor aislado y enrollado varias veces. 161

Cámara magmática. Es el espacio donde se almacena la roca fundida (el magma) proveniente del manto terrestre, que luego es expulsado por la chimenea a la superficie en forma de erupción volcánica. 222

Campo de fuerzas. Es una deformación del espacio producido por la fuerza que ejerce un cuerpo de masa m o una carga eléctrica q , y se puede representar mediante vectores de fuerza. 78

Campo eléctrico. Un campo en física es la región del espacio en cuyos puntos se define una magnitud física. El campo eléctrico es la zona donde se manifiestan las fuerzas eléc-

tricas de repulsión o atracción entre partículas cargadas. 160

Cardiopatía isquémica. También conocida como isquemia cardiaca o enfermedad coronaria, se produce por un bloqueo parcial o total de las arterias que llegan al corazón, reduciendo el flujo sanguíneo hacia este órgano. 237

Centrípeta. Fuerza dirigida hacia el centro de una trayectoria circular. 67

Coefficiente de dilatación térmica. Es específico de cada material y representa el cambio de longitud, superficie o volumen cuando su temperatura se eleva 1 K. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el K^{-1} , aunque también se usa el $^{\circ}C^{-1}$. 125

Combustóleo. Compuesto derivado del petróleo que se obtiene de la primera destilación al aire libre. 212

Cometa. Cuerpo celeste formado de rocas, hielo y polvo que orbita el Sistema Solar. Sus componentes se subliman al acercarse al Sol, formando una especie de cola brillante. 208

Conexión a tierra. Sistema para conectar una instalación eléctrica, circuito o aparato eléctrico a un elemento metálico enterrado en el suelo. Se conoce también como "aterrizar" los circuitos o aparatos, y es una medida de seguridad necesaria. 155

Conductor eléctrico. Material que presenta electrones o iones libres. Los metales, el agua salada y algunos ácidos son algunos ejemplos de conductores eléctricos. 213

Conjetura. Opinión basada en signos o datos incompletos o suposiciones. 165

Corriente eléctrica. Movimiento ordenado de cargas a través del conductor en un circuito eléctrico. La intensidad de la corriente se mide por la cantidad de carga circulante en unidad de tiempo: $I = q/t$. Su unidad de medida, es el ampere (A). 133

Corriente inducida. Proceso mediante el cual se genera corriente eléctrica debido al movimiento de imanes cerca de un conductor eléctrico. 162

Cortocircuito. Conexión entre dos partes de un circuito eléctrico que reduce o elimina

su resistencia con el consecuente aumento en la intensidad de corriente. 155

Cosmonauta. Proviene de la palabra rusa *kosmonavit* que significa "viajero del cosmos". Los estadounidenses emplearon la palabra astronauta como término equivalente. 196

Cuerpo. Porción delimitada de materia. 115

Cuerpos cósmicos. Son todos aquellos objetos que se encuentran fuera del globo terráqueo. 197

Curvógrafo. Herramienta utilizada para trazar, dibujar y diseñar curvas. 31

Declinación magnética. Diferencia entre las posiciones de los polos magnéticos y los geográficos. 163

Disco protoplanetario. Estructura en forma de disco hecha de gas y polvo que está alrededor de una protoestrella o estrella joven. Es fundamental en la formación de la estrella y de un posible sistema planetario. 201

Efecto Doppler. Cambio en la frecuencia de una onda cuando la fuente que la produce y la persona que la capta se alejan o se aproximan entre sí. 90

Efecto Seebeck. Es la producción de electricidad a partir de la diferencia de temperatura entre dos metales o semiconductores. 235

Electrostático. Fenómeno causado por electricidad que no se mueve en una corriente, sino que es atraída a la superficie de ciertos objetos. 151

Elemento químico. Sustancia que por más pruebas químicas que se realicen no puede separarse en una sustancia más simple. Un mismo elemento puede presentarse como sólido, líquido o gaseoso. 81

Eclipse. Curva plana y cerrada con dos ejes de simetría, que resulta al cortar la superficie de un cono por un plano oblicuo. 70

Energía interna. Es la suma de todos los tipos de energía asociadas a las partículas que forman un cuerpo, e incluye, para cada una, la energía cinética debida a sus movimientos y la energía potencial asociada a las interacciones entre éstas. 135

Energía radiante. Energía que poseen las ondas electromagnéticas de cualquier longi-

tud de onda (ondas de radio, microondas, infrarrojas, luz visible, UV, rayos X o rayos gamma). 197

Energía térmica. Es la que tiene un cuerpo o sistema asociada a la agitación térmica de sus partículas, y por lo tanto, a su temperatura. Su valor no depende de la cantidad de materia. 128

Enlace químico. Es la fuerza que mantiene unidos a dos o más átomos, lo que proporciona estabilidad a la molécula resultante o especie química. 222

Epícielo. Círculo sobre otro círculo. Este modelo geométrico fue ideado por los antiguos griegos para explicar las variaciones en la velocidad y la dirección del movimiento aparente de la Luna, el Sol y los planetas. 64

Espectrofotómetro. Instrumento para medir la longitud de onda que absorben y emiten los cuerpos. Con este tipo de instrumento se ha podido determinar cuáles son los átomos presentes en diferentes materiales que existen en el mundo microscópico y macroscópico. 206

Especulación. Idea no fundamentada con base en evidencias reales. 165

Estrella primigenia. Estrellas de primera generación, se formaron en el Universo tras el Big Bang, contienen solamente hidrógeno y helio. 200

Estriba. Se fundamenta o se apoya. 65

Ex profeso. A propósito, con intención. 147

Excéntrico. Todo aquello que está fuera del centro o posee un centro diferente al observado. 74

Fotón. Partícula de luz o de otra radiación o de otra energía electromagnética que se produce, se transmite y se absorbe. 193

Fluorescencia. Fenómeno que consiste en la absorción de radiación electromagnética en un material, que después emite parte de esa radiación produciendo luminiscencia o brillo sin necesidad de transferir calor, como sucede con el fuego, que proporciona luz y calor. 187

Fragmentarse. Dividirse o quebrarse alguna cosa en partes pequeñas. 105

Fuente renovable de energía. Son los recursos naturales que no se agotan, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, como la del Sol, o porque se regeneran en un tiempo relativamente corto por medio de un ciclo natural, como el ciclo del agua. 221

Fuerzas de cohesión. Son aquellas fuerzas que atraen y mantienen unidas a las partículas. 113

Fusión nuclear. Sucede cuando los núcleos de elementos ligeros se unen para formar núcleos más pesados, con un mayor número de protones y neutrones. 197

Céiser. Fuente de energía térmica proveniente del interior de la Tierra, que lanza una columna de agua caliente y vapor hacia el exterior. 205

Generador eléctrico. Dispositivo que convierte energía mecánica en energía eléctrica, la corriente resulta del movimiento relativo entre el conductor y el campo magnético. 162

Geocéntrico. Con la Tierra en el centro. 64

Grafeno. Material semejante al grafito compuesto de carbono puro y es doscientas veces más resistente que el acero. 154

Hadrón. Partícula elemental que experimenta interacciones fuertes. 195

Heliocéntrico. Con el Sol en el centro, los planetas giran a su alrededor. 64

Hidráulico. Que funciona o es movido por la acción de un líquido. 228

Husmear. Rastrear con el olfato. 187

Inercia térmica. Propiedad que indica la cantidad de calor que puede ceder o absorber un cuerpo y la velocidad con que lo hace. 146

Infrarrojo. Radiación no visible en uno de los extremos del espectro electromagnético. 145

Insular. Relativo a una isla. 146

Interseca. Cortarse o cruzarse entre sí. 163

Intervalo. Espacio o distancia que hay de un tiempo a otro o bien, de un lugar a otro. 24

Isótopo. Es el átomo de un mismo elemento químico, cuyo núcleo tienen una cantidad diferente de neutrones, y por lo tanto, presenta diferente masa que el elemento. 251

Kilovatio. Múltiplo de la unidad de potencia, que equivale a 1 000 watts o 1 kilowatt. 220

Levitación magnética. Método mediante el cual un cuerpo se mantiene suspendido y estable en el espacio sin apoyarse en otro cuerpo, por acción de un campo magnético. 165

Ley. Proposición de aplicación universal que ha sido demostrada y confirmada (cuenta con suficiente evidencia científica). Suele representarse matemáticamente o en otro tipo de lenguaje formalizado. 104

Licuefacción. En el caso de los gases (licuación), es el cambio de su estado gaseoso a líquido por el aumento de presión y la disminución de la temperatura. 117

Magnetosfera. Capa externa de la atmósfera terrestre; se extiende desde una altura de 500 km hasta los 60 000 km en el espacio exterior. En esta enorme región, el campo magnético terrestre interactúa con el viento solar. 163

Magnitud de la velocidad media. Tamaño del vector de velocidad media (es el cambio de posición o desplazamiento) de un móvil dividido entre el tiempo total invertido en este cambio de posición. 169

Máquina térmica. Cualquier equipo que utilice la quema de un combustible y transfiera energía en forma de calor entre varias partes del sistema. 135

Masa. Magnitud física que expresa la cantidad de materia que forma un cuerpo. Coincide con lo estudiado en el Módulo 1, o como una medida de la inercia de un cuerpo. 116

Materia. Componente principal de los cuerpos susceptible de adquirir toda clase de formas y de sufrir cambios. Se caracteriza por un conjunto de propiedades físicas o químicas. Cualquier entidad, campo o discontinuidad que se extiende en cierta región del espacio-tiempo y a una cantidad de energía determinada. 105

Materia oscura. Término que se aplica a la materia que no es visible, pero cuyos efectos gravitatorios en otras estrellas fueron descubiertos por la astrónoma Vera Rubin en 1974. La mayor parte de la materia del Universo, es oscura. 200

Mecánica cuántica. Teoría fundamental de la física creada para explicar el comportamiento de partículas elementales de la materia. 192

Mecánica estadística. Disciplina de la física en la que se aplican métodos estadísticos para estudiar los constituyentes microscópicos de un sistema físico para predecir sus propiedades macroscópicas. 123

Medio de contraste. Sustancia que se introduce al cuerpo para mejorar la visibilidad de las estructuras o fluidos dentro de él. 240

Medio material. Zona del espacio donde hay materia, que forma un cuerpo extenso (sólido, líquido o gas). 167

Megavatio. Múltiplo de la unidad de potencia, que equivale a 1 000 000 watts o 1 megawatt. 220

Molécula. En la teoría cinética molecular de los gases, es cualquier partícula formada por dos o más átomos que se mantienen unidos entre sí mediante fuertes interacciones (enlace químico) cuya naturaleza estudiarás en Química. 109

Movimiento oscilatorio. Se produce cuando una partícula se mueve de forma periódica en torno a un punto de equilibrio. 51

Objeto. Cuerpo físico concreto (por ejemplo: un automóvil o una célula) o abstracción derivada de la evidencia científica que se tiene de este (cuerpo ficticio, por ejemplo: una superficie sin fricción). 104

Observación. Se refiere a alguna medición o interacción entre sistemas físicos. 192

Onda de choque. Perturbación brusca en la presión de un fluido producida por un cuerpo que se desplaza en éste a velocidades superiores a las del sonido en este medio; provoca también aumento súbito de temperatura, por ejemplo, una explosión. 155

Perturbación. Pequeña alteración de las condiciones o estado físico de un sistema. Cuando éste se perturba ligeramente se puede analizar su respuesta. Por ejemplo, si un cometa o un asteroide pasan cerca de algún planeta, éste puede perturbar su órbita y por consiguiente modificarla. 167

Pirólisis. Es la descomposición de la materia orgánica por calentamiento y en ausencia de oxígeno. Cuando la pirólisis es completa se llama carbonización. 222

Pistón. Pieza que se encuentra en el interior de un cilindro y que se desplaza hacia arriba y hacia abajo. 140

Plasma. Estado de la materia constituido por partículas ionizadas que se presenta cuando un gas recibe gran cantidad de energía, como una descarga eléctrica. Este es el caso de una llama, los relámpagos, las pantallas de plasma, las auroras boreales o la corona del Sol durante un eclipse total. 113

Polea. Máquina simple que consiste en una rueda con un canal en su periferia, por la que pasa una cuerda que gira sobre un eje central. 38

Potencial eléctrico. Cambio de energía potencial (U) por unidad de carga. 214

Presión diastólica. Presión mínima alcanzada en el periodo de relajación del corazón, en la diástole. 237

Presión sistólica. Es la presión máxima que se alcanza cuando el corazón se contrae, durante la sístole. 237

Proceso. La descripción de los cambios que resultan de la interacción entre objetos de un sistema. 104

Propiedad extensiva. Tipo de propiedad física vinculada a la cantidad de materia de un cuerpo, como la masa o el calor. 128

Protoestrella. Estrella en formación. 81

Quasar. Cuerpo celeste que emite radiación electromagnética, que incluye ondas de radio y luz visible. 208

Rayo incidente. Parte de un rayo que va desde el punto de origen a la superficie de un cuerpo, es decir, que incide en una superficie. 174

Recíproco. Acción que es intercambiada entre dos sujetos u objetos y que recae sobre ellos. 34

Resistencia eléctrica. Los materiales presentan mayor o menor dificultad para el paso de los electrones, dependiendo de varios factores, como la longitud y el grosor. Esto se conoce como resistencia eléctrica y se mide en ohms. 214

Revolución científica. Surgimiento de nuevas ideas y conocimientos en Física, Astronomía, Biología y Química, durante los siglos XVI y XVII, que transformaron las visiones antiguas y medievales sobre la naturaleza y sentaron las bases de la ciencia moderna. 105

Semieje mayor. En una elipse es la mitad del diámetro más largo y se denota por *a*. 71

Seminario. Reunión de personas especializadas en algún tema con el propósito de estudiarlo con cierta profundidad. Es importante que exista interacción entre los participantes que fungen como público y quienes tienen el rol de especialistas. 202

Sensación térmica. Es la temperatura aparente que percibe una persona a través de los termorreceptores de la piel. La percepción depende de la temperatura ambiente y de otros factores, como la velocidad del viento, la humedad o las características de los materiales con los que se interactúa. 125

Señal fisiológica. Son señales provenientes de los seres vivos que permiten extraer información acerca del sistema biológico bajo estudio. La frecuencia cardíaca y la temperatura son ejemplos de señales fisiológicas. 236

Sistema. Una parte seleccionada del Universo en la que se encuentran varios objetos interactuando. 104

Sistemas del cuerpo humano. Conjunto de órganos formados por diferentes tejidos que trabajan coordinadamente para llevar a cabo una función específica. 229

Smog fotoquímico. La palabra smog proviene del inglés *smoke* (humo) y *fog* (niebla). El smog fotoquímico se forma cuando la luz solar, al incidir en las diversas partículas contaminantes que se encuentran en la atmósfera, genera reacciones químicas que dan lugar a otros productos nocivos. 145

Sonda espacial. Artefacto que se envía al espacio para recabar información acerca de cuerpos del Sistema Solar, tales como planetas, satélites, asteroides o cometas. 85

Sustancia. Materia homogénea de composición química definida, formada por el mismo tipo de partículas (moléculas) en toda su extensión. 113

Taco. Palo que sirve como instrumento para golpear las bolas en el juego de billar. 35

Teorema. Proposición que puede verificarse con procedimientos matemáticos. 55

Teoría. Explicación de algún fenómeno que es aceptada como cierta por la comunidad científica en una época determinada. 104

Trabajo negativo. Cuando la fuerza aplicada al cuerpo actúa en forma contraria a su movimiento. 57

Ultravioleta. Radiación no visible en el extremo opuesto al infrarrojo del espectro electromagnético. 145

Uranio. Mineral de color gris plateado encontrado en la naturaleza. 190

Vaso de precipitado. Recipiente cilíndrico de laboratorio con fondo plano. Se fabrica en varias capacidades y materiales, principalmente vidrio. Sus usos son varios, sobre todo para contener líquidos, calentar o disolver sustancias y llevar a cabo reacciones químicas. Suele estar graduado pero no calibrado, por lo que también puede usarse para medición de volúmenes que no requieran gran precisión. 103

Viento solar. Flujo de partículas cargadas provenientes de la atmósfera superior del Sol. 163

Volumen. Magnitud física que expresa el espacio tridimensional ocupado por un cuerpo. 115

En esta sección se incluye una semblanza de los autores de cada uno de los epígrafes que aparecen al inicio de las 24 lecciones que conforman tu libro.

Es una invitación para que leas esta información, que te permitirá conocer la época en la que vivieron, sus circunstancias y sus aportes.



L1 Galileo Galilei (1564-1642)

Físico, astrónomo, matemático, filósofo e ingeniero italiano. Formuló las primeras leyes del movimiento. Representante de la revolución científica renacentista, reconocido como el padre de la ciencia moderna gracias a que introdujo la metodología experimental. Fue además un excelente constructor de telescopios, con los cuales logró sus agudas observaciones.

L2 René Descartes (1596-1650)

Físico, matemático y filósofo francés considerado el padre de la filosofía moderna y la geometría analítica. En su obra *Meditaciones metafísicas* expone los fundamentos de la física mecanicista. Según el propio Descartes, durante un crudo invierno de 1619 se vio obligado a recluirse en una localidad del Alto Danubio, posiblemente cerca de Ulm, donde en una casi total soledad se le revelaron las bases de su sistema filosófico: el método matemático y el principio del *cogito, ergo sum* (Pienso, luego existo).

L3 Isaac Newton (1643-1727)

Físico, matemático y filósofo inglés. Fundador de la física clásica. En su obra *Principios matemáticos de la filosofía natural* estableció las tres leyes del movimiento que llevan su nombre, y describió la ley de la gravitación universal. Unificó la mecánica terrestre y la celeste, y fue un protagonista fundamental de la revolución científica de los siglos XVI y XVII. No destacó especialmente durante sus estudios en la Universidad de Cambridge, sin embargo, después de su graduación, a los 29 años ya había formulado varias teorías que abrirían las puertas de la ciencia moderna.

L4 Isaac Newton (Ver L3)

¿Qué más sabes acerca de la vida de este científico? Escríbelo:

L5 Albert Einstein (1879-1955)

Físico alemán nacionalizado estadounidense. Precursor de la física moderna, formuló la teoría de la relatividad. Nos legó la que, sin duda, es la ecuación más popular de la historia de la ciencia: $E = mc^2$. Esta fórmula abrió el camino para la construcción de la bomba atómica, lo que le causó gran pesar.

L6 Johannes Kepler (1571-1630)

Matemático, físico y astrónomo alemán. Su obra se centró en las órbitas planetarias, cuyo estudio culminó con sus importantes leyes. Su trabajo más importante fue la revisión de los esquemas cosmológicos que había elaborado Tycho Brahe, lo que le ayudó a desarrollar sus famosas leyes. También realizó una notable labor en el campo de la óptica.

L7 Isaac Newton (Ver L3)

¿Sabes de algunas otras aportaciones científicas de este genio? Investiga y compártelas:

L8 Albert Einstein (Ver L5)

¿Conoces alguna frase célebre de este gran científico? Escríbela e interprétala:



L9 James Clerk Maxwell (1831-1879)

Físico y matemático escocés. Formuló la teoría clásica de la radiación electromagnética y tuvo una labor destacada en la formulación teórica y experimental de la termodinámica, entre otras muchas contribuciones a los campos de la física. La influencia de sus ideas trascendió a tal grado que en ellas se basan muchas de las argumentaciones tanto de la teoría de la relatividad como de la mecánica cuántica del siglo XX.

L10 Aristóteles (384-322 a.n.c.)

Filósofo y naturalista de la Antigua Grecia. Estudió en la Academia 20 años, fue discípulo de Platón. Fundó una filosofía cercana a la realidad, muy alejada del mundo ideal de su mentor. Su sistema filosófico, enraizado en las ciencias de su época, tuvo tanta influencia en el pensamiento científico y humanístico europeo (fue tutor de Alejandro Magno) que su vigencia se extendió por siglos, por ejemplo, en física y astronomía hasta el siglo XVII; en zoología se mantuvo durante el siglo XIX; y en lógica se siguió discutiendo a lo largo del XX.

L11 Albert Einstein (Ver L5)

¿Qué sabes acerca de su personalidad? Describe alguna anécdota:

L12 James Joule (1818-1889)

Físico inglés. Estudió el magnetismo y el trabajo mecánico, que derivaron en sus investigaciones sobre electricidad, termodinámica y energía. *Joule* es la unidad de la energía en el Sistema Internacional, en honor a este destacado científico. De carácter tímido, recibió clases de física y matemáticas en su propio hogar, siendo su profesor John Dalton, famoso químico británico, quien le motivó hacia la investigación científica.

L13 Nikola Tesla (1856-1943)

Físico, inventor e ingeniero mecánico serbocroata. Entre sus aportaciones que impulsaron el desarrollo científico y tecnológico destacan, entre muchas: motor de corriente alterna, radio, rayos X, resonancia magnética. De personalidad solitaria, desde niño fue un apasionado de las matemáticas y poseía una prodigiosa memoria, así como una extraordinaria capacidad para hacer cálculos mentales y proyectar sus inventos, los cuales se estiman en más de setecientos.

L14 Fernando Savater (1947)

Filósofo y escritor español, dedicado a la reflexión en el campo de la ética, difusión y crítica cultural. Ha destacado en el artículo periodístico y el ensayo. Es de los pocos escritores de filosofía cuyo tema, la ética, se ha convertido en un éxito de ventas con la obra *Ética para Amador* (1995).

L15 William Gilbert (1544-1603)

Físico y médico inglés, pionero en los estudios científicos del magnetismo que plasmó en el libro *El imán y los cuerpos magnéticos*. Distinguió plenamente los fenómenos eléctricos de los magnéticos e introdujo nuevos términos que se consolidarían después como de uso corriente en la física, como: "polos magnéticos", "fuerza eléctrica", "cuerpos eléctricos y no eléctricos". Se adelantó a los modernos descubrimientos de los Curie, al mostrar que el hierro, aun a altas temperaturas, no muestra alteraciones magnéticas.

L16 Albert Einstein (Ver L5)

¿En qué contexto histórico se ubica su vida y obra? Investígalo:



L17 Max Planck (1858-1947)

Físico y matemático alemán considerado como el fundador de la teoría cuántica. Fue galardonado con el Premio Nobel de física en 1918. Se inclinó por el estudio de la física en las universidades de Múnich y Berlín, a pesar de poseer extraordinarias cualidades para las artes y las letras. Su hipótesis cuántica significó una revolución en la física del siglo XX, e influyó tanto en Einstein como en Niels Bohr.

L18 Antonio Mora Vélez (1942)

Poeta, novelista y periodista colombiano. Es el precursor de la ciencia ficción en su país natal, una de sus mayores contribuciones ha sido plasmar el avance tecnológico con un lenguaje poético.

L19 Blaise Pascal (1623-1662)

Físico, matemático y filósofo francés. Investigó sobre los fluidos y conceptos de presión y vacío, sus resultados los plasmó en el principio de Pascal. Fue durante su juventud cuando concretó en mayor medida su genio e inteligencia, en importantes y precursoras aportaciones a la física y a las matemáticas.

L20 Albert Einstein (Ver L5)

¿Cuál consideras que ha sido su principal aporte a la humanidad?

L21 Mikhail Gorbachev (2 de marzo de 1931)

Abogado y político ruso. Jefe de Estado de la Unión Soviética de 1988 a 1991. Fue galardonado con el Premio Nobel de la Paz en 1990. Pieza fundamental del programa político que acabó con régimen comunista en la URSS y con el propio Estado soviético, lo que cambió profundamente el escenario internacional.

L22 Juan José Arreola (1918-2001)

Cuentista, poeta, novelista, ensayista y editor mexicano autodidacta. Su obra se caracteriza por su brevedad y manejo de la ironía. Recibió el premio Nacional de Periodismo en 1977 y el Premio Internacional de Literatura Latinoamericana y del Caribe Juan Rulfo en 1992.

L23 Platón (427-347 a.n.e.)

Filósofo griego. Su diversa y trascendental obra la escribió en forma de diálogos, abordó temas como filosofía, educación, metafísica, cosmogonía, ética, política, entre otros. Junto con su maestro Sócrates y su discípulo Aristóteles, conforman la triada de grandes pensadores en que se basa la tradición filosófica europea.

L24 Juan Luis Guerra (1957)

Compositor, cantante y productor dominicano. Ha ganado numerosos premios como el *Grammy*, *Grammy Latino* y Premios *Latin Billboard*. A los diez años aprendió a tocar la guitarra, aunque su afición no empezaría a mostrarse sino años después, cuando estudiaba filosofía y letras en 1975.

Recomendada para los estudiantes

- Allen, Christine. (2009). "La Vía Láctea, nuestra galaxia". *Ciencias*, 95, disponible en: cmed.mx/FIS2029
- Arnold, Nick. (2007). *Esa poderosa energía*. México: SEP-Molino.
- Arnold, Nick. (2007). *La sorprendente historia de todas las cosas*. México: SEP-Molino.
- Balone, A. (2014). *Cómo funciona un pararrayos*, disponible en: cmed.mx/FIS2055
- Benítez, Luis. (2008). *Los sonámbulos: origen y desarrollo de la cosmología*. Conaculta, disponible en: cmed.mx/FIS2013
- Biro, Susana. (2009). *La mirada de Galileo*. México: FCE.
- Fierro, Julieta. (2002). *¿Cómo acercarse a la astronomía?* México: LIMUSA.
- Flores, Jorge, Tagüña, Julia y Tagüña, Carmen. (2002). *Calor y temperatura*. México: SEP-Santillana.
- Frabetti, Carlo. (2012). *Maldita física*. Madrid: SM (Colección Gran Angular).
- Gall, Ruth et al. (1987). *Las actividades espaciales en México: una mirada crítica*. México: FCE.
- García-Colín, Leopoldo. (2002). *Y sin embargo se mueven... teoría cinética de la materia*. México: FCE.
- Gazitúa, Ricardo. (2007). *Examen General Físico. Pulso arterial*. Manual de Semiología, disponible en: cmed.mx/FIS2115
- González, Ángel. (2009). *Descubrimiento de las ondas de Radio: la confirmación de la Teoría Electromagnética*, disponible en: cmed.mx/FIS2067
- Hacyan, Shahen. (2002). *Relatividad para principiantes*, México: FCE (Colección La Ciencia para todos), disponible en: cmed.mx/FIS2093
- Hacyan, Shahen. (1986). *El descubrimiento del Universo*. México: FCE.
- Hammond, Richard. (2007). *¿Sientes la fuerza?*, México, SEP-SM.
- Hawking, Stephen. (2004). *A bombros de gigantes*. Las grandes obras de la Física y la Astronomía. Barcelona: Crítica.
- Hewit, Paul G. (2004). *Física conceptual*. México: Pearson Educación.
- Hye-Jeong, Lee y Ik-su, K. (2012). *Energías del futuro*. México: SEP-Castillo.
- Lavín, Mónica. (2007). *Planeta azul, planeta gris*. México: SEP-ADN Editores.
- Maldonado, Karina. (2014). *Monopolos magnéticos: la posibilidad de aislar cargas magnéticas*, disponible en: cmed.mx/FIS2064
- Mercado, Hilda. (2016). "El agua... tan anómalamente intrigante", *Revista digital C² Ciencia y Cultura*, disponible en: cmed.mx/FIS2036
- Michel, François. (2008). *La energía a tu alcance*. México: SEP-Oniro.
- Michel, François. (2005). *La energía paso a paso*. México: SEP-Fernández Editores.
- Morrón, Laura. (2015). *Joan Feynman, la física de las auroras*, disponible en: cmed.mx/FIS2065
- Noreña, Francisco. (2005). *Dentro del átomo*. México: Conaculta-Dirección General de Publicaciones.
- OMS. (2016). *Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección*, disponible en: cmed.mx/FIS2121
- Palou, Nacho. (2016). *Un parche convierte el calor de tu cuerpo en electricidad*. El País-Tecnología, disponible en: cmed.mx/FIS2111
- Paz, Susana. (2015). *Heberto Castillo Martínez, la tridilosa y un camión de 50 toneladas*. México: Conacyt, disponible en: cmed.mx/FIS2125
- Régules, Sergio de. (1997). *El Sol muerto de risa*. *Crónicas de la ciencia*. México: Pangea.
- Reynoso, Carlos (2017). *Cómo ver el cerebro*. Cienciorama, DGDCUNAM, disponible en: cmed.mx/FIS2119
- Sagan, Carl. (1992). *Cosmos: una evolución cósmica de quince mil millones de años que ha transformado la materia en vida y conciencia*. México: Planeta.
- Swaan, Bram de. (1999). *Isaac Newton el inglés de la manzana*. México: Andrés Bello.
- Tagüña, Julia y Martínez, Manuel. (2009). *Fuentes de energía y desarrollo sustentable*. México: SEP-ADN.
- Verne, Julio. (2005). *Veinte mil leguas de viaje submarino*. México: Anaya.
- Verne, Julio. (2004). *Viaje al centro de la Tierra*. México: Anaya.
- Viniestra, Fermín. (2014). *Una mecánica sin talachas*. México: FCE.
- Walisciewicz, Marek. (2005). *Energía alternativa*. México: SEP-Planeta.

Consultada

- Asimov, I. *Cien preguntas básicas sobre la ciencia*, México, El libro de bolsillo, Física, Alianza Editorial.
- Driver, R. et al. (2000). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. México: Visor/SEP, Biblioteca para la actualización del maestro.
- Driver, R. et al. (1999). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*.
- Duckworth, Eleanor. (1987). *Cómo tener ideas maravillosas y otros ensayos sobre cómo enseñar y aprender*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia-Visor Libros.
- González, Alejandra, Lluís, Helena y Pita, Abraham. (2017). *Ciencias 2 Física*. México: Correo del Maestro.
- Halliday, D. y Resnick, R. et al. (2001). *Fundamentos de Física*. México: CECSA.
- Hecht, E. (1989). *Física en perspectiva*. México: Addison-Wesley.
- Hewitt, P. G. (2004). *Física conceptual*. México: Pearson.
- Lewin, W. y Goldstein, W. (2012). *Por amor a la física: Del final del arco iris a la frontera del tiempo. Un viaje a través de las maravillas de nuestro tiempo*.
- Pogan, A. (2003). *Fuerzas físicas*. México: sepEdiciones Culturales Internacionales.
- Random House Mondadori. Lightman, A. (1995). *Grandes ideas de la física. Cómo los descubrimientos científicos han cambiado nuestra visión del mundo*. Madrid: McGraw-Hill.
- SEP. (2000). *Enseñanza de la física con tecnología*. México: Ilce.
- Stollberg, R. (1979). *Física. Fundamentos y fronteras*. México: Publicaciones Cultural.
- Tippens, P. (2013). *Física, conceptos y aplicaciones (7a. ed.)*. México: McGraw-Hill.
- Wood, R. W. (2004). *Ciencia creativa y recreativa. Experimentos fáciles para niños y adolescentes*. México: McGrawHill Interamericana.

Recomendaciones para navegar en la red

Todas estas ligas fueron consultadas en junio de 2018. Antes de consultar cualquier contenido en la red, te sugerimos entrar a la siguiente página del sitio Enredate.org de UNICEF: www.enredate.org/cas/formacion_profesorado/los_contenidos_ilicitos_nocivos_y_falsos

1. No te quedes en la primera referencia a la que te remite el buscador.
2. Busca páginas que contengan citas de libros especializados.
3. Busca páginas de instituciones educativas (universidades) pues éstas suelen ser permanentes y confiables.
4. Wikipedia es un buen comienzo pero no te debes quedar ahí. Conviene que revises las referencias, la bibliografía y los enlaces externos que están relacionados con la página de Wikipedia que consultaste y, además, no pierdas de vista que mucha de la información a la que remite puede ser muy técnica.
5. Wikipedia sirve para contrastar la información que se presenta en otras páginas. Normalmente es confiable, pero también insuficiente.
6. Los blogs en internet suelen caducar (no son permanentes) y por ello mucha información valiosa puede dejar de estar disponible.
7. Merece hacer el esfuerzo de establecer contacto vía correo electrónico con el autor de una página que te resulte interesante.
8. La calidad de una investigación aumenta conforme se incrementa la cantidad y calidad de sus fuentes.
9. En Ciencia y Matemáticas las páginas en inglés suelen estar más completas y contener información más actualizada.
10. Los textos que no encuentres en la biblioteca de tu escuela búscalos como archivos pdf.
11. Busca en la red entrevistas con autores reconocidos, puedes encontrarlos como texto o como video.
12. Si escribes entre comillas, por ejemplo: "camino, azar y probabilidad", el buscador listará todas las páginas donde encuentres esta frase literalmente.
13. Sistematiza tus propios métodos de búsqueda.
14. Recuerda que los libros son insustituibles y que las referencias que encuentras en la red son sólo otra forma de adquirir información. Además siempre será mejor, ya sea que consultes libros o la red, que busques en los textos de los autores que generaron la información que estás investigando.

Consultadas y generales

CENAM. (2018). *Resumen de la historia del kilogramo*, disponible en: cmed.mx/FIS2128

CENAPRED. (2017). *Tormentas eléctricas: ¡Protégete de los rayos!*, Sistema Nacional de protección civil, disponible en: cmed.mx/FIS2058

Cuentos cuánticos. (2012). "Teoría cinética de los gases ideales", disponible en: cmed.mx/FIS2040

Curioblogsite. (2017). "Estados de agregación menos conocidos y fases de la materia", disponible en: cmed.mx/FIS2033

El Horizonte. (2017). "González Camarena, el mexicano que le dio color a la televisión", disponible en: cmed.mx/FIS2124

Morelos habla. (2016). "La locomotora 279, testigo de la época revolucionaria en Cuautla", disponible en: cmed.mx/FIS2048

Radiological Society of North America. (2018). "Medicina nuclear general", disponible en: cmed.mx/FIS2116

Saber es práctico. (2017). "¿Qué son las auroras polares?", disponible en: cmed.mx/FIS2060

Twenergy. (2017). "¿Cómo construir un generador eléctrico casero?", disponible en: cmed.mx/FIS2053

AstroMía

www.astromia.com

Página web que contiene información y fotografías del Universo, Sistema Solar, Tierra y Luna.

Educaplus

www.educaplus.org

Recursos educativos.

Matemáticas cercanas

Rompiendo los muros de las matemáticas

<https://maticascercanas.com>

Página interactiva donde se ponen a prueba los conocimientos a través de acertijos, problemas, puzzles, fractales, humor matemático, entre otros.

NUPEX

Nuclear Physics Experience

<http://nupex.eu/index.php?lang=es>

Base de datos creada por físicos nucleares europeos. Contiene información con explicaciones paso a paso y apoyos visuales.

Twig

cmed.mx/FIS2083

Página web con contenidos visuales sobre Física, el Universo, el Sistema Solar, Fuerzas, Energía y Radiactividad, las Ondas, Electricidad y Circuitos.

WordPress

<https://wordpress.com/>

Página web para crear sitio web o diseñar un blog.



L1

Frabetti, Carlo. (2012). *Maldita física*. Madrid: SM (Colección Gran Angular).

L2

Viniestra, Fermín. (2014). *Una mecánica sin talachas*. México: FCE.

L3

Hammond, Richard. (2007). *¿Sientes la fuerza?* México: SEP-SM.

L4

Swaan, Bram de. (1999). *Isaac Newton el inglés de la manzana*. México: Andrés Bello.

L5

Hewit, Paul G. (2004). *Física conceptual*. México: Pearson Educación.

L6

Hawking, Stephen. (2004). *A bombros de gigantes. Las grandes obras de la Física y la Astronomía. "Galileo Galilei (1564-1642). Vida y obra."* Barcelona: Crítica.

Benítez, Luis. (2008). "Los sonámbulos: origen y desarrollo de la cosmología". Academia Mexicana de Ciencias, *Ciencia*, Vol. 59, Núm. 4, disponible en: cmcd.mx/FIS2013

L7

Fierro, Julieta. (2002). *¿Cómo acercarse a la astronomía?* México: LIMUSA.

Sagan, Carl. (1992). *Cosmos: una evolución cósmica de quince mil millones de años que ha transformado la materia en vida y conciencia*. México: Planeta.

Sagan, Carl. (1980). *Cosmos: un viaje personal. "La armonía de los mundos"*. EUA: KCTE, disponible en: cmcd.mx/FIS2137

L8

Hawking, Stephen. (2018). *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*. Barcelona: Crítica.



L9

Allen, Christine. (2009). "La Vía Láctea, nuestra galaxia". UNAM, *Ciencias*, Núm. 95, disponible en: cmcd.mx/FIS2029

García-Colín, Leopoldo. (2002). *Y sin embargo se mueven... teoría cinética de la materia*. México: FCE. También disponible en línea: cmcd.mx/FIS2030

L10

Curiblogsite. (2017). "Estados de agregación menos conocidos y fases de la materia", disponible en: cmcd.mx/FIS2033

Mercado, Hilda. (2016). "El agua... tan anómalamente intrigante", *Revista digital C² Ciencia y Cultura*, disponible en: cmcd.mx/FIS2036

L11

Cuentos cuánticos. (2012). "Teoría cinética de los gases ideales", disponible en: cmcd.mx/FIS2040

Flores, Jorge, Tagüeña, Julia y Tagüeña, Carmen. (2002). *Calor y temperatura*. México: SEP-Santillana.

L12

Feynman, Richard. (2016). *Seis piezas fáciles*. Capítulo 4. Barcelona: Crítica.

Rius de Riepen, Magdalena y Castro, Mauricio. (2003). *Calor y Movimiento*. México: FCE-SEP-Conacyt (Colección La Ciencia para todos).

L13

Morelos habla. (2016). "La locomotora 279, testigo de la época revolucionaria en Cuautla", disponible en: cmcd.mx/FIS2048

Tivenergy. (2017). "¿Cómo construir un generador eléctrico casero?", disponible en: cmcd.mx/FIS2053

L14

Balone, A. (2014). *Cómo funciona un pararrayos*, disponible en: cmcd.mx/FIS2055

CENAPRED. (2017). *Tormentas eléctricas: ¡Protégete de los rayos!*, Sistema Nacional de protección civil, disponible en: cmcd.mx/FIS2058

Wikibow. (2016). *Cómo prevenir descargas eléctricas*, disponible en: cmcd.mx/FIS2059

L15

Saber es práctico. (2017). "¿Qué son las auroras polares?", disponible en: cmcd.mx/FIS2060

Maldonado, Karina. (2014). *Monopolos magnéticos: la posibilidad de aislar cargas magnéticas*. UNAM, Instituto de Física, disponible en: cmcd.mx/FIS2064

Morrón, Laura. (2015). *Joan Feynman, la física de las auroras*. Bilbao: Mujeres con ciencia, disponible en: cmcd.mx/FIS2065

L16

Verne, Julio. (2005). *Veinte mil leguas de viaje submarino*. Capítulo XV. México: Anaya.

Verne, Julio. (2004). *Viaje al centro de la Tierra*. Capítulos XI y XVIII. México: Anaya.

González, Ángel. (2009). "Descubrimiento de las ondas de Radio: la confirmación de la Teoría Electromagnética". *Investigación y Ciencia* (edición española de *Scientific American*), disponible en: cmcd.mx/FIS2067

Ift. (2016). *El espectro radieléctrico*, disponible en: cmcd.mx/FIS2072

Ecured. (2011). *Telecomunicaciones*, disponible en: cmcd.mx/FIS2073



L17

Noreña, Francisco. (2005). *Dentro del átomo*. México: Conaculta/Dirección General de Publicaciones.

L18

Arnold, Nick. (2007). *La sorprendente historia de todas las cosas*. México: SEP-Molino.

L19

Hacyan, Shagen. (2002). *Relatividad para principiantes*, México: FCE (Colección La Ciencia para todos), disponible en: cmcd.mx/FIS2082

L20

Arnold, Nick. (2007). *Esa poderosa energía*. México: SEP-Molino.

Michel, François. (2008). *La energía a tu alcance*. México: SEP-Oniro.

Lavín, Mónica. (2007). *planeta azul, planeta gris*. MÉXICO: SEP-ADN Editores.

L21

Hye-Jeong, Lee y Ik-su, K. (2012). *Energías del futuro*. México: SEP-Castillo.

Tagüeña, Julia y Martínez, Manuel. (2009). *Fuentes de energía y desarrollo sustentable*. México: SEP-ADN.

Waliszewicz, Marek. (2005). *Energía alternativa*. México: SEP-Planeta.

Michel, François. (2005). *La energía paso a paso*. México: SEP-Fernández Editores.

L22

Palou, Nacho. (2016). *Un parche convierte el calor de tu cuerpo en electricidad*. El País-Tecnología, disponible en: cmcd.mx/FIS2111

L23

Gazitúa, Ricardo. (2007). *Examen General Físico. Pulso arterial*. Manual de Semiología, disponible en: cmcd.mx/FIS2115

Radiological Society of North America. (2018). "Medicina nuclear general", disponible en: cmcd.mx/FIS2116

Isquemia. (2017). *Cardiopatía isquémica*, disponible en: cmcd.mx/FIS2118

Reynoso, Carlos (2017). *Cómo ver el cerebro*. Cienciorama, DGDCUNAM, disponible en: cmcd.mx/FIS2119

OMS. (2016). *Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección*, disponible en: cmcd.mx/FIS2121

L24

CENAM. (2018). *Resumen de la historia del kilogramo*, disponible en: cmcd.mx/FIS2128

Créditos iconográficos

Bancos de imágenes

- © Shutterstock: p. 16, 24, 33, 45, 57, 65, 77, 79, 85, 94 (arr.), 95, 98, 99, 102, 104, 112, 113, 115 (ab.), 117 (arr.), 121, 122, 125, 132, 137, 139, 140, 142, 145, 149, 150, 153, 154 (izq. y der.), 158, 160 (arr.), 162, 166, 174 (arr.), 177, 182, 183, 188, 203-206, 208, 211, 212, 216, 217 (arr.), 219-221, 227, 228 (arr.), 229, 230 (ab.), 231, 233 (arr.), 236-239 (ab.), 241, 243, 244, 247.
- © Nasa: p. 63 (izq.), 85, 93 (X-ray: NASA/CXC/Univ. of Waterloo/A.Vantighem *et al.*; Optical: NASA/STScI; Radio: NRAO/VLA), 196, 199, 209.
- © CORREO DEL MAESTRO/Pedro Zúñiga: p. 18, 21, 30, 43, 47, 48, 72, 168.
- © Latinstock México/Science Photo Library: p. 104 (der.)
- © Wikimedia Commons: p. 241.
- © SMU Central University Libraries: p. 246 (caruaje de mexicanos en la frontera de Arizona, 1982).
- © OpenStreetMap: p. 249.

Fotógrafos

- © Carlos Hahn: p. 12, 13, 52 (collage), 131, 143, 167, 214, 222, 229, 253.
- © Sheila Terry/Science Photo Library: p. 42
- © Nikhita S/Unsplash: p. 78 (arr.).
- © Maxim Petrichuk/Shutterstock: p. 144.
- © Eric Castancyra: p. 151, 157 (fotomontajes), 192 (fotomontaje/Shutterstock).
- © Zapp2Photo/Shutterstock: p. 154 (niña con robot).
- © Rostislav Glinsky/Shutterstock: p. 154 (tranvía).
- © César Sánchez/ Wikipedia Commons: p. 155.
- © Vanessa Volk/Shutterstock: p. 156.
- © Lee Prince/Shutterstock: p. 165.
- © Dickenson V. Alley/Wikimedia Commons: p. 173.
- © Wilhelm Röntgen/Wikimedia Commons: p. 187.
- © Julian Herzog/Wikimedia Commons: p. 195.
- © R3F/LatinStock: p. 213 (adolescente).
- © Joaquín Bernuecos Villalobos: p. 245.
- © George P. Lewis: p. 246 (ab.).
- © Meunierd: p. 247.

Ilustrador

- © Israel Eliseo Martínez Sánchez: p. 17, 20, 22, 26-28, 31, 32, 34-36, 38, 41, 46, 49-51, 53, 54, 56, 58, 59, 62, 63 (der.), 64, 67-71, 73, 74, 78 (ab.), 80-83, 86-90, 94 (ab.), 106, 107, 109, 110, 111, 115 (arr.), 116, 117 (ab.), 119, 123, 124, 127, 128, 136, 146, 147, 152, 156 (ab.), 160 (ab.), 163, 164, 171, 176, 179, 186, 189-191, 197, 201, 210, 213 (arr. y centro), 215, 217 (ab.), 218, 224, 228 (ab.), 230 (arr.), 232, 233 (ab.), 234, 235 (fotomontaje/Shutterstock), 239 (arriba/fotomontaje), 250, 252.
- © Rosa Trujano López: p. 60, 133, 135, 198, 240, 249 (fotomontaje).
- © Martha Covarubias Newton[†]: p. 114, 161, 169, 170, 172, 174, 175.
- © Matías Berbejillo: p. 224 (modificada por Israel Eliseo Martínez Sánchez).

Fotografía de cubierta

- © Carlos Hahn.
Feria de San Marcos, 1998,
Aguascalientes, Ags., México.





Este libro se imprimió en

en de .

La tirada fue de
ejemplares.

