

Materia, pensamiento matemático y tecnología



Gobierno de
México

Educación
Secretaría de Educación Pública

**Bachillerato
Nacional**

DGB



LIBRO DE TEXTO GRATUITO MATERIA, PENSAMIENTO MATEMÁTICO Y TECNOLOGÍA

DIRECTORIO

Mario Martín Delgado Carrillo
Secretario de Educación Pública

Tania Hogla Rodríguez Mora
Subsecretaria de Educación Media Superior

Virginia Lorenzo Holm
Coordinadora Sectorial Académica

Uladimir Valdez Pereznuñez
Director General del Bachillerato

Liliana Sánchez Estrada
Directora de Coordinación Académica

Eva Bibiana Saavedra Romero
Directora Académica del Telebachillerato Comunitario

Fabián Acosta Arreguín
Jefe de Seguimiento Académico a Modalidades Mixtas

CRÉDITOS

Autoría

Abril Daniela Moreno Gerardo - Guerrero
 Alexander Alor Castillo - Coahuila
 Andrés Bravo Morales - Guerrero
 Blanca Rubí Hernández Ávila - Zacatecas
 Candi Andi Gálvez Mayo - Guerrero
 Edilia Rodríguez Maldonado - Guerrero
 Elizabeth Guardado Martínez - Zacatecas
 Fabián Orlando Rodríguez Flores - Coahuila
 Génesis de Luna Garza - Coahuila
 Geramael Hidalgo Juárez - Michoacán
 Guadalupe Sánchez Gómez - Guerrero
 José Alberto Barrera Ramos - Guerrero
 José Rolando Obregón Ocura - Coahuila
 Juan Francisco Flores Piedra - Guerrero
 Juan Manuel Escobedo Hernández - Quintana Roo
 Lucero Yazmin Villa Riestra - Zacatecas
 María Guadalupe Díaz Moyao - Guerrero
 Norma Espinoza Montaña - Campeche
 Normasil González Santiago - Guerrero
 Ociel Rizo Morales - Guerrero
 Orquídea de Dios Espinobarros - Guerrero
 Paola Soraya Quiroga Mc-Liberty - Quintana Roo
 Pascual Rodríguez Casarrubias - Guerrero
 Roberto del Jesús May Angulo - Campeche
 Romel Humberto Manzano Chin - Yucatán
 Santiago Suárez Ibarra - Coahuila
 Severina Salmerón Merino - Guerrero
 Simón Valente Fernández - Guerrero
 Yolanda Yareth Alonso Marino - Guerrero
 Alfonso Hamal Ortíz Ramírez
 Arnulfo Montoya Moreno
 Leonardo Daniel Olvera Aguila
 Landy Estephania Zambrano Arguello
 Marlene García Gines
 Mayra Guadalupe Pérez Rivero

Comité Académico Validador

José Luis Gutiérrez Sánchez

Sofía Jazmín Ortiz Soto

Alfonso Ortiz Avila

F. Ricardo Valdez González

Irving Ignacio López López

Itzia Calixto Albarrán

Oscar Alejandro Esquivel Flores

Apoyo técnico pedagógico

José Agustín Mendoza Abascal

Lorena Elizabeth Galván Flores

Paloma Alejandra Palacios Tiburcio

Verónica Arredondo Gutiérrez

Xóchitl Rivera Beltrán

Alberto Ismael Castillo López

Enrique Lira Fernández

Diseño

Azereth Alexandra Cruz Monter

Andrea Olvera Zaragoza

Sandra Bernal Navarrete

Corrección de estilo

Nadia Mariana Villegas López

PRESENTACIÓN

Retomando la *cosmopercepción* de los pueblos originarios de Mesoamérica, las luchas de liberación reconocen la importancia de la reconstrucción del tejido comunitario y la generación de ambientes de participación comunitaria que decantan en un cambio de conciencia.

De acuerdo con Freire, la educación popular es una postura político-pedagógica que genera procesos educativos que permiten —a sectores históricamente orillados a la marginación— identificar las desigualdades existentes en el sistema hegemónico actual y, a partir de las lecturas críticas de estas, reconocerse como agentes de transformación.

Con base en lo anterior, los libros de texto gratuitos para el Telebachillerato Comunitario se plantean como una herramienta para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el abordaje de contenidos formativos y actividades que buscan fortalecer y acompañar el estudio independiente, así como reforzar la articulación con el currículum ampliado y otros submódulos.

En este sentido, reconocemos la diversidad de estilos de enseñanza y las particularidades de cada entorno educativo, por lo que los libros de texto gratuitos se conciben como recursos dinámicos que permiten que la comunidad estudiantil contextualice el contenido de acuerdo con sus necesidades, características e intereses.

Así, el objetivo es brindar a docentes y estudiantes un material que coadyuve a generar espacios de dialogo, convivencia y aprendizaje, en el que la inteligencia colectiva sea el motor para la construcción de conocimiento.

¡Adelante, pongamos en marcha nuestro *sentipensar*!

ÍNDICE

Mi ruta de aprendizaje	
De la curiosidad a la pregunta científica.....	9
Mi ruta de aprendizaje	
Medir para comprender.....	28
Mi ruta de aprendizaje	
El mundo como sistema científico.....	46
Mi ruta de aprendizaje	
El número como construcción humana.....	69
Mi ruta de aprendizaje	
El átomo: imaginar lo invisible.....	92
Mi ruta de aprendizaje	
Orden y periodicidad en los elementos.....	118
Mi ruta de aprendizaje	
Fuerzas que construyen la materia.....	144
Mi ruta de aprendizaje	
Interpretar la realidad con números.....	164
Mi ruta de aprendizaje	
Sustancias y mezclas en el entorno.....	193
Mi ruta de aprendizaje	
Escala, magnitud y precisión.....	215
Mi ruta de aprendizaje	
Comprender para transformar mi entorno.....	236



INTRODUCCIÓN

Aprender ciencia no es acumular respuestas: es aprender a formular las preguntas correctas.

Este libro nació de una idea, que el pensamiento científico y matemático es una capacidad humana que se activa cuando alguien —desde cualquier comunidad, en cualquier rincón del país— se detiene a observar el mundo y se pregunta por qué.

El libro denominado *Materia, pensamiento matemático y tecnología* integra tres campos del conocimiento —la ciencia, la tecnología y el pensamiento matemático— y los articula en torno a una pregunta fundamental: ¿cómo entender y transformar el entorno desde donde vivimos?

A lo largo de once lecciones, el libro te invita a transitar un camino que va de la curiosidad a la indagación, de la indagación a la comprensión, y de la comprensión a la acción. No se trata de memorizar fórmulas ni de reproducir definiciones; se trata de construir, con herramientas conceptuales sólidas, una mirada crítica sobre la materia, el número, las fuerzas, las sustancias y los sistemas que dan forma al mundo.

El libro *Materia, pensamiento matemático y tecnología* te permitirá reflexionar sobre cómo el conocimiento científico permite estudiar y entender fenómenos naturales del entorno, desarrollar un pensamiento crítico, plantear preguntas, la capacidad de observar, entre otras.

Identificarás que aprender en comunidad no es una limitación, sino una ventaja. Las experiencias locales, los saberes del territorio y la diversidad cultural del Telebachillerato Comunitario, no son obstáculos para acceder al conocimiento científico, son el punto de partida más poderoso para construirlo. En estas páginas encontrarás referencias a científicas y científicos mexicanos —como Julieta Fierro, Mario Molina, Miguel Alcubierre, entre otros— cuyo trabajo demuestra que la ciencia también se hace desde aquí.

Este libro no es un manual de respuestas. Es un cuaderno de preguntas compartidas. Úsalo con curiosidad y con la certeza de que comprender el mundo es siempre el primer paso para transformarlo.



Mi ruta de aprendizaje



(Imagen de referencia). Rostro de una persona observando una mano que sostiene un signo de interrogación (o cualquier objeto), analizándolo y cuestionándolo. Hace alusión a cuestionar algo, habla sobre la transición de la duda cotidiana a la formulación de preguntas científicas.

De la curiosidad a la pregunta científica

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

Esta lección te ayudará a transformar tu curiosidad en preguntas científicas claras, para que puedas investigar, comprender mejor tu entorno y tomar decisiones basadas en evidencia.

Actividades de la lección: <i>De la curiosidad a la pregunta científica</i>				
Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s)/ Producto(s)	Herramientas de evaluación
Lo que sé y cómo lo sé	Que el estudiantado reflexione de manera crítica sobre cómo las personas adquieren conocimientos acerca de los fenómenos del entorno, distinguiendo entre lo que observan, lo que creen comprender y lo que realmente pueden comprobar mediante la experimentación.	Papel, pluma, lápiz, borrador o corrector	Una oración breve por cada una de las cuatro preguntas planteadas	Con el cumplimiento de la actividad
De lo que sabes a lo que preguntas	Que el estudiantado desarrolle la capacidad de observación y pensamiento crítico al formular preguntas sobre el entorno, intercambie ideas con otros y reflexione para transformar curiosidades en preguntas con enfoque científico.	Papel, pluma, lápiz, borrador o corrector	Tres descripciones breves, de una o dos líneas, para cada pregunta planteada	Lista de cotejo
Transformar la observación en pregunta	Que el estudiantado fortalezca la capacidad de convertir observaciones cotidianas en preguntas de investigación claras, medibles y con enfoque científico, mediante el análisis, la colaboración y la reflexión.	Papel, pluma, lápiz, borrador o corrector	Cuadro descriptivo sobre cómo transformar una afirmación en una pregunta científica	Rúbrica de valoración de cinco niveles



¿Qué saberes traigo conmigo?

Lo que sé y cómo lo sé

Realiza la siguiente actividad

1. Escribe en tu cuaderno tres afirmaciones sobre **fenómenos** de tu entorno.
2. Puedes usar estos ejemplos o proponer otros:
 - El metal se calienta más rápido que la madera.
 - El agua se evapora más rápido cuando hace calor.
 - Las plantas crecen hacia la luz.
 - La ropa oscura absorbe más calor que la blanca.



Imagen 1. *Fenómenos cotidianos de mi entorno.* (Imágenes de referencia). Se muestran cuatro fenómenos cotidianos —electricidad: estática al tocar algo o a alguien, fruta con crecimiento de microorganismos, fuegos pirotécnicos, marca de mano en un vidrio con vapor (u otros)— cuya observación detallada alienta la curiosidad y el cuestionamiento.

3. Para cada afirmación, describe en tu cuaderno en una o dos líneas:

- ¿Cómo aprendí eso?
- ¿Lo observé directamente, me lo dijeron o lo deduje?
- ¿Podría ponerlo a prueba? ¿Cómo?
- ¿Qué resultado me haría pensar que mi idea inicial era incompleta o incorrecta?

Recomendaciones

No busques responder correctamente, simplemente responde con sinceridad. Eso te ayudará a saber ¿cuál es el origen de eso que sabes? y ¿cómo lo aprendiste?



Cierre de actividad

Detente un momento y reflexiona lo que acabas de hacer. Seguramente notaste que no es lo mismo:

- Haber VISTO algo varias veces,
- CREER que sabes por qué ocurre,
- y poder DEMOSTRARLO.

Esa diferencia es decisiva. Observar es el primer paso hacia una explicación, repetir una experiencia permite profundizar en su comprensión y las ideas razonables encuentran su valor al ser validadas. Ese es exactamente el punto de partida de la ciencia.

¿Sabías que... tu cerebro trabaja, aunque tú no se lo indiques? Tu cerebro está constantemente buscando explicaciones a lo que observas. Esta es la base del pensamiento científico, ¡y lo hace sin que te des cuenta!

Fuente bibliográfica: Karl Friston. (2010). *The free-energy principle: A unified brain theory?* Nature Reviews Neuroscience, 11(2), 127–138. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nrn2787>



Punto de encuentro

Cuando algo te sorprende, ¿te quedas con la duda o intentas explicarlo?

La curiosidad es el punto de partida de la ciencia

La *curiosidad* es una capacidad natural que impulsa nuestro deseo de comprender el mundo. Desde el inicio de tu vida, la has usado para explorar el mundo al tocar, observar, probar, equivocarte y volver a intentar. Cada vez que te preguntas “¿por qué pasa esto?”, “¿cómo funciona?” o “¿qué pasaría si...?” estás buscando explicar la realidad que te rodea. Esa necesidad de saber más tiene un nombre, se llama curiosidad, y es el punto de partida de la ciencia.

Sin embargo, la curiosidad por sí sola no genera *conocimiento científico*. Para que eso ocurra, es necesario transformarla en preguntas claras, investigables y fundamentadas; en otras palabras, en *preguntas científicas*. Este paso —de la *curiosidad* a la pregunta— marca el inicio del trabajo científico.



Imagen 2. *La ciencia comienza con una pregunta simple.* (Imagen de referencia). Una persona reflexiva contempla su entorno en un campo o terreno abierto y el cielo al atardecer. Hace alusión a la generación de conocimiento cotidiano, al observar con detalle, hacerse preguntas, cuestionarse a sí mismo y reflexionar.

Este proceso forma parte de la vida cotidiana, cada vez que cuestionamos una afirmación, buscamos información confiable o analizamos datos antes de tomar una decisión, estamos poniendo en práctica el *pensamiento científico*.

La curiosidad, entonces, no es el final del camino, sino el punto de partida. Cuando se orienta mediante preguntas bien formuladas y se apoya en *evidencia*, se convierte en una herramienta poderosa para comprender el mundo.

Recordatorio

Las grandes preguntas científicas surgieron de fenómenos cotidianos, como la caída de los objetos o la formación de sombras.

De una idea vaga a una pregunta clara

Imagina que notas que algunas plantas crecen más rápido que otras. Podrías preguntarte por qué ocurre ese fenómeno. Es una buena pregunta, pero todavía es muy general. Ahora piensa cómo podrías hacerla más específica de manera que te permita explorar distintas posibilidades. Por ejemplo: ¿qué factores podrían estar relacionados con las diferencias en el crecimiento de las plantas?, ¿qué condiciones del entorno podrían influir en su desarrollo?, ¿qué características de las plantas o de su ambiente sería importante observar y comparar?

Así, tu curiosidad se convierte en algo más preciso. Estás construyendo una *pregunta científica*. Entonces, ¿qué hace que una pregunta sea científica?

Una pregunta científica tiene algunas características importantes:

- Se basa en fenómenos que pueden observarse o medirse de manera objetiva.
- Puede ponerse a prueba mediante una investigación, experimento o recolección de evidencia.
- Tiene una posible respuesta basada en evidencia a partir de observaciones, datos y análisis.
- Es clara y específica, lo cual permite evitar interpretaciones ambiguas.

Por ejemplo: ¿Cómo influye el tipo de luz que reciben las plantas en su crecimiento y desarrollo? Esta pregunta ya se puede investigar. Puedes diseñar un experimento, comparar resultados y obtener respuestas a la pregunta planteada.



Imagen 3. ¿Es lo mismo la luz natural y la luz artificial para las plantas? (Imágenes de referencia). Dos tipos de luz en un mismo tipo de cultivo (lechuga u otro); luz artificial en un invernadero contra luz natural en campo abierto.

Formular preguntas científicas es una forma de pensar que cualquiera puede desarrollar. Ponerla en práctica resulta útil porque te ayuda a no aceptar todo como verdad sin cuestionarlo, buscar explicaciones más profundas o tomar decisiones mejor informadas. En otras palabras, te convierte en alguien que no solo observa el mundo, sino que intenta entenderlo.

Experiencia, tradición y ciencia

Seguramente no todo lo que sabes lo aprendiste en la escuela. Sabes cosas porque alguien te las enseñó, porque las viste funcionar o porque forman parte de tu cultura. Eso también es *conocimiento*, pero ¿todo el conocimiento es igual?

Hay tres formas básicas de adquirir conocimiento, esto es, mediante la *experiencia*, la tradición y la ciencia. Cada una de estas formas nos permite entender el mundo, aunque lo hace de maneras distintas.

Glosario

Curiosidad: interés o deseo de saber más sobre algo que observas o no entiendes.

Experiencia: aprendizaje que obtienes a partir de lo que vives u observas directamente.

Fenómeno: hecho o situación que ocurre en la realidad y que puede ser observado o estudiado.

Pregunta científica: interrogante objetiva y comprobable que puede investigarse mediante observación, medición o experimentación.

Pensamiento científico: forma de analizar y comprender el mundo basada en preguntas, evidencia y razonamiento.

La experiencia es aprender haciendo

La experiencia es lo que aprendes viviendo, es decir, la adquieres a medida que interactúas con tu entorno. Por ejemplo, sabes que el fuego quema porque lo viste o lo experimentaste, o sabes que una planta necesita agua porque lo has observado. A este tipo de conocimiento también se le llama *empírico*, y es valioso porque viene de la práctica, sin embargo, puede ser limitado ya que depende de lo que cada persona ha vivido. Lo que tú experimentas no siempre aplica en todos los casos.

La tradición es lo que pasa de generación en generación

La tradición, por su parte, se construye a través de lo que otras personas nos enseñan. Incluye costumbres, creencias y saberes que se transmiten de generación en generación, por ejemplo, el uso de plantas medicinales, técnicas de cultivo, formas de construir o cocinar. Muchas tradiciones tienen una base muy sólida construida a partir de años o siglos de *observación*, pero también pueden incluir creencias que no han sido comprobadas.

Biografía

Cuando **Isaac Newton** (1643-1727) tenía poco más de 20 años, una epidemia lo obligó a resguardarse en casa. Ese aislamiento lo hizo pensar, observar y hacerse preguntas como ¿por qué todo cae hacia el suelo? Pero no se conformó con ver, sino que quiso entender. Planteó la idea, observó, pensó, hizo cálculos y comprobó sus propuestas. Esa curiosidad lo llevó a desarrollar la teoría de la gravedad, una de las ideas más importantes de la física. ¡Y todo empezó con una pregunta! Newton no tenía todas las respuestas desde el inicio, pero tenía algo mucho más importante: la capacidad de hacerse preguntas y buscar posibles respuestas.

La ciencia es comprobar, cuestionar y explicar

La ciencia, en cambio, es una forma de conocimiento que busca explicaciones basadas en evidencia, observación y razonamiento. No se conforma con lo que parece cierto o con lo que siempre se ha creído, sino que hace preguntas, propone explicaciones y las pone a prueba.

La ciencia toma elementos de la experiencia y, en muchos casos, parte de la tradición, pero hace algo más:

- cuestiona: no da nada por hecho;
- investiga: busca evidencia;
- comprueba: repite y verifica resultados;
- explica: construye conocimientos que otros pueden entender y usar.

En otras palabras, la ciencia no se basa solo en “funciona” o “siempre se ha hecho así”, sino en por qué funciona y bajo qué condiciones; por lo tanto, el conocimiento científico tiene la siguiente estructura:

observación → pregunta → hipótesis → experimentación → análisis → conclusión

Aunque parecen ideas opuestas es importante que entiendas que la experiencia, la tradición y la ciencia no son enemigas; de hecho, muchas veces trabajan juntas. Por ejemplo, una comunidad puede conocer, por experiencia, que cierta planta medicinal alivia el dolor porque la ha usado y ha observado sus efectos.

Ese mismo uso puede formar parte de su tradición al transmitirse de generación en generación como un remedio confiable. La ciencia, por su parte, puede estudiar esa planta, identificar sus compuestos y explicar por qué funciona para aliviar el dolor, en qué dosis es útil o en qué casos no lo es. De este modo, distintas formas de conocimiento se complementan para ofrecer una comprensión más amplia de la realidad; y así, el conocimiento se enriquece.

Glosario

Empírico: conocimientos, métodos o hechos fundamentados directamente en la experiencia.

Evidencia: información o datos que demuestran la veracidad o falsedad de una idea o explicación.

Observación: acción de mirar con atención un fenómeno para obtener información.

Hipótesis: posible respuesta a una pregunta, que puede ponerse a prueba.

Investigación: proceso de búsqueda de información para responder preguntas y generar conocimiento.

Tu papel en todo esto

Tú también construyes conocimiento todos los días cuando observas, cuando preguntas o cuando pruebas cosas nuevas, la diferencia está en cómo lo haces. Si combinas tu curiosidad con preguntas claras y buscas evidencia para responderlas, estás pensando como científica o científico, y eso no es exclusivo de un laboratorio, es una forma de ver el mundo que puedes usar en tu vida diaria.

Glosario

Conocimiento: conjunto de ideas, experiencias y aprendizajes que tienes sobre el mundo.

Duda: incertidumbre o falta de certeza que te lleva a cuestionar algo.

Patrón/patrones: relaciones o repeticiones que se identifican al observar fenómenos.

Análisis: proceso de examinar información para comprenderla mejor.

Es momento de que pongas a prueba lo que has aprendido en tu recorrido por esta lección, de esta manera te resultará más sencillo hacerte preguntas en tu día a día y desarrollar pensamiento crítico.



Actividad. De lo que sabes a lo que preguntas

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Realiza un reto de observación rápida: durante un minuto, observa a tu alrededor (salón, patio o casa) y elige algo curioso o fuera de lo común.

1. Escríbelo en una frase de afirmación, por ejemplo: el agua se evapora, la planta crece o el metal se oxida.
2. Después convierte esas afirmaciones en preguntas en cada caso. Pueden empezar con “¿por qué...?”, “¿cómo...?” o “¿de qué manera...?”; escribe al menos tres ejemplos.

¡Ideas en movimiento!

Intercambia tus preguntas con alguna compañera o compañero. Escribe las respuestas de las preguntas planteadas en una o dos líneas. Cada uno debe agregar una nueva idea o posible explicación a la pregunta del otro. Pueden ser:

- ¿Qué observaste?
- ¿Por qué te llamó la atención?
- ¿Qué crees que está pasando? (aunque no estés seguro o segura)

¡Uno las piezas!

Revisa las ideas que recibiste y responde: ¿en qué se parecen a la tuya?, ¿cuáles crees que se podrían investigar?, ¿de dónde surgieron, de la experiencia o de algo que escuchó u observó?

¡Es hora de mostrar!

De manera voluntaria o por turnos, comparte tu pregunta en voz alta. El grupo puede levantar la mano si les parece interesante o si creen que se puede investigar.

Tu reto de hoy

Pregúntale a un familiar una explicación común sobre algo cotidiano (por ejemplo: “las plantas crecen más rápido con música” o “el frío enferma”), y detecta qué parte suena a suposición o creencia. Luego, formula una pregunta científica que ponga a prueba esa idea y ajusta tu pregunta para evitar sesgos o prejuicios (por ejemplo, en lugar de asumir que algo funciona, pregúntate bajo qué condiciones y cómo se podría medir).

Consejo: identifica qué tipo de evidencia necesitarías para responderla.

¿Cómo fue mi camino?

Finalmente, escribe una breve reflexión: ¿cómo cambió tu pregunta con la ayuda de otros?, ¿qué idea te hizo pensar diferente?, ¿qué aprendiste de escuchar a tus compañeros?

Evalúo el proceso.

Ayúdame de la siguiente lista de cotejo para evaluar si esta actividad cumplió su objetivo:

Criterio	Sí	No
Observé un fenómeno con atención		
Formulé preguntas claras		
Escuché y respeté las ideas de mis compañeras y compañeros		
Reflexioné sobre mi aprendizaje		
Aprendí a transformar preguntas simples en preguntas científicas		
Cambié mi forma de observar el mundo		
Compartí mi experiencia con el grupo y mostré respeto		

Comentarios:

Tipos de preguntas científicas

Es importante que sepas que no todas las preguntas científicas buscan lo mismo. Distinguir entre distintos tipos de preguntas permite afinar la manera en que investigamos y entender qué tipo de respuestas podemos esperar.

Algunas preguntas se centran en **describir fenómenos**, es decir, buscan observar, identificar, registrar o caracterizar un fenómeno sin necesariamente explicar sus causas. Suelen responder al qué, cómo, cuánto, cuándo o dónde; por ejemplo, ¿qué ruta sigue una especie durante su migración?, ¿qué cambios se observan en la temperatura a lo largo del año? Estas preguntas son fundamentales porque constituyen el primer acercamiento al objeto de estudio.

Otras preguntas buscan **establecer relaciones** entre variables. En este caso, no solo interesa qué ocurre, sino cómo se conectan distintos factores, por ejemplo, ¿cómo cambia el crecimiento de una planta en función de la luz? o ¿qué relación existe entre la contaminación y la salud respiratoria? Estas preguntas permiten identificar patrones y asociaciones.

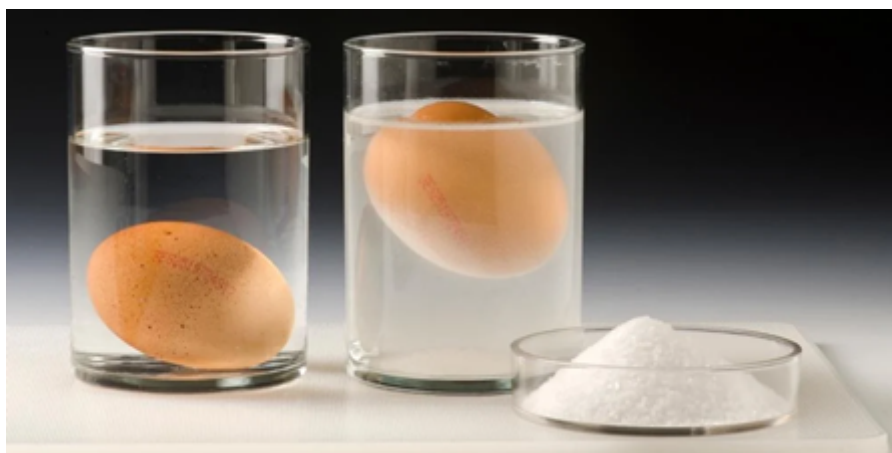


Imagen 4. ¿Qué pasa si alteras uno de los factores? (Imagen de referencia). Dos vasos con agua, uno de ellos con sal disuelta (el agua se ve más turbia respecto al otro vaso). Al lado del vaso con agua salada hay un recipiente más pequeño que muestra un poco de sal. Hay un huevo en cada vaso. En el vaso con agua salada, el huevo flota, mientras que, en el vaso con solo agua, el huevo está en el fondo.

Finalmente, están las preguntas que intentan **explicar causas o relaciones causa-efecto** entre variables, tales como ¿por qué ocurre un fenómeno?, ¿qué factores lo provocan? Este tipo de preguntas son indispensables para la ciencia, ya que buscan construir explicaciones más profundas sobre la realidad.

Reconocer estas diferencias ayuda a formular mejores preguntas y también a elegir estrategias adecuadas para investigarlas. No es lo mismo describir, relacionar o explicar, cada tipo de pregunta implica formas distintas de observar, *medir* e interpretar.

La importancia del error y la duda

En el camino de la curiosidad a la pregunta científica, el error y la duda no deben verse como obstáculos, sino como herramientas fundamentales. Formular una pregunta no siempre resulta en un proceso lineal ni definitivo, de hecho, muchas veces implica equivocarse, replantear ideas y ajustar el enfoque.

Una pregunta puede estar mal planteada, ser demasiado amplia o basarse en suposiciones incorrectas. Pero lejos de invalidar el proceso, estos errores permiten refinar el pensamiento. Cada ajuste te acerca más a una pregunta clara, precisa e investigable.

La duda, por su parte, cumple un papel de suma importancia en la ciencia; esto es, cuestionar lo que parece evidente, poner en duda explicaciones previas o incluso desconfiar de nuestras propias ideas abre la puerta a nuevas formas de comprender el mundo. Sin duda no hay investigación.

Recordatorio

Equivocarte también es parte de la ciencia. Muchos descubrimientos importantes surgieron de errores o resultados inesperados.

Además, en la ciencia las respuestas nunca son absolutas ni finales, nuevas evidencias pueden transformar preguntas anteriores o dar lugar a otras completamente distintas. Por eso, aprender a convivir con la incertidumbre es parte del pensamiento científico.



¿Cómo estuvo la ruta?

Actividad. Transformar la observación en pregunta

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Intercambio grupal: en equipos de tres a cuatro personas, revisen las tres afirmaciones sobre fenómenos de su entorno que escribieron en la primera actividad de la lección “Lo que sé y cómo lo sé”. Luego, cada uno elija una de ellas para trabajar.

¡Ideas en movimiento!

Organicen la información en una hoja e identifiquen si se trata de un saber empírico, tradicional o una afirmación con orientación científica. Luego reescribanla como pregunta de investigación.

¡Uno las piezas!

Una vez organizada la información, escríbanla en un pliego de papel o cartulina para presentarla al grupo. Una vez que terminen, intercambien su observación con otro equipo. El equipo receptor debe transformarla en una pregunta más completa usando *cómo* o *cuánto*. Por ejemplo: “hace calor” se transforma en “¿cómo cambia la temperatura durante el día?”

¡Es hora de mostrar!

El equipo original recibe la pregunta transformada y la mejora revisando que cumpla con estos criterios:

- sea clara,
- plantee algo que pueda observarse o registrarse,
- permita obtener datos o evidencia para responderla,

- sea específica y no demasiado general,
- sea precisa; si es necesario, la ajustan para hacerla más precisa.

¿Cómo fue mi camino?

En equipo, reflexionen: ¿qué cambios hicieron a la pregunta?, ¿qué fue lo más difícil?, ¿qué aprendieron sobre hacer preguntas más científicas?, ¿qué hace que una pregunta sea útil?, ¿por qué observar no es suficiente?, ¿qué cambió en tu forma de mirar tu entorno?

Evalúo el proceso

Reflexiona y evalúa de manera individual tu desempeño con apoyo de la siguiente tabla:

Criterio	Muy poco	Poco	Regular	Mucho	Bastante
Ayudé a mejorar la pregunta.					
Entendí cómo hacerla más clara y medible.					
Reconocí algún aspecto que puedo mejorar.					
Aprendí la diferencia entre observar y explicar.					
Pude elaborar una pregunta científicamente útil.					
Planteé y comprobé alguna de mis hipótesis.					
Aprendí sobre las distintas formas de construir conocimiento.					
Cambió mi manera de pensar sobre lo que ya sabía.					

Escribe, ¿cuál valoración obtuviste en la mayoría de tus respuestas?:

Recomendaciones

Observa este video y averigua cinco cosas para mejorar tu pensamiento crítico:



Tu reto de hoy

Pídele a alguien que elija un objeto y lo esconda o mételo en una bolsa sin verlo bien. Luego, sin sacarlo, explóralo solo con el tacto, el sonido o el peso y anota todo lo que te dé curiosidad (¿de qué material será?, ¿para qué sirve?, ¿por qué tiene esa forma?). Convierte esas ideas en preguntas científicas más precisas. Después, saca el objeto y compara: ¿qué preguntas eran útiles?, ¿cuáles estaban basadas en suposiciones?

Si ya sabes preguntar, ahora necesitas aprender cómo comprobar lo que propones.

Referencias

- Marder, M. (2012). *Curiosity and research*. Cambridge University Press.
- Jirout, J. J. (2020). *Supporting early scientific thinking through curiosity*. *Frontiers in Psychology*, 11, 1715. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01715>
- Park, A.T., Colantonio, J., Delgado Reyes, L., Sharp, S., Koepp, A., Bonawitz, E., and Mackey, A. (2026). *Question asking practice fosters aspects of curiosity in science content in young children*. *npj Science of Learning*. 11, 2 <https://doi.org/10.1038/s41539-025-00384-5>
- Freestone, M., Khan, S., and Mason, J. (2023). *Question sense, inquiry, and inventiveness*. *Prospects*. <https://doi.org/10.1007/s11125-023-09634-z>
- Clark, S., Harbaugh, A.G. and Seider, S. (2019), *Fostering adolescent curiosity through a question brainstorming intervention*. *Journal of Adolescence*, 75: 98-112. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2019.07.007>
- Rakedzon, T., and Van Horne, C. (2024). "Curious is as curious does": *Fostering question-asking in a Sino-foreign engineering school—A case study*. *Sustainability*, 16(17), 7308. <https://doi.org/10.3390/su16177308>
- Ruvalcaba Cervantes, J. M., y Álvarez González, M. J. (2026). *Curiosidad, pensamiento científico y pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias*. *Revista DIDAC*.
- Nina Mamani, D. E. (2024). *Didáctica de la indagación científica en educación primaria*. *Revista de Investigación Educativa*.
- Muñoz Rosero, A. N., y Osorio Valdés, L. M. (2025). *De la curiosidad a la ciencia*. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Chalmers, A. F. (2010). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Siglo XXI Editores. (Obra original publicada en 1976).
- Kuhn, T. S. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas* (2ª ed.). Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1962).
- Flores-Camacho, F. (Coord.). (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. <https://www.montenegroeditores.com.mx/flips/disenioFTP/Libros%20para%20actualizaci%F3n%20de%20las%20gu%EDas/Fisica-La-ensenanza-de-la-ciencia-en-la-educacion-basica-en-Mexico.pdf>
- Bryson, B. (2003). *Una breve historia de casi todo*. RBA Libros.
- Sagan, C. (1980). *Cosmos*. Editorial Planeta.
- Karl Friston. (2010). *The free-energy principle: A unified brain theory?* *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 127–138. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nrn2787>



Mi ruta de aprendizaje



Imagen 5. (Imágenes de referencia). Representación del uso de números en la vida cotidiana (reloj, dinero, flexómetro) mostrando cómo organizan nuestra realidad día con día.

Medir para comprender

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

Esta lección te ayudará a comprender la importancia de medir y cuantificar el mundo que te rodea, para que puedas analizar información, identificar patrones y explicar fenómenos con evidencia.

Actividades de la lección <i>Medir para comprender</i>				
Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s)/ Producto(s)	Herramientas de evaluación
Tu cerebro está hecho para contar	Reflexiona sobre el uso de los números y las mediciones en situaciones cotidianas para comprender su importancia en la organización, la precisión y la toma de decisiones en la vida diaria.	Papel, pluma, lápiz, borrador o corrector	Una oración breve por cada una de las cuatro preguntas planteadas	Con el cumplimiento de la actividad
Cuando medir cambia lo que vemos	Que el estudiantado comprenda cómo la medición permite pasar de la intuición a la evidencia al observar un fenómeno, cuantificarlo y reflexionar sobre cómo los datos ayudan a explicar lo que ocurre.	Papel, pluma, regla, reloj, termómetro, lápiz, borrador o corrector	Tabla de mediciones sobre un fenómeno	Breve ensayo sobre el análisis de resultados
¿Qué se disuelve más rápido?	Que el estudiantado comprenda cómo distintos factores influyen en la velocidad de disolución mediante la experimentación y la medición, para identificar relaciones entre variables y fundamentar sus conclusiones con evidencia.	Sal, azúcar y café soluble, un reloj o cronómetro, vasos transparentes, papel, pluma, lápiz, borrador o corrector	Tabla de registro de datos	Tabla de análisis de resultados



¿Qué saberes traigo conmigo?

Tu cerebro está hecho para contar

Realiza la siguiente actividad

1. Piensa en las siguientes tres situaciones cotidianas en las que utilices números o mediciones:
 - ¿Cuánto tiempo tardas en llegar a la escuela?
 - Calcular, ¿cuánto dinero necesitas para comprar una bicicleta?
 - Medir ingredientes para preparar un pastel.



Imagen 1. *Mediciones de tu día a día.* (Imágenes de referencia). Tiempo que tarda una estudiante en llegar de su casa a la escuela; cálculo de cuánto dinero es necesario para comprar algo; cálculo de ingredientes para preparar un pastel.

2. Para cada caso, responde:

- a. ¿Qué estoy contando o midiendo?
- b. ¿Cómo sé que esa medición es correcta?
- c. ¿Qué pasaría si no pudiera medirlo?
- d. ¿Podría hacerlo de otra forma?



Cierre de actividad

Seguramente notaste que los números no solo sirven para contar, sino para organizar, comparar y tomar decisiones. Medir no es solo asignar una cantidad, es una forma de entender el mundo. Sin mediciones, muchas de las actividades que realizas diariamente serían imprecisas o incluso imposibles.

¿Sabías que... medir nos permite ver lo invisible? Hay cosas que no podemos ver directamente, como la temperatura, la presión o la electricidad, pero al medirlas podemos entender cómo funcionan los fenómenos que no percibimos con los sentidos.

Fuente bibliográfica: Chang, H. (2004). *Inventing temperature: Measurement and scientific progress*. Oxford University Press.



Punto de encuentro

¿Qué cosas del mundo crees que cambian —o incluso “existen”— solo cuando intentas medirlas?

Medir para hacer visible lo invisible

Desde los primeros intentos por contar el tiempo o comparar tamaños, medir ha sido una de las herramientas más poderosas que tenemos los seres humanos para entender la realidad. Cuando mides, no solo asignas un número a algo, también haces visible lo que antes no lo era.

Medir permite describir fenómenos con precisión, identificar cambios y reconocer patrones. Al asignar valores y registrar observaciones es posible construir conocimiento confiable sobre el mundo que nos rodea. En el corazón de esta práctica se encuentra el trabajo científico, un proceso que combina curiosidad, método y evidencia.

Las etapas del trabajo científico

Pero el conocimiento científico no surge de manera espontánea; es el resultado de un proceso estructurado que permite transformar preguntas en explicaciones fundamentadas. Aunque este proceso puede variar según la disciplina, generalmente sigue una serie de etapas interconectadas.

Como viste en la lección pasada “De la curiosidad a la pregunta científica”, este proceso comienza con la **observación**, cuando notas un fenómeno o situación que llama tu atención. A partir de ahí, surgen **preguntas**: ¿por qué ocurre?, ¿cómo cambia si alteras uno de los factores?, ¿qué lo afecta? Y para responderlas, se plantea una **hipótesis**, es decir, una posible explicación que aún debe comprobarse.



Imagen 2. *Etapas del trabajo científico*. (Imagen de referencia). Diagrama que muestra las etapas del trabajo científico: observación, planteamiento del problema o pregunta científica, hipótesis, experimentación, análisis de resultados y conclusiones.

El siguiente paso es diseñar una forma de poner a prueba esa idea, generalmente mediante la **experimentación** o la recolección de datos. Aquí es donde la medición se vuelve fundamental, ya que permite obtener información precisa y objetiva.

Finalmente, se **analizan los resultados** y se llega a una **conclusión**, que puede confirmar o rechazar la hipótesis inicial. Incluso, en muchos casos, este proceso no termina ahí, porque las conclusiones generan nuevas preguntas y el ciclo comienza de nuevo.

Hipótesis y resultados no son lo mismo

Uno de los aspectos más importantes del pensamiento científico es distinguir entre lo que se propone y lo que se demuestra. La hipótesis es una suposición fundamentada, una idea inicial que intenta explicar un fenómeno. Es, en esencia, una apuesta informada de lo que pensamos que explica una pregunta.

Pongamos por ejemplo que notas cómo se empaña un espejo después de bañarte. Una hipótesis para esta afirmación podría ser: “La distancia entre la regadera y el espejo influye; entre más cerca esté, más rápido se empaña”. En cambio, el resultado es lo que se obtiene después de poner a prueba esa hipótesis mediante observaciones, experimentación y mediciones. Entonces, puede suceder que los datos confirmen la hipótesis o que la contradigan. En ambos casos, se aprende algo nuevo.

Por ejemplo, si mides diariamente la distancia del espejo respecto a la regadera y registras los cambios, esos datos constituyen evidencia que te permitirá sacar conclusiones fundamentadas.

Recordatorio

En la ciencia el error no es un fallo, sino una oportunidad para ajustar explicaciones y seguir investigando.

Confundir ambos términos puede llevar a errores importantes, por ejemplo, pensar que una hipótesis es verdadera solo porque parece lógica o intuitiva ignora el papel crucial de la verificación. Recuerda que, en la ciencia, una buena hipótesis no es la que suena convincente, sino la que puede ser evaluada con evidencia.

Pensar con coherencia, explicar con evidencia

En el contexto científico, la evidencia se construye a partir de datos obtenidos mediante mediciones cuidadosas y procedimientos claros. Sin evidencia, las afirmaciones quedan en el terreno de la opinión o la creencia.

Sin embargo, no toda evidencia tiene el mismo peso, para que sea sólida debe ser:

1. reproducible, es decir, que otros pueden obtener resultados similares bajo las mismas condiciones;
2. precisa, es decir, cuanto más clara y bien registrada sea, más confiables es;
3. relevante, es decir, que responde directamente a la pregunta planteada.

Aquí es donde medir adquiere toda su importancia. Medir permite cuantificar fenómenos, comparar resultados y detectar variaciones; por ejemplo, medir la temperatura, el tiempo o la masa no solo aporta datos, sino que también permite identificar relaciones entre variables. Además, la evidencia no se interpreta de manera aislada, sino que se analiza en conjunto, se contrasta con otras investigaciones y se somete a revisión. Este proceso fortalece la validez del conocimiento científico.

En última instancia, medir no es un fin en sí mismo, sino una herramienta para comprender el mundo. A través de las mediciones, el trabajo científico se vuelve más riguroso, las hipótesis más claras y la evidencia más sólida. Medir, entonces, es mucho más que usar instrumentos o números, es una forma de pensar.

¿Sabías que... en el espacio las distancias son tan grandes que se usan unidades especiales como el año luz, para medir cuánta distancia recorre la luz en un año?

Fuente bibliográfica: National Aeronautics and Space Administration. (s. f.). *What is a light-year?* NASA Space Place. <https://spaceplace.nasa.gov/light-year/en/>

Glosario

Medición/medir: proceso de asignar un valor numérico para describir y comparar fenómenos.

Datos: información obtenida a partir de observaciones o mediciones.

Conclusión: interpretación final que confirma o rechaza una hipótesis.

Variable: característica, cualidad o propiedad medible que representa un valor cambiante.

Precisión: grado de exactitud y detalle en una medición.



Actividad. Cuando medir cambia lo que vemos

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Elige un fenómeno cotidiano, por ejemplo, ¿cómo se enfría una bebida? o ¿cómo cambia una sombra a lo largo del día? Luego formula una pregunta inicial como ¿qué quiero entender de esto? Antes de usar cualquier instrumento, haz una predicción: ¿Cuánto crees que tarda?, ¿cuánto mide?, ¿qué tanto cambia? Esto ayuda a comparar intuición contra evidencia.



Imagen 3. Tu sombra cambia de posición a lo largo del día. (Imagen de referencia). Tres personas y su sombra.

¡Ideas en movimiento!

Indaga qué variables están relacionadas. Reflexiona, por qué esa medición te ayudará a responder tu pregunta.

¡Uno las piezas!

Realiza mediciones con herramientas simples (reloj, regla, termómetro). Anota los datos de forma ordenada en la siguiente tabla:

¿Qué observé?	¿Qué instrumento usé? (regla / reloj / termómetro)	¿Qué medí? (longitud / tiempo / temperatura)	Resultado	¿Qué noté?

¡Es hora de mostrar!

Comparte resultados con otras personas de tu clase y discute: ¿obtuvieron lo mismo?, ¿por qué sí o por qué no?

¿Cómo fue mi camino?

Compara tus resultados con tu estimación inicial. ¿Qué cambió?, ¿qué patrones observas?, ¿los datos responden tu pregunta?

Evalúo el proceso

Piensa en el proceso: ¿mediste lo correcto?, ¿hubo errores?, ¿qué harías diferente?

Luego, elabora un breve ensayo en el que menciones el fenómeno que elegiste, las variables que tomaste en cuenta, las mediciones que realizaste y la discusión con tus compañeros y compañeras de clase.

Recomendaciones

Mira el video *El que inventó el reloj, ¿cómo sabía qué hora era?* y descubre, de forma divertida, cómo surgieron las primeras formas de medir el tiempo y qué nos dice esto sobre la necesidad de medir para comprender el mundo.



Tu reto de hoy

¿Qué tan preciso eres?

Usa tu *cuarta* (distancia del pulgar al meñique de tu mano extendida) para medir el largo de una mesa. Ahora pide a un compañero o compañera que haga lo mismo. Si para ti la mesa mide ocho cuartas y para tu compañera mide seis, ¿por qué son diferentes?

Escalas y unidades

Las unidades como metros, segundos o grados funcionan como una especie de acuerdos que nos permiten comparar resultados y comunicarnos con claridad. Pero no todas las mediciones se hacen igual, por ejemplo, no usamos las mismas unidades para medir la altura de una persona que la distancia entre ciudades. Una mala elección puede hacer que los datos pierdan sentido o sean difíciles de entender o manejar.

Además, cambiar de escala puede transformar nuestra percepción. Por ejemplo, decir 0.001 kilómetros no se entiende igual que decir 1 metro, aunque representen lo mismo. Por eso, medir también implica tomar decisiones que afectan cómo entendemos la información.

Imagina que cada persona usara unidades distintas para medir lo mismo. Por ejemplo, que una mesa midiera tres pasos, dos brazos o medio cuarto, según quién la describa. Comparar, construir o incluso comunicarse sería sumamente complicado, porque no habría una referencia común. Para evitar esa confusión y poder compartir información de manera clara y precisa, por suerte, contamos con el Sistema Internacional de Unidades que establece estándares comunes para medir el mundo.

El Sistema Internacional de Unidades: un lenguaje común para medir

El Sistema Internacional de Unidades (SI) es el conjunto de unidades que se utiliza en casi todo el mundo para medir de manera estandarizada magnitudes como la longitud, el tiempo, la masa o la temperatura. Su principal función es hacer que todas las personas midan y entiendan lo mismo, sin importar dónde se encuentren.

¿Sabías que... antes de estandarizar las medidas, una misma medida podía variar mucho según el lugar? Lo que alguien compraba como “una longitud de tela” en una ciudad podía no ser igual en otra.

Fuente bibliográfica: Alder, K. (2002). *The measure of all things: The seven-year odyssey and hidden error that transformed the world*. Free Press.

Antes de que existiera este sistema, las mediciones variaban mucho entre regiones, por ejemplo, una misma unidad podía significar cosas distintas dependiendo del lugar, lo que generaba confusión en el comercio, la ciencia y la vida cotidiana. El SI resolvió este problema al establecer referencias universales.

Las unidades básicas

El Sistema Internacional se construye a partir de siete unidades fundamentales, que sirven como base para todas las demás:

Metro (longitud)

Kilogramo (masa)

Segundo (tiempo)

Kelvin (temperatura)

Ampere (corriente eléctrica)

Mol (cantidad de sustancia)

Candela (intensidad luminosa)

A partir de estas se pueden derivar muchas otras unidades tales como velocidad (metros por segundo) o fuerza (kilogramos por metro sobre segundo al cuadrado).

Una de las características más interesantes del SI es que ha evolucionado con el tiempo. Hoy en día, muchas de sus unidades no se definen con objetos físicos, sino a partir de fenómenos naturales constantes; por ejemplo, el segundo se define mediante la vibración de átomos, y el metro se relaciona con la velocidad de la luz. Esto permite que las mediciones sean mucho más precisas y universales, sin depender de objetos que puedan cambiar o deteriorarse.

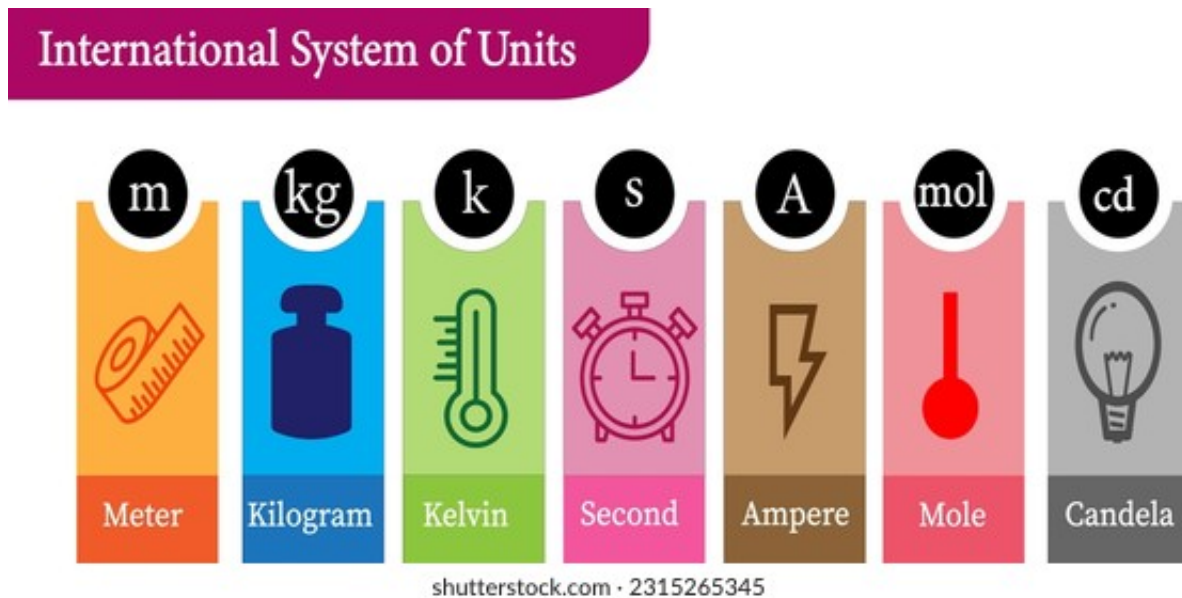


Imagen 4. Sistema Internacional de Unidades (SI). (Imagen de referencia). Se sugiere cambiar al español las unidades del SI: metro, kilogramo, kelvin, segundo, amperio, mol, candela.

¿Por qué es tan importante?

El SI no solo es útil para la ciencia. Está presente en la vida diaria, por ejemplo, cuando compras por kilos o litros, cuando mides el tiempo, cuando sigues una receta o cuando lees la temperatura. Además, permite que los *datos* se comparen globalmente. Sin un sistema común sería muy difícil compartir conocimientos o avanzar en áreas como la medicina, la ingeniería o el estudio del clima.

Aunque el SI nos da un estándar, medir sigue implicando decisiones como qué unidad usar, con qué instrumento, con qué *precisión*; por eso, entender este sistema no es solo memorizar unidades, sino reconocer que medir es una herramienta para comprender el mundo con mayor claridad y acuerdo colectivo.

Límites de la medición

Aunque medir es una herramienta bastante útil, no todo puede capturarse fácilmente con números. Algunos aspectos de la realidad, como las emociones, las experiencias o fenómenos muy complejos, son difíciles de medir de forma precisa. Incluso en la ciencia hay límites: los instrumentos tienen alcances específicos, las condiciones influyen en los resultados y siempre existe un margen de incertidumbre (duda), esto significa que toda medición es, en cierta forma, una aproximación.

Reconocer estos límites no debilita el conocimiento, sino que lo hace más honesto; nos recuerda que medir es una forma de entender el mundo, pero no la única, y que siempre hay espacio para complementar los datos con otras formas de interpretación.

Medir nos permite observar, comparar y comprender fenómenos con mayor claridad; convierte lo que percibimos en datos que podemos analizar y compartir. Sin embargo, al medir también descubrimos que la temperatura, el tiempo, la distancia o la masa están relacionados entre sí y cambian en conjunto.

Comprender estas relaciones nos lleva a un siguiente paso, pensar el mundo como un sistema, donde cada componente influye en los demás. En la siguiente lección exploraremos cómo la ciencia estudia estas interacciones para explicar la complejidad de nuestro entorno.

Tu reto de hoy

¿Llego o no llego?

Elige un trayecto cotidiano (casa-escuela, casa-tienda, etc.). Luego, estima la distancia en metros o kilómetros; el tiempo en minutos; la cantidad de pasos y la velocidad de caminata que tendrías que dar para llegar ahí. ¿Tu estimación es realista o no? ¿Cómo le harías para hacerla más precisa?



¿Cómo estuvo la ruta?

Actividad. ¿Qué se disuelve más rápido?

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Plantea la siguiente pregunta: ¿qué hace que algo se disuelva más rápido en agua? (por ejemplo: azúcar, sal, café soluble).

Objetivo de la actividad: observar cómo cambian las velocidades de disolución según distintas condiciones de temperatura, agitación y tamaño de partícula.

Materiales:

1. agua fría y caliente
2. sal
3. azúcar en terrón y granulada
4. café soluble
5. vasos transparentes
6. cuchara
7. cronómetro o reloj

¡Ideas en movimiento!

Organízate en equipo, discute y responde brevemente las siguientes predicciones en tu cuaderno: ¿Qué crees que hará que una sustancia se disuelva más rápido? ¿Importa la temperatura del agua? ¿Influye agitar o no agitar el agua? ¿El tamaño de los granos o partículas cambia el resultado?

¡Uno las piezas!

Pon a prueba tus predicciones. Realiza las siguientes mezclas y desglosa el análisis de resultados en la siguiente tabla:

Sustancia	Variable	¿Qué se compara?	Tiempo de disolución	Observaciones
Azúcar	Temperatura del agua	Misma cantidad en agua fría y caliente		
Sal	Agitación	Misma cantidad con y sin mezclar		
Café soluble	Temperatura del agua	Misma cantidad en agua fría y caliente		
Azúcar	Agitación	Misma cantidad con y sin mezclar		
Sal	Temperatura del agua	Misma cantidad en agua fría y caliente		
Café soluble	Agitación	Misma cantidad con y sin mezclar		
Azúcar	Tamaño de partícula y temperatura del agua	Misma cantidad terrón y granulada en agua caliente		
Café soluble y azúcar	Temperatura	Misma cantidad en agua fría y caliente		

¡Es hora de mostrar!

Con los datos de la tabla:

1. Compara resultados con otros equipos.
2. Identifica patrones: ¿qué factor acelera más la disolución?
3. Elabora una conclusión breve: “La sustancia se disuelve más rápido cuando...”
4. Propón una nueva pregunta, por ejemplo: ¿qué pasa si además mezclo...?

En equipo, presenta tu tabla de resultados, tu conclusión y un ejemplo claro de qué condición aceleró la disolución. Puedes mostrarlo como cartel, tabla o explicación oral.

¿Cómo fue mi camino?

Reflexiona de manera individual: ¿coincidió tu predicción con lo que observaste?, ¿qué variable te pareció más importante?, ¿qué cambiarías si repitieras el experimento?, ¿qué aprendiste sobre cómo se disuelven las sustancias?

Evalúo el proceso

Evalúa tu desempeño usando la siguiente tabla:

Aspecto a analizar	Reflexión / Respuesta
¿Registré datos completos en la tabla?	
¿Controlé correctamente la variable que cambiaba?	
¿Pude comparar resultados entre condiciones?	
¿Logré explicar los resultados con evidencia?	
¿Participé en el análisis del equipo?	
¿Registré datos completos en la tabla?	

Recomendaciones

La próxima vez que observes algo cotidiano, pregúntate: ¿cómo podría medirlo para entenderlo mejor? A veces, una buena medición convierte una simple curiosidad en una pregunta científica.

Ahora que ya sabes medir, en la siguiente lección puedes empezar a descubrir cómo cada parte del mundo se conecta, se compara y se transforma dentro de sistemas que puedes entender y analizar.

Referencias

- Bureau International des Poids et Mesures. (2019). *El Sistema Internacional de Unidades (SI)* (9ª ed., versión en español). BIPM.
- Flores-Camacho, F. (Coord.). (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Gutiérrez Aranzeta, C. (2015). *Metrología: Introducción a las mediciones y sus aplicaciones*. Alfaomega.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral*. Ciencias naturales y tecnología. SEP.
- Giancoli, D. C. (2014). *Physics: Principles with applications* (7th ed.). Pearson.
- Kirkup, L., and Frenkel, R. B. (2006). *An introduction to uncertainty in measurement: Using the GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement)*. Cambridge University Press.
- Serway, R. A., and Jewett, J. W. (2018). *Physics for scientists and engineers* (10th ed.). Cengage Learning.
- Ifrah, G. (2000). *The universal history of numbers: From prehistory to the invention of the computer*. Wiley.
- Escuela de Ingeniería y Ciencias de la Computación, Toronto Metropolitan University. (s. f.). *Breve historia del ábaco*. <https://www.ecb.torontomu.ca/~elf/abacus/espanol/history.html>
- Chang, H. (2004). *Inventing temperature: Measurement and scientific progress*. Oxford University Press.
- National Aeronautics and Space Administration. (s. f.). *What is a light-year?* NASA Space Place. <https://spaceplace.nasa.gov/light-year/en/>
- Alder, K. (2002). *The measure of all things: The seven-year odyssey and hidden error that transformed the world*. Free Press.



Mi ruta de aprendizaje



(Imagen de referencia). Composición visual que contrasta un bosque, símbolo del intercambio constante entre seres y entorno (sistema abierto), con un termo, símbolo del aislamiento controlado (sistema cerrado). Invita al estudiantado a mirar la realidad como un tejido vivo de relaciones.

El mundo como sistema científico: del conocimiento a la solución

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

En la lección anterior aprendiste a formular preguntas científicas. Ahora aprenderás a ver la realidad como conjuntos de partes que se relacionan entre sí: los sistemas científicos. Al terminar habrás desarrollado cuatro aprendizajes concretos: reconocerás qué es un sistema científico y cómo se distinguen sus tipos; identificarás entradas, procesos, salidas y retroalimentación en fenómenos reales; representarás

un sistema mediante diagramas y mapas; y aplicarás el pensamiento sistémico a la observación de tu comunidad. Esta lección te ayudará a identificar, analizar y representar sistemas en tu entorno cotidiano.

Glosario

Sistema científico: es un conjunto de elementos que interactúan mediante entradas, procesos, salidas y retroalimentación.

Pensamiento sistémico: es una forma de analizar la realidad entendiendo que los fenómenos no ocurren de manera aislada, sino como parte de un sistema de elementos interconectados que se influyen mutuamente. No estudia las partes por separado, sino cómo interactúan entre sí y qué efectos generan en conjunto.

Actividades de la lección *El mundo como sistema científico: del conocimiento a la solución*

Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s) / Producto(s)	Herramientas de evaluación
Mis primeros sistemas	Identifica los sistemas.	Cuaderno, lapicero	Lluvia de ideas	Coevaluación
Sistemas en mi vida	Identifica al menos cinco sistemas cotidianos y clasifícalos.	Cuaderno, bolígrafo, cámara o celular	Catálogo ilustrado con fotos y breve descripción	Rúbrica
Ecosistema en papel	Diagramar un ecosistema local con sus flujos de materia y energía.	Hojas blancas, colores, reglas, fotografías	Diagrama anotado del ecosistema	Rúbrica
Ciclos que me habitan	Describe dos ciclos de retroalimentación en el cuerpo humano.	Libro de texto, internet, atlas anatómico	Infografía de una cuartilla	Rúbrica
Carta a mi comunidad	Comunica con claridad y calidez un hallazgo del pensamiento sistémico.	Papel, bolígrafo, tiempo para reflexionar	Carta de una cuartilla	Rúbrica



¿Qué saberes traigo conmigo?

Actividad. Mis primeros sistemas

Realiza la siguiente actividad

Antes de estudiar los sistemas con palabras nuevas, conviene reconocer lo que ya sabes. Responde en tu cuaderno con tranquilidad y honestidad. No busques una respuesta perfecta, simplemente comparte tu modo de mirar.

- ¿Qué es para ti un sistema? Da un ejemplo con tus propias palabras.
- Si abres la puerta de tu casa y entra un viento fresco, ¿qué partes de tu hogar podrían considerarse un sistema?
- ¿Qué diferencia hay entre una lista y un conjunto de elementos que se relacionan entre sí?
- Cuando el maíz de tu comunidad tiene una buena cosecha, ¿qué factores crees que intervienen? Enlístalos.
- ¿Conoces alguna ceremonia, ritual o danza en la que cada persona tenga un papel específico? Descríbela brevemente.



Cierre de la actividad

Comparte tus respuestas con un compañero o una compañera y subraya tres ideas que tengan en común. Esas ideas son la semilla de la lección.



Punto de encuentro

¿Qué patrones invisibles unen una gota de rocío, el vuelo de una parvada y el giro de una galaxia?

Cuando Julieta Fierro hablaba de las galaxias, nos recordaba que el universo se parece a un poema: cada estrella pertenece a un verso más grande y cada verso, a un cuaderno que apenas empezamos a leer. Esa forma de mirar, en la que nada está solo y todo pertenece, es la esencia del pensamiento sistémico que aprenderás en esta lección. A lo largo de las páginas siguientes descubrirás que tu cuerpo, tu milpa, tu comunidad y la biósfera comparten una misma gramática: son sistemas hechos de partes que dialogan.

Aprender a ver sistemas es, en palabras de Leopoldo García-Colín Scherer, descubrir el orden dentro del desorden aparente. No se trata de memorizar una lista de elementos, sino de reconocer las relaciones que los sostienen. Así como un músico escucha al mismo tiempo cada instrumento y la sinfonía completa, el científico aprende a percibir el detalle sin perder de vista el conjunto. La física Luz María García-Cruz lo confirma en sus estudios de materiales: un mismo metal de transición cambia de propiedades según la escala en que se observe —superficie, película delgada o volumen—, porque el sistema es más que la suma de sus partes.

Recordatorio

Un sistema no es una suma; es como una orquesta: depende de cómo se afinan sus partes. Las preguntas abiertas no tienen una respuesta única, buscan pensar, no repetir.

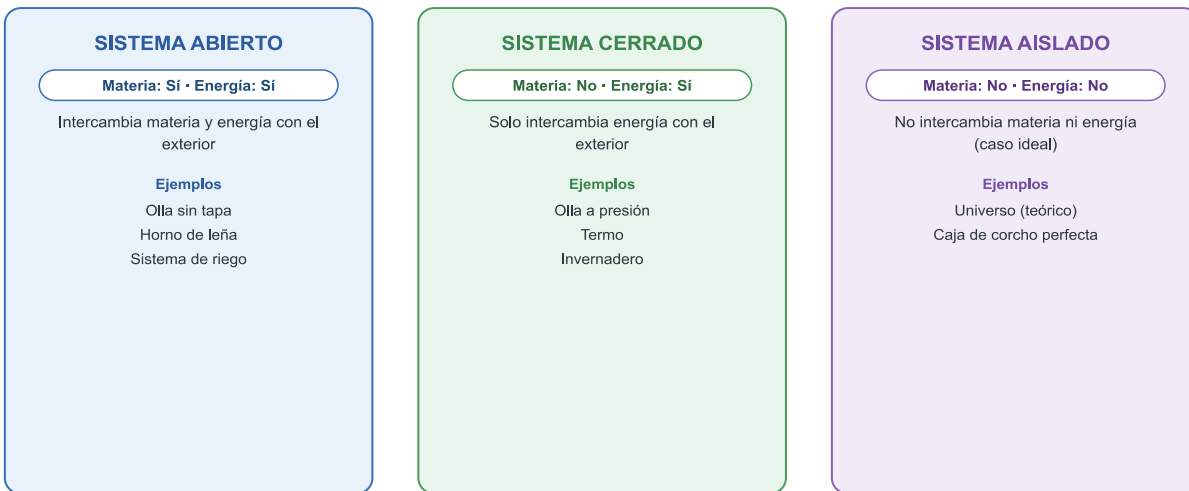


Imagen 1. Tipos de sistemas físicos: abierto, cerrado y aislado, con ejemplos de la vida en el TBC.

¿Qué es un sistema científico?

La palabra sistema proviene del griego *sýstēma* que significa 'conjunto organizado'. Un sistema científico es un conjunto de elementos que se relacionan entre sí con un orden identificable y un propósito reconocible. En cada uno podemos encontrar cuatro rasgos esenciales:

- partes o elementos que pueden ser materiales (células, engranes) o abstractos (reglas, símbolos);
- relaciones, es decir, vínculos que transforman a las partes al interactuar entre sí;
- fronteras, que delimitan qué pertenece al sistema y qué queda fuera;
- entorno: el contexto en el que puede intercambiar materia, energía o información.

Según el flujo que atraviesa sus fronteras, los sistemas suelen clasificarse en abiertos (intercambian materia y energía, como un bosque o tu cuerpo), cerrados (intercambian energía, pero no materia, como un termo bien sellado) y aislados (idealmente no intercambian nada, como ciertos modelos teóricos en física).

Biografía

Ludwig von Bertalanffy (1901-1972), biólogo austriaco, formalizó en 1950 la Teoría General de Sistemas. Sostuvo que la biología, la sociedad y las máquinas comparten leyes comunes: entradas, procesos, salidas y retroalimentación. Su pensamiento inspiró después a Humberto Maturana y Francisco Varela al diseñar la idea de *autopoiesis*: la capacidad de ciertos sistemas vivos para producirse y mantenerse a sí mismos.

Entradas, procesos, salidas y retroalimentación

Piensa en una tortilla sobre el comal. Entran masa y calor (entradas); en el comal la masa cambia de estado, se cuece y cambia de color (procesos); sale una tortilla lista para comer (salida). Si el fuego está muy alto, la tortilla se quema: el sistema te avisa y, en consecuencia, reduces la flama. A ese aviso que regresa para corregir un proceso lo llamamos retroalimentación. En este lazo, el ser humano es quien realiza la observación o medición y cierra la retroalimentación al reducir la flama.

Existen dos tipos de retroalimentación. La negativa busca equilibrio, como cuando el termostato apaga la calefacción al alcanzar cierta temperatura. La positiva amplifica, como cuando un micrófono se acerca a una bocina y el sonido sube hasta producir acoplamiento. Ambas son esenciales en la naturaleza, la tecnología y la vida social.

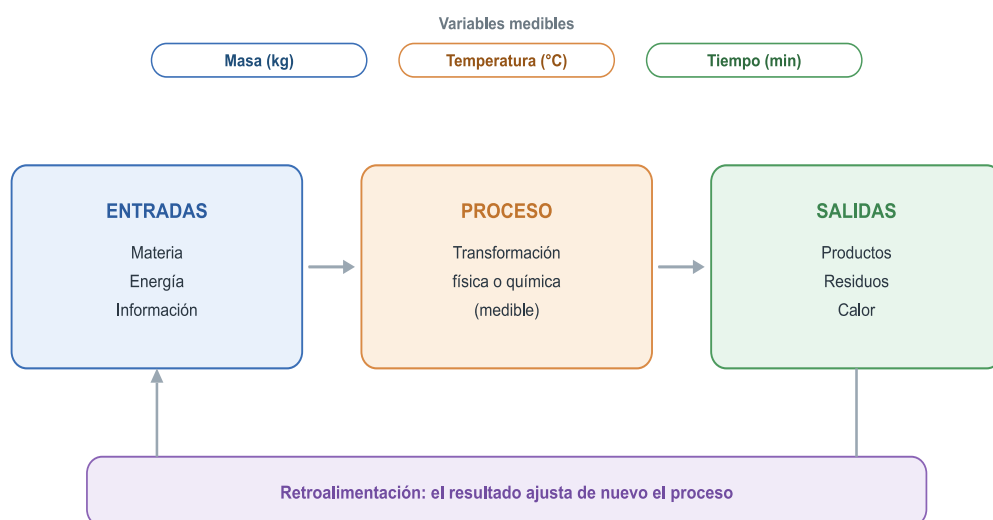


Imagen 2. Modelo general de sistema físico: Entradas → Proceso → Salidas → Retroalimentación, con variables medibles (masa, temperatura, tiempo).

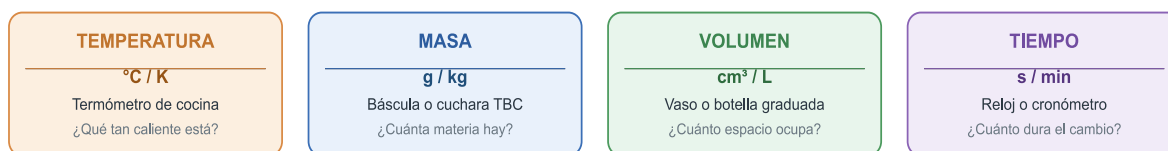
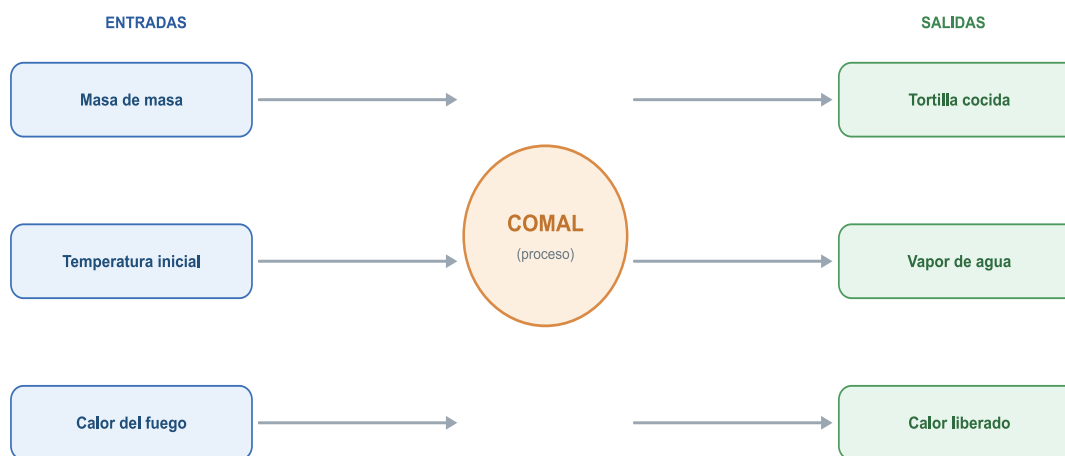


Imagen 3. Propiedades físicas medibles con instrumentos del TBC: temperatura, masa, longitud, volumen y tiempo, con equivalencias para contexto sin equipamiento de laboratorio.

Niveles de organización: de lo microscópico a la biósfera

La naturaleza se organiza en niveles. Cada nivel está compuesto por el anterior y, al mismo tiempo, exhibe propiedades nuevas que no existían en sus partes. A esa aparición de propiedades nuevas la llamamos emergencia. Una sola célula no piensa, pero millones bien organizados producen una mente. Un árbol no es un bosque, pero muchos árboles forman un ecosistema con vida propia. Dicho con mayor claridad: la naturaleza se estructura en jerarquías donde cada nivel integra al anterior; al unirse, los componentes crean propiedades emergentes (emergencia), capacidades que no existen en las partes individuales y surgen de su interacción organizada.



Se mide: temperatura (°C) · masa (g) · tiempo (min)

Imagen 4. *El comal como sistema físico medible*. Ejemplo en TBC de entradas, proceso, salidas y retroalimentación con variables cuantificables.

El comal es el sistema físico central de esta lección. A lo largo de las actividades, regresa siempre a él: ¿qué entra?, ¿qué sale?, ¿cómo se mide? Así practicarás el pensamiento sistémico con un objeto de tu vida cotidiana.

¿Sabías que... el cuerpo humano contiene alrededor de 37.2 billones de células y cada segundo mueren y se reemplazan cerca de 3.8 millones de células? Aun así, mantenemos la misma identidad. Como recuerda Miguel Alcubierre, somos, literalmente, polvo de estrellas organizado por arte.

Fuente: Alcubierre (2009).

Pensamiento sistémico: una forma de mirar

El pensamiento sistémico no es una fórmula mágica; es una forma honesta de mirar. Nos pide hacer cinco preguntas cada vez que estudiamos algo: ¿de qué está hecho?, ¿qué patrones se repiten?, ¿en qué contexto ocurre?, ¿cómo cambia con el tiempo? y ¿qué propiedades emergen cuando el conjunto funciona? Responderlas con rigor es lo que permite pasar de la anécdota a la ciencia.

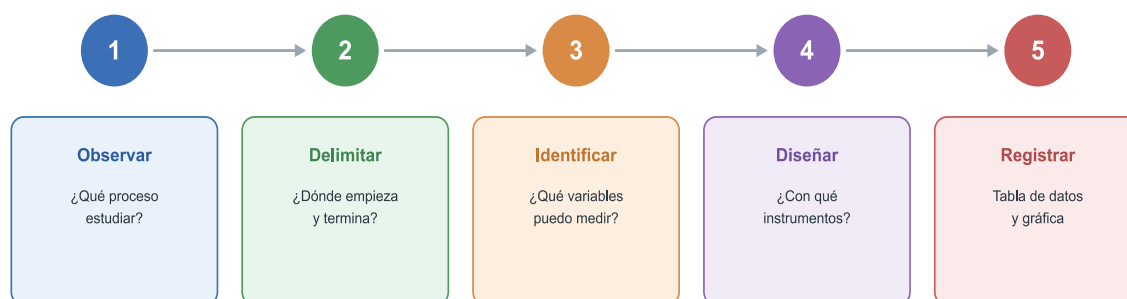


Imagen 5. Metodología de 5 pasos para analizar un sistema físico.

Aprende más...

Marcos Moshinsky (1921-2009), físico mexicano fundador del estudio moderno de la mecánica cuántica en nuestro país, decía que entender es notar parentescos. Encontrar el mismo tipo de relación en fenómenos aparentemente distintos —un latido, una marea, el ciclo del agua— es uno de los mayores placeres de la ciencia.

Glosario

Emergencia: aparición de propiedades nuevas cuando las partes se organizan.

Autopoiesis: cualidad de los sistemas vivos que producen sus propios componentes.

Resiliencia: capacidad de un sistema para recuperarse tras una perturbación.

Retroalimentación: información que regresa al sistema y permite corregir o amplificar un proceso.



Actividad. Sistemas en mi vida

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Puedes realizar los pasos 1 y 2 de forma independiente. Los pasos 3 y 4 pueden realizarse con la guía de tu docente o asesor.

Antes de mirar el mundo con los ojos de científica o de científico, conviene afinar la mirada. Esta primera fase es una invitación a observar tu entorno cotidiano con calma y respeto. Lo invisible se vuelve visible cuando dejamos de dar las cosas por sentadas y empezamos a notar partes, relaciones y propósitos en lo que nos rodea.

Los pueblos originarios han desarrollado durante siglos conocimientos sistémicos sofisticados: milpas, sistemas de riego, calendarios agrícolas y medicina tradicional. Si tu comunidad tiene raíces indígenas o habla una lengua originaria, puedes describir los sistemas en esa lengua y compartirlos con el grupo. Todo conocimiento es valioso.

- Durante un día completo, registra en tu cuaderno cinco sistemas que observes a tu alrededor: tu hogar, un puesto del mercado, un partido de fútbol, una milpa, tu bicicleta o cualquier otro escenario significativo de tu comunidad.
- Para cada uno, identifica: partes (¿de qué está hecho?), relaciones (¿cómo se conectan?), fronteras (¿dónde empieza y dónde termina?), entorno (¿con qué intercambia algo?) y un par de entradas y salidas concretas.
- Acompaña cada observación con una fotografía o un boceto a lápiz; pueden ser sencillos, pero deben señalar las partes y las relaciones que descubriste.
- Al final, organiza el material en un primer borrador del catálogo de sistemas, con una página por cada sistema observado.

¡Ideas en movimiento!

Ya tienes una primera colección de sistemas. Ahora vamos a movernos de lo observado a lo representado: aprenderás a poner en diálogo tus hallazgos con los conceptos de la lección y a convertir tus apuntes en una idea organizada que puedas compartir.

- En equipos de tres o cuatro integrantes, intercambien sus catálogos y conversen: ¿qué patrones se repiten?, ¿qué sistema sorprendió más?, ¿alguno se confunde con un simple grupo de cosas sin relación?
- Clasifiquen, juntas y juntos, cada sistema como abierto, cerrado o aislado, y justifiquen la decisión con un argumento breve apoyado en evidencias del cuaderno.
- En una hoja grande dibujen un mapa colectivo titulado «Sistemas que nos rodean», agrupando los hallazgos por contexto: hogar, comunidad, naturaleza y tecnología.
- Acuerden con su personal docente qué tipo de catálogo final desean producir: un fanzine cosido, un mural en pared, un álbum digital o una serie de tarjetas ilustradas.

¡Uno las piezas!

Llegó la hora de unir lo observado con lo conversado y darle forma de obra completa. En esta fase, consolidas el catálogo definitivo, cuidando de que cada ficha tenga coherencia interna y respete la estructura sistémica que aprendiste.

- Selecciona, de tu lista de sistemas que observaste en tu comunidad, los cinco sistemas más sólidos: aquellos cuyos elementos, relaciones y fronteras puedas describir con precisión.
- Para cada uno, elabora una ficha homogénea con seis apartados: nombre del sistema, fotografía o dibujo rotulado, descripción en prosa breve, tipo (abierto, cerrado o aislado), entradas y salidas, y un comentario personal sobre por qué te resulta significativo.

- Cuida la jerarquía visual: títulos en negrita, viñetas para enumerar las partes y un párrafo para explicar el propósito o la función del sistema.
- Revisa con un compañero o una compañera la ortografía, el uso de palabras nuevas (frontera, entorno, entradas, salidas) y la claridad de las imágenes.

¡Es hora de mostrar!

El conocimiento gana sentido cuando se comparte. Esta fase te invita a presentar tu catálogo ante una audiencia real: el grupo, la familia o la comunidad. Recuerda lo que recomendaba Julieta Fierro: ponerle alma a la divulgación, hablar con cariño y cuidar las palabras.

- Organiza con tu grupo una breve galería titulada «Mi mundo en sistemas». Pueden montarla en un pasillo del plantel, en una explanada comunitaria o en un grupo digital.
- Elabora un cartel de bienvenida que explique, en cinco renglones, qué es un sistema y por qué reconocerlos transforma la mirada.
- Frente a tu catálogo, prepárate para guiar a quien lo visite: cuenta una historia por cada ficha, vincúlala con la vida de la comunidad y agradece las preguntas.
- Al cierre, pide a tres personas que escriban un comentario breve sobre lo que aprendieron y guárdalo como evidencia.

¿Cómo fue mi camino?

Esta fase es una pausa para reflexionar sobre el propio aprendizaje. Responde sin prisa y con honestidad en tu cuaderno; nadie va a calificarte por estas respuestas; son tu brújula interior.

- ¿Qué actividad me ayudó más a comprender qué es un sistema y por qué?
- ¿Qué parte de la lección me resultó más difícil y qué hice (o haría) para superarla?
- ¿Qué palabra nueva incorporaré a mi vocabulario cotidiano de aquí en adelante?
- ¿A qué persona de mi comunidad me gustaría enseñar lo aprendido y cómo lo haría?

Evaluación con rúbrica

La evaluación no es un juicio: es una invitación a mejorar. Aplica esta rúbrica a tu propio conocimiento y, después, intercambia con un par de compañeros para una coevaluación amable. Marca con una palomita los criterios cumplidos.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Identificación de elementos	Identifica con claridad todas las partes del sistema y clasifícalas correctamente.	Identifica la mayoría de las partes con alguna imprecisión menor.	Identifica algunas partes sin clasificarlas con precisión.	Identifica elementos sueltos sin reconocer el sistema.
Relaciones y flujos	Describe las relaciones, entradas, salidas y retroalimentaciones con ejemplos concretos.	Describe relaciones y flujos con un ejemplo.	Menciona relaciones sin flujos.	Describe el sistema como una lista sin relaciones.
Representación gráfica	Diagrama claro, proporcionado, con leyenda y colores coherentes.	Diagrama comprensible con mínimos errores.	Diagrama incompleto o desordenado.	No hay diagrama o resulta ininteligible.
Argumentación	Justifica tus ideas con ejemplos originales y un lenguaje propio.	Justifica con ideas del libro, sin copiar.	Justifica parcialmente con citas del libro.	No justifica, copia sin comprender.
Comunicación sistémica	Utiliza con soltura vocabulario nuevo y lo explica mediante analogías.	Usa vocabulario nuevo con ejemplos.	Usa algunos términos sin explicarlos.	No utiliza vocabulario del tema.



Actividad. Ecosistema en papel

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Cada ecosistema, por modesto que parezca, es un poema vivo de relaciones. Antes de dibujarlo, hay que conocerlo con los pies en la tierra y los ojos despiertos.

- Selecciona un ecosistema cercano y accesible: un río, una huerta, un árbol con su microfauna, una milpa o una azotea verde.
- Visítalo dos veces, en momentos distintos del día (mañana y tarde), y registra qué seres vivos observas, qué elementos no vivos están presentes y qué interacciones notas.
- Toma fotografías o haz bocetos del lugar y de al menos diez componentes: cinco bióticos (plantas, insectos, hongos) y cinco abióticos (agua, luz, suelo, temperatura, aire).

¡Ideas en movimiento!

Pasa de la observación a la organización. Compartir con otros ojos enriquece la mirada y revela conexiones que sola o solo no habrías visto.

- Comparte tus notas con dos compañeras o compañeros que hayan elegido ecosistemas distintos al tuyo. Identifiquen tres semejanzas y tres diferencias entre ellos.
- Construye un primer borrador en hoja grande: ubica los componentes con dibujos y conéctalos con flechas que indiquen una relación (alimenta, polen, sombra, agua, refugio).
- Discute con tu equipo: ¿Qué elemento parece sostener al ecosistema completo? ¿Cuál es el más vulnerable?

¡Uno las piezas!

La consolidación pide rigor: la belleza nunca está reñida con la precisión. Aquí afinas el diagrama definitivo y refuerzas el lenguaje sistémico aprendido.

- Pasa el borrador a una hoja final en tamaño tabloide. Dibuja cada elemento con al menos tres colores, rotúlalo con su nombre común y, si es posible, con su nombre científico.
- Marca con un color distinto las entradas (energía solar, agua), las salidas (oxígeno, frutos, calor) y las retroalimentaciones (autorregulación de plagas, ciclo del agua, polinización).
- Escribe al pie del tabloide un párrafo de seis a ocho líneas que explique qué sucedería si uno de los elementos desapareciera. Usa el verbo *interrumpir*, *alterar* o *desencadenar* al menos una vez.
- Añade dos preguntas abiertas que tu ecosistema te suscite y que aún no puedas responder. La ciencia avanza haciendo preguntas, no solo respondiéndolas.

¡Es hora de mostrar!

Cada diagrama merece audiencia. Llevarlo al espacio común permite que la comunidad piense con nosotros y aprenda a nuestro lado.

- Pega tu diagrama en una pared del aula durante una semana, junto a los de tus pares: forma una red colectiva de ecosistemas.
- Convoca una sesión de tres minutos por ecosistema, en la que cada autora o autor explique su diagrama ante el grupo.
- Invita a una persona conocedora del territorio (familiar, agricultor, brigadista) para que aporte saberes que no encuentras en los libros.

¿Cómo fue mi camino?

Detente y responde con calma:

- ¿Qué relación entre dos elementos no había notado antes y hoy se me reveló?

- ¿Qué dificultad encontré para representar gráficamente lo observado?
- ¿Qué cuidado concreto puedo asumir para ese ecosistema a partir de mañana?

Evaluación con rúbrica analítica

Aplica la siguiente rúbrica de cuatro criterios. La calificación ideal es la que va acompañada de un compromiso de mejora; anota dos que deberás lograr.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Identificación de componentes	Reconoce diez o más elementos bióticos y abióticos correctamente clasificados.	Reconoce entre siete y nueve elementos y clasifica cada uno adecuadamente.	Reconoce entre cuatro y seis elementos con algunas confusiones.	Reconoce menos de cuatro elementos o los confunde.
Representación de flujos	Distingue con colores las entradas, salidas y retroalimentaciones de manera clara.	Distingue entre los tres tipos de flujo. Los tres tipos de flujo son: de materia, de energía y de información.	Identifica flujos sin diferenciarlos.	No representa flujos.
Análisis sistémico	Argumenta con precisión qué sucedería si un elemento desapareciera.	Argumenta con ejemplos generales.	Plantea hipótesis poco fundamentadas.	No analiza.
Estética y comunicación	Diagrama claro, rotulado, con uso intencional del color y de la composición.	Diagrama comprensible con detalles por afinar.	Diagrama desordenado o difícil de leer.	Diagrama ilegible o ausente.



Actividad. Ciclos que me habitan

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Tu cuerpo es un universo de ciclos finísimos. Mirar hacia adentro con curiosidad es una forma de honrar la inteligencia silenciosa que te sostiene cada segundo.

- Elige dos ciclos de retroalimentación del cuerpo humano. Sugerencias: regulación de la temperatura corporal, regulación de la glucosa, reflejo pupilar, ciclo del sueño, ritmo cardíaco durante el ejercicio o ciclo respiratorio.
- Investiga en tu libro de texto, en una enciclopedia confiable o con apoyo de tu docente. Identifica, para cada ciclo, el sensor, el centro de control, el efector y la variable regulada. Ejemplo: regulación de la temperatura corporal. Variable regulada $\approx 37^\circ\text{C}$; sensor: termorreceptores de la piel y neuronas del hipotálamo; centro de control: hipotálamo; efectores: glándulas sudoríparas, músculos y vasos sanguíneos.
- Anota en tu cuaderno tres preguntas que aún te haces sobre estos ciclos.

¡Ideas en movimiento!

Convierte la información dispersa en una representación que pueda explicarse a otra persona sin tropiezos. Para ello, conviene contrastar fuentes y revisar el lenguaje.

- Compara la información de dos fuentes distintas (libro y video) y registra las coincidencias y las diferencias.
- Subraya en cada ciclo las palabras clave que necesites integrar: homeostasis, sensor, efector, retroalimentación negativa o positiva.
- Comparte tus apuntes con un compañero o una compañera que haya elegido ciclos distintos: dialoguen sobre lo que tienen en común a pesar de su diversidad.

¡Uno las piezas!

Con los datos en la mano y el vocabulario afinado, llega el momento de articular tus dos infografías a color. La belleza no es decoración, es claridad amplificada.

- Diseña una infografía por cada ciclo en hoja tamaño carta. Cada una debe contener: título, esquema con flechas que indiquen la dirección del proceso, leyenda de colores y un pie de imagen explicativo.
- Distingue con colores el sensor, el centro de control, el efector y la variable regulada; usa íconos sencillos para cada uno.
- Añade un recuadro lateral con una pregunta abierta «¿Qué ocurre cuando este ciclo falla?» y una hipótesis breve.
- Antes de pasar a limpio, pide a una persona que no conozca el tema que lea las infografías. Si entiende sin que se lo expliques, vas por buen camino.

¡Es hora de mostrar!

La salud comunitaria también se construye divulgando. Lleva tu trabajo a quienes pueden beneficiarse directamente.

- Organiza con tu grupo una miniferia de salud titulada «Los ciclos que me cuidan». Inviten a familiares y vecinos.
- Coloca tus dos infografías en un caballete o en una pared y prepárate para explicarlas en un máximo de dos minutos cada una.
- Reparte una pequeña ficha con tres recomendaciones de autocuidado relacionadas con los ciclos elegidos.

¿Cómo fue mi camino?

Reflexiona con honestidad:

- ¿Qué relación encontré entre el cuidado de mi cuerpo y los conceptos de la lección?
- ¿Qué pregunta me sigo haciendo y dónde podría buscar respuesta?
- ¿Qué cambio sencillo en mis hábitos puedo asumir esta semana gracias a lo aprendido?

Valora tu aprendizaje con apoyo de la siguiente rúbrica analítica.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Precisión científica	Identifica con exactitud el sensor, el centro de control, el efector y la variable.	Identifica con precisión tres de los cuatro componentes.	Identifica dos componentes con confusiones.	No identifica los componentes.
Diseño infográfico	Composición equilibrada, colores intencionales, leyendas legibles.	Composición clara con detalles por afinar.	Composición desordenada.	Composición ilegible.
Vinculación con la vida	Conecta el ciclo con un cuidado personal o comunitario concreto.	Conecta con un ejemplo general.	Menciona la conexión sin desarrollarla.	No establece conexión.
Comunicación oral	Explica con seguridad en menos de tres minutos, usando vocabulario apropiado.	Explica con seguridad dentro del tiempo previsto.	Explica con dudas o se extiende.	No explica.

Tu reto de hoy

Busca en tu comunidad tres objetos o seres vivos que compartan el mismo patrón sistémico. Por ejemplo: una cuenca, una red de venas y una red de calles. Escribe un párrafo que compare sus similitudes.

Recomendaciones

Guarda tus trabajos en una carpeta de portafolio; volverás a ellos en la lección 11. Si algo no quedó claro, formula una pregunta concreta y llévala a clase, la duda es el motor del conocimiento. Revisa tus diagramas con ojos de ilustrador: ¿cualquier persona los entendería?



¿Cómo estuvo la ruta?

Actividad. Carta a mi comunidad

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Esta es la actividad de cierre que evidencia mediante una pieza escrita lo que aprendiste. Antes de redactar, conviene escuchar y elegir con cuidado a la persona destinataria.

- Elige a una persona de tu comunidad que no haya estudiado ciencias formalmente: una abuela, un campesino, una vecina, un niño o una niña.
- Conversa con esa persona durante unos minutos: pregúntale qué le gustaría comprender mejor sobre el mundo. Toma nota de tres ideas tuyas.
- Define la intención principal de la carta: explicar qué es un sistema, invitar a observar el entorno con nuevos ojos o agradecer un saber tradicional vinculado a los sistemas.

¡Ideas en movimiento!

Una buena carta necesita pensarse antes de escribirse. Esta fase es la de los borradores: las primeras tachaduras son señal de oficio.

- Redacta tres analogías posibles tomadas de la vida cotidiana (un tejido, una milpa, una parvada, una orquesta, un mercado). Elige al final la más cercana al destinatario.
- Esboza un plan en cuatro párrafos: saludo, descripción del concepto, analogía y cierre con una invitación concreta.
- Comparte el plan con tu equipo y pide una sugerencia de mejora.

¡Uno las piezas!

Llegó la hora de pulir cada palabra. Recuerda: la divulgación es exquisita, fina, coherente, actual, innovadora y puntual.

- Redacta la carta en un máximo de una cuartilla, en segunda persona, con un tono cálido y respetuoso.
- Incluye al menos una analogía y una pregunta abierta para conversar.
- Cierra con una invitación concreta: una pregunta, una caminata juntos, una receta a probar.
- Revisa ortografía, puntuación y tipografía. Cuida los acentos.

¡Es hora de mostrar!

La carta cobra vida cuando llega a su destino.

- Entrega la carta impresa a la persona destinataria o léela en voz alta. Pide permiso para registrar tu respuesta.
- Comparte un fragmento de la carta y la respuesta recibida con tu grupo.
- Conserva la versión original en tu portafolio: será la primera evidencia de tu identidad como divulgadora o divulgador científico.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué sentí al escribir para alguien que conozco con nombre y rostro?
- ¿Qué palabra técnica logré explicar con sencillez y cuál se me complicó?
- ¿Qué cambiaría si volviera a escribir esta carta dentro de un mes?

Valora tus conocimientos con la siguiente rúbrica analítica.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Claridad del mensaje	Explica el concepto sistémico con sencillez y precisión.	Explica el concepto con pequeñas confusiones.	Explica el concepto con dificultad.	No explica el concepto.
Uso de analogía	La analogía es original, pertinente y cercana al destinatario.	La analogía es pertinente.	La analogía es lejana o forzada.	No usa analogía.
Tono y cuidado	Lenguaje cálido, respetuoso, libre de errores ortográficos.	Lenguaje cálido con pocos errores.	Lenguaje impersonal o con errores notables.	Lenguaje seco o irrespetuoso.
Cierre y vinculación	Incluye una invitación concreta y una pregunta abierta.	Incluye una invitación o una pregunta.	Cierra sin invitación.	Cierra abruptamente.

Detente un momento. Respira. Piensa en todo lo que hiciste. Esta lección te invitó a cambiar la forma de mirar: ya no ves objetos aislados, sino relaciones. Desde hoy, cada vez que contemples una nube, una abuela cocinando o una hormiga cargando una semilla, podrás reconocer el sistema del que forman parte.

Ahora puedes ver el mundo como un sistema de relaciones y comprender cómo el conocimiento permite intervenir en él con mayor eficacia y responsabilidad. Pero surge una nueva necesidad. Para representar esas relaciones con precisión, para hacerlas comparables, comunicables y operables, necesitas una herramienta que la humanidad ha construido durante milenios y que sigue siendo una de las más poderosas del pensamiento: el número como construcción cultural y lenguaje de la ciencia.

Referencias

- Alcubierre, M. (2009). *Los agujeros negros*. FCE, La Ciencia para Todos 210.
- Bateson, G. (1998). *Pasos hacia una ecología de la mente*. Lohlé-Lumen.
- Bertalanffy, L. von (1989). *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. FCE.
- García-Cruz, L. M., García, A. E. y Baquero, R. (2005). *Comportamiento magnético de monocapas de metales de transición 4d y 5d*. Revista Mexicana de Física, 51(2), 88.
- Capra, F. (1998). *La trama de la vida: una nueva perspectiva sobre los sistemas vivos*. Anagrama, Colección Argumentos.
- Fierro, J. (2001). *La familia del Sol*. SEP-FCE, Libros del Rincón.
- García-Colín Scherer, L. (2003). *Y sin embargo se mueven... Del mundo cuántico al universo en expansión*. FCE, La Ciencia para Todos 90.
- Maturana, H. y Varela, F. (2003). *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano*. Lumen.
- Meadows, D. H. (2008). *Pensamiento sistémico: una introducción*. Chelsea Green Publishing.
- Morin, E. (1999). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa, Colección Claves.
- Moshinsky, M. (1996). *Ciencia y arte en el siglo XX*. El Colegio Nacional.
- Odum, E. P. y Barrett, G. W. (2006). *Fundamentos de ecología*. (5.ª ed.). Thomson.
- SEP (2023). *Plan de estudio de la educación media superior*. Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. Secretaría de Educación Pública.
- Wilson, E. O. (2002). *El futuro de la vida*. Crítica, Drakontos.



Mi ruta de aprendizaje



(Imagen de referencia). Dibujo de un egipcio antiguo dibujando jeroglíficos.

El número como construcción humana

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

Esta lección te ayudará a comprender el número como una construcción humana, reconociendo su evolución, estructura y uso como lenguaje para representar y comunicar cantidades en distintos contextos.

Actividades de la lección <i>El número como construcción humana</i>				
Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s)/ Producto(s)	Herramientas de evaluación
Enigma numérico	Refuerza la comprensión del número como construcción humana, mediante la identificación de conceptos clave y su relación con el lenguaje y la estructura numérica, de forma lúdica y significativa.	Pluma o lápiz, borrador o corrector	Cuatro respuestas contestadas y el crucigrama completado	Con el cumplimiento de la actividad
El lenguaje secreto de los números	Reconoce el uso de los números en la vida cotidiana y los comprende como una construcción humana. Analiza su función como lenguaje para representar y comunicar cantidades en distintos contextos.	Colores o plumones, también pueden usarse recortes de revista o periódico, tijeras y pegamento	Cartel, infografía o mapa conceptual para explicar los usos de los números, su importancia como construcción humana y ejemplos de distintos sistemas de numeración	Lista de cotejo
Patrones que crecen: construyendo el crecimiento de Fibonacci	Comprende la secuencia de Fibonacci de una manera simple, identificando cómo los números pueden describir y modelar patrones de crecimiento presentes en la naturaleza.	Semillas o monedas, papel, pluma o lápiz, borrador o corrector	Cartel o esquema donde se muestre la secuencia Fibonacci, la regla de formación y una breve explicación de cómo se relaciona con los números naturales y los patrones	Ensayo breve sobre el ejercicio



¿Qué saberes traigo conmigo?

Enigma numérico

Realiza la siguiente actividad

1. Subraya la opción correcta para cada idea.
 - a. La invención de los números es:
 - más reciente que la agricultura
 - resultado de la necesidad de contar y organizar cantidades
 - un hecho que ocurrió en un solo lugar y momento
 - b. La numeración romana se caracteriza por:
 - utilizar un sistema posicional como el decimal
 - incluir el cero como parte fundamental
 - emplear letras para representar valores numéricos
 - c. El cero:
 - no siempre representa la *ausencia* de cantidad
 - vale *nada* en todos los casos
 - tiene el mismo valor independientemente de su posición dentro de un número
 - d. Es el sistema de numeración más eficiente que se conoce:
 - sistema maya (vigesimal y posicional)
 - sistema egipcio (decimal y no posicional)
 - sistema indoarábigo (decimal y posicional)

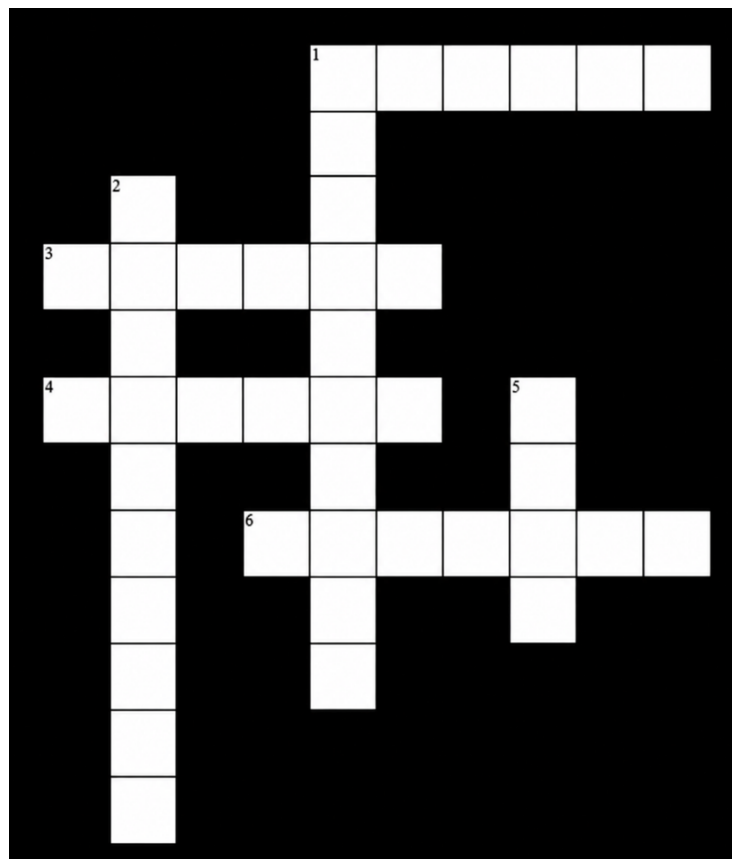
2. Resuelve el crucigrama.

Horizontales

1. Elemento básico que indica una cantidad.
3. Proceso de asignar un número a una cantidad.
4. Signos que representan valores numéricos.
6. Conjunto de reglas y símbolos para escribir números.

Verticales

1. Sistema que usamos para representar cantidades con símbolos.
2. Forma de expresar números según su posición.
3. Base del sistema decimal que usamos comúnmente.



(Imagen de referencia). Crucigrama para la actividad inicial.

Cierre de actividad

Al terminar la actividad, reflexiona: además de contar, ¿qué otras utilidades tienen los números en tu día a día?, ¿cuál o cuáles podrías aplicar en tu comunidad?, ¿por qué?

¿Sabías que... tu cerebro puede reconocer rápidamente hasta tres o cuatro objetos sin contarlos? A esto se le llama percepción inmediata.

Fuente bibliográfica: Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics*. (Rev. and updated ed.). Oxford University Press.



Punto de encuentro

¿Cómo sería tu vida si no existieran los números para contar?

Aprender a contar el mundo

Desde que te levantas hasta que termina tu día, estás contando. Miras la hora, cuentas monedas, revisas porcentajes o sigues estadísticas. Aunque no siempre lo notes, los números organizan tu vida. Pero esto no siempre fue así, hubo una época cuando no existían los números escritos. ¿Alguna vez te has preguntado cómo empezó la idea de *contar*?

Nadie sabe cuándo se inventaron los números, pero no hay duda de que son más antiguos que la escritura misma. La historia del *conteo* es muy interesante porque tiene que ver con necesidades humanas, de comercio, de observación del cielo y de creatividad.

Desde la prehistoria, la humanidad ha tenido la necesidad de *contar* objetos, estrellas, plantas, animales, seres vivos y todo aquello que se pueda contar, identificar, medir, pesar y simbolizar. Antes de que existieran los números como los conoces, las personas contaban con lo que tenían a la mano: piedras, marcas en huesos o rayas en la tierra. No había símbolos universales, pero tenían una necesidad común: saber cuánto hay.



Imagen 1. Hueso de hiena con nueve marcas similares y paralelas de hace unos 60 mil años, que sugiere que los neandertales pudieron haberlo usado para contar. (Imagen de referencia). Hueso prehistórico con nueve marcas en forma de líneas similares en tamaño y forma, paralelas y consecutivas.

¿Sabías que... la palabra *cálculo* proviene del latín *calculus*, que significa ‘piedra pequeña’. En la antigüedad se utilizaban piedras para contar y realizar operaciones sencillas.

Fuente bibliográfica: Boyer, C. B., & Merzbach, U. C. (2011). *A history of mathematics* (3rd ed.). Wiley.

Con el tiempo, estas necesidades incrementaron en cada tribu, dando lugar a la formación de grandes civilizaciones que nos han legado sus conocimientos a través de ruinas y *vestigios*. Cada una de estas civilizaciones resolvió sus carencias de distintas formas, mejorando y perfeccionando sus registros. A medida que las *cantidades* aumentaban, surgió la necesidad de crear un método más eficiente.

Recordatorio

Con la simple necesidad de contar, la imaginación humana transformó ideas en símbolos cada vez más ingeniosos. Así nació el álgebra, una especie de lenguaje que mezcla números, letras y signos para expresar relaciones y cantidades de forma sorprendente.

Estructura y lenguaje del número

Imagina que una persona necesita saber cuántas ovejas tiene para asegurarse de que no ha perdido ninguna. O que quiere registrar cuántos días han pasado desde la última vez que llovió. O quizá quiere contar las mazorcas que ya están listas para cosecharse. Sin una forma de representar cantidades, tendría que recurrir a estrategias poco prácticas, como identificar cada oveja por separado, repetir “un día más y otro más...”, o comparar una colección con otra diciendo “hay tantos como allá”. Estos métodos funcionan para cantidades pequeñas, pero en cantidades mayores es fácil perder la cuenta.

Para resolver este problema, las personas comenzaron a desarrollar formas cada vez más creativas para registrar y expresar cantidades. Una de las más accesibles fue utilizar el cuerpo, especialmente las manos, como referencia para contar; pero ¿qué ocurre con cantidades que superan los diez dedos?

La necesidad de representar cantidades cada vez mayores llevó al desarrollo de sistemas numéricos que permitieron organizar, comunicar y registrar el mundo de una manera más eficiente.

¿Sabías que... tus dedos fueron la primera *calculadora*? Muchos *sistemas numéricos*, como el decimal o el vigesimal, están relacionados con el cuerpo humano: 10 dedos en las manos, 20 contando manos y pies.

Fuente bibliográfica: Ifrah, G. (2000). *The universal history of numbers: From prehistory to the invention of the computer*. Wiley.

En lugares como Mesopotamia, hace más de 5,000 años, surgieron algunos de los primeros sistemas organizados de conteo. Ahí, las personas (sumerios) usaban pequeñas fichas de barro para representar *cantidades* y, con el tiempo, desarrollaron un sistema basado en el número 60. De hecho, al día de hoy todavía usas ese sistema cuando divides el tiempo en minutos y segundos.

Glosario

Conteo/contar: acción de enumerar elementos de un conjunto para conocer cuántos hay.

Sistema numérico: conjunto de símbolos y reglas que permiten representar y operar con números.

Cantidad: propiedad que indica cuánto hay de algo y que puede medirse o contarse.

Vestigio: objeto, señal o huella que queda de algo o alguien que ha desaparecido o se ha destruido.



Imagen 2. *Tabla de multiplicar sumeria para medidas de longitud que data de unos 4,700 años.* (Imagen de referencia).
Ficha de barro con impresiones de puntos, líneas y dibujos en una tabla con tres columnas y siete filas, usada por los sumerios como tabla de multiplicar en Mesopotamia hace 4,700 años.

Contar para construir eternidad

Ahora imagina que quieres construir una pirámide. No es posible hacerlo sin medir, calcular y organizar materiales. En el antiguo Egipto, el conteo fue esencial para la arquitectura, la agricultura y la administración. Su interés estaba relacionado con el río Nilo y sus inundaciones, necesarios para la vida en las ciudades y para sus comerciantes.

Hace más de 5,000 años, los egipcios desarrollaron un sistema de numeración decimal (basado en el 10), como el que usas hoy, pero utilizando jeroglíficos. Sin embargo, no era posicional, eso significa que el lugar donde se posicionaban los números no era relevante, por lo que podían escribirse en diferente orden sin que cambiara su valor. Aun así, lograron construir estructuras impresionantes y organizar una civilización compleja.



Imagen 3. *Pirámides de Egipto*. Las pirámides de Egipto, construidas hace 3,500 años, reflejan un dominio de las matemáticas y la geometría basado en un sistema de numeración decimal (base 10). (Imagen de referencia).

¿Sabías que... hubo culturas sin números? Algunas culturas antiguas solo tenían palabras para “uno”, “dos” y “muchos”. Todo lo que pasaba de dos, simplemente era “mucho”.

Fuente bibliográfica: Ifrah, G. (2000). *The universal history of numbers: From prehistory to the invention of the computer*. Wiley.

Contar también es observar el universo

En el continente americano, distintas culturas desarrollaron sistemas de conteo muy avanzados. Para los pueblos mesoamericanos, como los olmecas y los mayas, contar no se limitaba a objetos cotidianos, sino que también era una forma de comprender el tiempo, los ciclos de la naturaleza y el orden del universo. Así, contar se convirtió en una herramienta práctica para interpretar la realidad y darle sentido.

Aunque los olmecas sentaron bases culturales importantes, fueron los mayas quienes llevaron el sistema numérico a otro nivel. Utilizaban un sistema vigesimal (basado en el 20) porque esa es la suma de los dedos de pies y manos. De hecho, en algunas partes de Europa todavía usan esa forma arcaica de contar; por ejemplo, en francés, 80 se expresa como “cuatro veintes”.

Los mayas representaban los números con puntos y barras; un punto valía uno y una barra valía cinco. Pero lo más sorprendente es que a los mayas se les atribuye la invención del cero que usaban para el conteo de los días, meses y años en sus calendarios, el cual representaban con la forma de una concha o caracol.



Imagen 4. Los mayas desarrollaron el concepto de cero representado como una concha o caracol que simbolizaba la finalización de un ciclo. (Imagen de referencia). Numeración del 0 al 10 con número natural y su representación en número maya con puntos, líneas y el cero en forma de concha o caracol.

El cero no vale “nada”, pero lo cambia todo

Hoy te parece normal usar el cero. Sabes que no es lo mismo 5 que 50 o 500; sin embargo, llegar a esa idea tomó miles de años.

Los mayas fueron una de las primeras civilizaciones en usar el cero de manera clara y funcional, especialmente en sus calendarios. De forma independiente, en la India también se desarrolló este concepto, que más tarde sería transmitido al mundo a través de la cultura árabe. Los hindúes lo llamaban *sunya*, que significa ‘nada’.

Sin embargo, el cero no siempre representa la ausencia de *cantidad*, sino también una posición dentro de una cifra. Es lo que permite que los sistemas numéricos sean realmente eficientes. Sabemos que 23, 203 y 2030 tienen diferente valor gracias al cero. Sin el cero, las matemáticas modernas, la ciencia y la tecnología serían prácticamente imposibles.

Todos los números llevan a Roma

Los romanos, por su parte, desarrollaron un sistema de numeración basado en letras del alfabeto e iban de cinco en cinco. En lugar de usar cifras como lo hacemos hoy, representaban las cantidades con símbolos que podían sumarse o, en algunos casos, restarse según su posición. Así, los símbolos básicos del sistema romano son:

$$I = 1$$

$$V = 5$$

$$X = 10$$

$$L = 50$$

$$C = 100$$

$$D = 500$$

$$M = 1000$$

Los romanos escribían los números colocando los símbolos de mayor a menor y de izquierda a derecha, sumando sus valores. Por ejemplo:

$$XXII = 22 (10 + 10 + 1 + 1)$$

$$LXXIII = 73 (50 + 10 + 10 + 1 + 1 + 1)$$

$$DCXVIII = 618 (500 + 100 + 10 + 5 + 1 + 1 + 1)$$

$$MDCCLXVIII = 1768 (1000 + 500 + 100 + 100 + 50 + 10 + 5 + 1 + 1 + 1)$$

Esta organización permitía evitar repeticiones excesivas de un mismo símbolo. Y para simplificar aún más la escritura, los romanos introdujeron la **regla sustractiva** que indica que, cuando un símbolo menor aparece antes de uno mayor, se resta en lugar de sumarse. Por ejemplo:

$$IV = 4 \ (5 - 1)$$

$$IX = 9 \ (10 - 1)$$

$$XL = 40 \ (50 - 10)$$

$$XC = 90 \ (100 - 10)$$

$$CM = 900 \ (1000 - 100)$$

Recordatorio

En los números romanos el orden de los símbolos importa. Por ejemplo, IV significa 4 porque el I colocado antes del V indica que debe restarse una unidad al número mayor.

Esto evitaba repeticiones largas como IIII o VIII. Sin la regla sustractiva, estos números serían mucho más largos y difíciles de leer. A pesar de todo, obliga a memorizar una enorme cantidad de signos. Podríamos agotar el alfabeto, y tendríamos que buscar nuevos símbolos para representar los números.

Otra limitación importante en su numeración es que no utilizaban el número cero, lo que hacía más difícil realizar operaciones matemáticas complejas. Sin un símbolo para el cero, el cálculo posicional (como el que usamos hoy) no era posible.

Tu reto de hoy

¿Cuál es el número más grande que conoces y que puedes nombrar?

Intenta nombrar este número sin mirar la respuesta: 43,252,003,274,489,856,000.

Cuarenta y tres trillones, doscientos cincuenta y dos mil tres billones, doscientos setenta y cuatro mil cuatrocientos ochenta y nueve millones, ochocientos cincuenta y seis mil es el número de configuraciones posibles del cubo de Rubik. ¿Te imaginas representar esta cifra con piedras, jeroglíficos o números romanos?

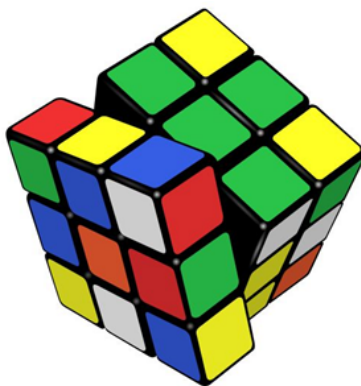


Imagen 5. *Cubo de Rubik*. (Imagen de referencia)

No obstante, cuando Colón desembarcó por vez primera en América, los números indoarábigos ya habían sustituido casi por completo a los números romanos, convirtiéndose en el sistema más utilizado para contar y calcular. Sin embargo, los números romanos continuaron utilizándose y aún hoy aparecen en distintos contextos para destacar información o mantener una tradición. Por ejemplo, los siglos suelen escribirse con números romanos: “El siglo XXI corresponde al periodo actual”. También es común encontrarlos en algunas carátulas de relojes, donde las horas se representan como I, II, III... hasta XII.

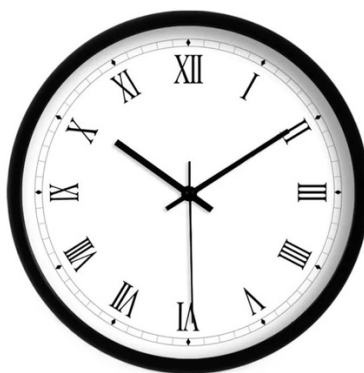


Imagen 6. *Reloj con numeración romana*. (Imagen de referencia). Reloj clásico de pared o de mano con numeración romana.

Recordatorio

Los romanos no usaban el cero, por eso, hacer operaciones complejas con ellos era muy complicado. ¡Imagina multiplicar números grandes sin un símbolo para el cero!

Contar no son solo números

Ahora que conoces un poco más sobre la historia de los números, puedes darte cuenta de algo importante: contar es mucho más que una habilidad matemática, es una forma de entender el mundo.

Cada cultura desarrolló su propio sistema de conteo según sus necesidades: comerciar, construir, observar las estrellas o medir el tiempo. Y aunque hoy uses números todos los días sin pensarlo estás utilizando una herramienta que fue construida a lo largo de miles de años por distintas civilizaciones.

Recordatorio

La próxima vez que veas un número, recuerda que detrás de una cifra cualquiera hay una gran historia.



Actividad. El lenguaje secreto de los números

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Observa ejemplos de los distintos sistemas numéricos que hemos visto durante la lección: números indoarábicos, números romanos, sistema maya (puntos y barras) y conteo con dedos o marcas. Luego, organízate en equipo y responde:

1. ¿Qué ventajas y desventajas ves en cada sistema?
2. ¿Cuál crees que sería más fácil para contar grandes cantidades?

¡Ideas en movimiento!

En equipos, dialoga para identificar coincidencias y diferencias sobre:

1. ¿Por qué crees que diferentes culturas inventaron diferentes formas de contar?
2. ¿Qué pasaría si cada persona usara su propio sistema numérico hoy?
3. ¿Qué hace útil a un sistema de números?

¡Uno las piezas!

En equipo, crea un “sistema numérico inventado”, que debe incluir:

1. símbolos para al menos cinco números
2. una regla de cómo se escriben los números
una explicación de por qué es útil, ejemplos: contar personas en tu salón, contar objetos en una tienda, contar tiempo de actividades.

¡Es hora de mostrar!

Cada equipo presenta en plenaria su sistema numérico: cómo se usa y qué problema resuelve. Intenta descifrar el sistema de numeración de otros equipos para comprobar su funcionamiento.

¿Cómo fue mi camino?

Toma papel y pluma y escribe una breve reflexión de dos o tres líneas para cada pregunta:

1. ¿Qué entendí sobre el origen de los números?
2. ¿Qué fue lo más difícil de crear un sistema numérico?
3. ¿Cómo cambió mi idea de lo que es un número?
4. ¿Qué haría diferente si volviera a hacerlo?

Evalúo el proceso

Finalmente, realiza una autoevaluación de tu desempeño. Valora tu participación, comprensión del tema, colaboración en equipo y calidad de aportaciones con el fin de reconocer tus avances y áreas de mejora. Ayúdate de la siguiente lista de cotejo:

Criterio	Sí	No
Participé activamente en las actividades individuales y en equipo		
Compartí mis ideas con el grupo y mostré respeto		
Identifiqué ejemplos del uso de los números en mi entorno		
Comprendí que los números son una construcción humana		
El sistema numérico que inventé tiene coherencia		
Con mi creatividad contribuí a crear nuevos símbolos y reglas		
Expliqué con claridad las ideas durante la presentación		
Reflexioné sobre lo que aprendí y cómo lo aprendí		

Recomendaciones

Sócrates y los tres cochinitos es una historia divertida donde pensar es tan importante como correr. Este ingenioso cuento te llevará a descubrir un misterio donde tendrás que usar el poder de las matemáticas y el análisis combinatorio. Entre pistas, suposiciones y mucha lógica, descubrirás que resolver problemas también puede ser una gran aventura:



¿Qué es un número y por qué lo usas todo el tiempo?

Tal vez nunca te lo has preguntado así de directo, pero ¿qué es un número?

Como hemos visto a lo largo de esta lección, un número es una herramienta que usas para representar cantidades, ordenar cosas y también para identificar. Así de simple y así de poderoso.

Cuando dices que tienes 3 libros, que llegaste en 2º lugar o que vives en el número 15 de una calle, estás usando números de distintas formas. Para contar cuántos hay, para decir en qué posición estás respecto a algo o para identificar teléfonos, códigos o direcciones. Es decir, los números no solo sirven para sumar o restar, te ayudan a organizar tu entorno.

Los números naturales

¿Jugaste a las escondidillas alguna vez? Este juego utiliza los números como elemento base: “¡1, 2, 3 por todos mis amigos...!” De seguro estos números fueron de las primeras cosas que aprendiste en la vida.

Precisamente esos números con los que jugabas son los números naturales y se llaman así porque surgen de una necesidad muy básica que es contar objetos del mundo que te rodea. Si tienes 4 manzanas, 10 monedas o 25 compañeros en clase, estás usando números naturales.



Imagen 7. *Números naturales*. (Imágenes de referencia) Cuatro manzanas, 10 monedas y 25 compañeros de clase.

En la mayoría de los contextos, los números naturales incluyen 1, 2, 3, 4, 5... y así, hasta el infinito. Algunos matemáticos también incluyen el 0, porque representa la ausencia de cantidad, por ejemplo, no tener ninguna moneda.

Lo importante es que los números naturales tienen algunas características puntuales:

- no tienen decimales
- no son negativos
- sirven para contar cantidades completas

Son la base de todo lo demás. Antes de aprender fracciones, porcentajes o ecuaciones, empezaste por aquí.

¿Tienen las cifras de los números siempre el mismo valor?

El sistema de numeración que utilizas todos los días (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9...) tiene su origen en la India. Ahí se perfeccionó un sistema decimal posicional, en el que el lugar de cada número cambia su valor.

Más tarde, este conocimiento fue transmitido y difundido por el mundo árabe, desde donde llegó a Europa y, con el tiempo, se consolidó como el sistema de numeración más utilizado en todo el mundo. Por ello, se le conoce como *sistema de numeración indoarábigo* y probablemente es uno de los sistemas de numeración más eficientes que se ha inventado. Bastan solo diez símbolos para representar enormes números;

además, no se confunden los números con las palabras y las operaciones matemáticas son mucho más fáciles con el sistema hindú que con cualquier otro conocido.

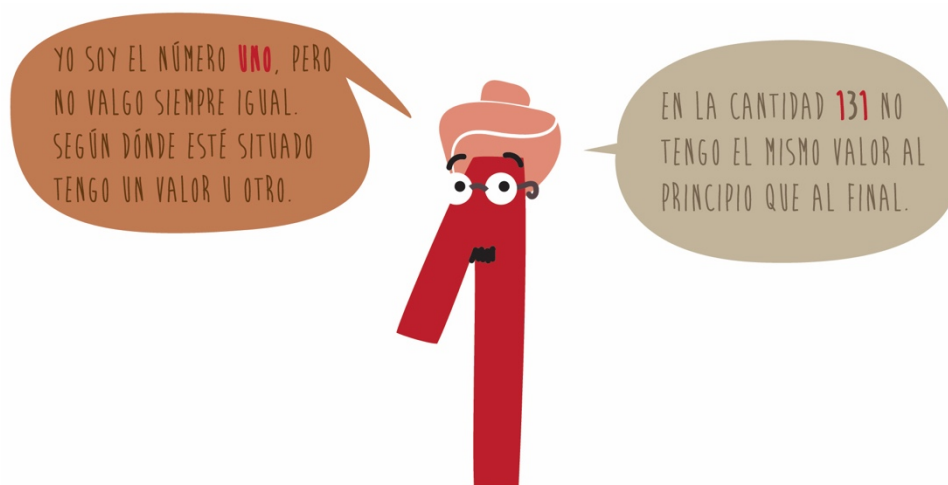


Imagen 8. En el sistema de numeración indoarábigo, la posición de los números importa porque puede representar distintos valores: unidades, decenas, centenas, millares, etc. (Imagen de referencia). El número 1 tiene un valor distinto dependiendo de la posición que ocupe en una cifra. Tomado de: <https://museovirtual.csic.es/profesores/numeros/num5.htm>

Leonardo de Pisa, el hombre que cambió la forma de contar en Europa

Viajemos a la Edad Media. Imagina que estás en Europa, donde las personas usan números romanos como I, V, X, L o C. Intenta hacer una multiplicación complicada con esos símbolos. No es nada práctico, ¿verdad? Es justo aquí cuando entra en escena un personaje muy interesante, clave en la historia de las matemáticas: Leonardo de Pisa, mejor conocido como *Fibonacci*.

Fibonacci vivió entre los siglos XII y XIII y tuvo la oportunidad de viajar por el norte de África, donde conoció el sistema de numeración indoarábigo que hoy usas todos los días. Este sistema, a diferencia del romano, facilitaba enormemente los cálculos matemáticos. Al introducirlo en Europa, Fibonacci contribuyó a transformar la manera en que se contaba y se hacía matemáticas.

Además, en su obra *Liber Abaci*, propuso la famosa sucesión de Fibonacci. Esta sucesión es una serie de números en la que cada término se obtiene sumando los dos anteriores: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21 y así sucesivamente. Esta sucesión es fundamental porque describe patrones de crecimiento en la naturaleza, sirve como base para la proporción áurea en el arte y la arquitectura, y es ampliamente utilizada en la informática y el análisis financiero.

¿Sabías que... la famosa sucesión de Fibonacci viene de un problema sobre la reproducción de conejos? Esta secuencia numérica se observa frecuentemente en la naturaleza: en pétalos, semillas y hojas de muchas flores, así como en estructuras espirales de conchas y hasta galaxias.

Fuente bibliográfica: Livio, M. (2002). *The Golden Ratio: The Story of Phi, the World's Most Astonishing Number*. Broadway Books.

Tu reto de hoy

Fibonacci y los girasoles

Las flores centrales de un girasol se organizan en espirales basadas en la sucesión de Fibonacci (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21...). Si una fila de flores sigue este patrón, ¿cuántas semillas habrá en el noveno lugar si el primer lugar es 1?

El lenguaje universal de los números

El sistema que conoció Fibonacci es el sistema de numeración indoarábigo, desarrollado en la India y difundido posteriormente por el mundo árabe. Este sistema se convirtió en el más utilizado en el mundo porque tiene dos grandes ventajas que lo hacen increíblemente poderoso:

1. **Es decimal.** Está basado en el número 10. Es decir, que solo necesitas diez símbolos —0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9— para formar cualquier número, por grande que sea.
2. **Es posicional.** Esto significa que el valor de cada número depende de su posición. Por ejemplo, en 23, el 2 vale veinte; mientras que, en 203, el 2 vale doscientos. Y aquí es donde entra el cero como pieza fundamental, porque sirve para indicar posiciones vacías.

Aunque es un sistema decimal, su verdadera ventaja no depende exclusivamente del número 10, sino del hecho de que organiza los números en potencias de una base fija. La base 10 es simplemente la más común porque está relacionada con el conteo natural con los dedos, pero el mismo principio puede funcionar en otras bases, como la binaria (base 2), la octal (base 8) o la vigesimal (base 20).

Aprende más... con esta lectura sobre las emocionantes aventuras del número tres, uno de los primeros números naturales.



Un cambio que no fue inmediato

Aunque hoy te parezca obvio, en su momento no fue tan fácil adoptar estos números. En Europa, muchas personas desconfiaban de este nuevo sistema. Sin embargo, Fibonacci escribió un libro llamado *Liber Abaci*, donde explicaba cómo usar estos números para resolver problemas cotidianos como el comercio, conversiones o cálculos. Poco a poco, su uso se fue extendiendo hasta que terminó por reemplazar a los números romanos en la mayoría de las actividades.

Cada vez que escribes un número, haces una operación o usas una calculadora estás utilizando una herramienta que pasó por muchas manos, culturas y siglos. Desde los números naturales que aprendiste en tu niñez hasta el sistema indoarábigo que usas sin pensar, todo forma parte de una misma historia: la necesidad humana de entender, ordenar y transformar el mundo; y ahora tú también eres parte de esa historia.



¿Cómo estuvo la ruta?

Actividad. Patrones que crecen: construyendo el crecimiento de Fibonacci

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Consigue semillas, frijoles o monedas (al menos 20), hojas cuadriculadas o blancas, lápiz y regla.

¡Ideas en movimiento!

Coloca una semilla sobre la mesa, o bien, dibuja un cuadro pequeño en tu hoja. Ese será tu inicio (1). Ahora sigue esta regla: En cada nuevo paso, debes formar una cantidad nueva que sea la suma de las dos cantidades anteriores, como en la sucesión de Fibonacci; es decir:

Paso 1: 1

Paso 2: 1

Paso 3: 2

Paso 4: 3

Paso 5: 5

Paso 6: 8

Y así sucesivamente...

¿Qué debes hacer?

- Representa cada número con semillas o dibujos de cuadros.
- Agrúpalos físicamente o dibújalos de forma ordenada.
- Registra al menos los primeros 6 o 7 términos.
- Observa cómo cambia el tamaño de cada grupo.

¡Uno las piezas!

Ahora organiza tus representaciones (cuadros o grupos de semillas) de forma que se conecten visualmente. Intenta acomodarlos como una secuencia continua o espiral.

Luego, observa y responde:

1. ¿Cómo cambia el tamaño de cada figura?
2. ¿El crecimiento es regular o se acelera?
3. ¿Qué tipo de forma empieza a aparecer?

Nota que el crecimiento no es constante, sino que se hace cada vez más grande y más rápido.

¡Es hora de mostrar!

Elabora un cartel o esquema donde incluyas la secuencia que construiste, la regla que seguiste (Fibonacci) y una explicación breve de lo que observaste. Presenta tu trabajo al grupo y explica cómo construiste la secuencia y qué descubriste al organizarla. Escucha a otros equipos y compara: ¿todos obtuvieron patrones similares?, ¿representaron la secuencia de la misma forma?

¿Cómo fue mi camino?

Ahora, reflexiona individualmente:

1. ¿Qué entendí sobre los patrones numéricos?
2. ¿Cómo me ayudó la construcción física o visual?
3. ¿Qué fue lo más difícil del proceso?
4. ¿Qué haría diferente la próxima vez?

Evalúo el proceso

Escribe un breve ensayo donde valores tu participación en el equipo, tu comprensión de la sucesión Fibonacci, tu aportación a la representación del patrón y la claridad con la que explicaste lo aprendido.

Reconoce tus logros y aspectos a mejorar.

Ahora que entiendes cómo los números organizan el mundo, en la siguiente lección descubrirás cómo la materia también tiene una estructura interna: el átomo, la unidad básica de todo lo que existe.

Referencias

- Asimov, I. (1986). *De los números y su historia*. Ediciones Orbis.
- Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. (s. f.). *Historia de los números*.
- Flegg, G. (1989). *Numbers through the ages*. Macmillan/Open University.
- Hammarström, H. (2010). Rarities in numeral systems. En *Rethinking universals: How rarities affect linguistic theory* (pp. 11–53).
- Ibáñez, R. (2014). *Los números deben estar locos*. Cuaderno de Cultura Científica.
- Ibáñez, R. (2017b). *La insoportable levedad del tres, o sobre la existencia de sistemas numéricos en base 3*. Cuaderno de Cultura Científica.
- Ifrah, G. (2000). *The universal history of numbers: From prehistory to the invention of the computer*. Wiley.
- Paulos, J. A. (1999). *El hombre anumérico*. Tusquets.
- Torres, M. (2019). *La historia de los números*. Seminario de investigación en Educación Matemática: Una mirada desde el aula.
- Kaufman, E. L., Lord, M. W., Reese, T. W., and Volkman, J. (1949). *The discrimination of visual number*. The American Journal of Psychology, 62(4), 498–525. <https://doi.org/10.2307/1418556>
- Livio, M. (2002). *The Golden Ratio: The Story of Phi, the World's Most Astonishing Number*. Broadway Books.
- Boyer, C. B. and Merzbach, U.C. (2011). *A history of mathematics* (3rd ed.). Wiley.



Mi ruta de aprendizaje



(Imagen de referencia). Una persona observa su entorno utilizando una lupa mágica que le revela lo invisible. Al enfocarse a una planta, el lente muestra una partícula que forma al objeto, un átomo que logra ver con toda claridad, descubriendo que la planta está formada de átomos.

El átomo: imaginar lo invisible

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

En esta lección comprenderás que la materia está formada por partículas microscópicas que no son visibles, pero se explican mediante modelos científicos.

Actividades de la lección <i>El átomo: imaginar lo invisible</i>				
Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s)/ Producto(s)	Herramientas de evaluación
¿De qué está hecho?	Reconoce que los objetos cotidianos están constituidos por partículas imperceptibles para el ojo humano.	Libro de texto, cuaderno, bolígrafo	Una oración breve por cada una de las preguntas planteadas	Con el cumplimiento de la actividad
Pensar con modelos	Reflexiona de manera crítica sobre la importancia de los modelos atómicos para comprender la existencia del átomo. Identifica las partículas subatómicas que conforman al átomo, analizando sus características, ubicación e importancia en las propiedades del mismo.	Libro de texto, cuaderno, bolígrafo, tabla periódica	Una oración breve por cada una de las preguntas planteadas	Con el cumplimiento de la actividad
¿La materia está formada de átomos?	Analiza, a partir de una actividad experimental, cómo la materia está formada por átomos.	Libro de texto, materiales y sustancias solicitadas	Tabla de resultado y una oración breve por cada pregunta planteada	Lista de cotejo



¿Qué saberes traigo conmigo?

Actividad. ¿De qué está hecho?

Realiza la siguiente actividad

Responde con honestidad, no buscando la “respuesta correcta”.

1. Piensa en un objeto y responde: ¿de qué está hecho?
2. Observa una manzana. Piensa: si la corto a la mitad, y luego esa mitad a la mitad, ¿podré seguir cortando por siempre o llegaré a un punto donde ya no pueda cortar más?
3. Escribe una explicación breve sobre cómo imaginas que está formada la materia por dentro



Cierre de la actividad

Comparte tus ideas con tus compañeros.



Punto de encuentro

¿Cómo imaginas un átomo?

La ciencia no siempre trabaja con lo visible

La ciencia muchas veces construye modelos para explicar aquello que no se presenta de manera inmediata a los sentidos. El átomo es uno de los ejemplos más poderosos de esta capacidad humana de pensar lo invisible con rigor.

¿Sabes a dónde nos conduce la invisibilidad?

Todos los días solo vemos lo visible, lo macroscópico, pero lo microscópico también convive con nosotros. Oculto a nuestros ojos, nos permite explicar fenómenos naturales y el funcionamiento del universo.

A nivel microscópico están los átomos, partículas invisibles que permiten interpretar a la materia. La materia se define como todo aquello a nuestro alrededor que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio (volumen).

Todo a nuestro alrededor es materia formada por átomos. Un ejemplo es el Sol, la estrella más cercana a nuestro planeta, compuesta por átomos de hidrógeno (H) y helio (He), bajo condiciones extremas de temperatura. Sus casi dos octillones de kilogramos de gases (2.0×10^{30} kg) producen energía en forma de radiación debido a la unión de los núcleos de los átomos, proceso llamado *fusión nuclear*. Esto mantiene el núcleo del Sol a una temperatura de quince millones de grados Celsius (1.5×10^7 °C) calentando no solo a la propia estrella, sino también a nuestro planeta Tierra.

La cantidad de gases y temperatura en el núcleo del Sol son números en notación científica. Recuerda que estos números expresan números muy grandes o pequeños mediante potencias de 10; se utiliza exponente positivo para los números grandes y uno negativo para los números pequeños.

Se pueden expresar de la siguiente manera:

- Cantidad de gases:

$$2\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000. = 2.0 \times 10^{30}$$

Recorremos el punto decimal 30 lugares hacia la izquierda, el número se multiplica por una base 10 con exponente positivo 30.

- Temperatura:

$$15\,000\,000. = 1.5 \times 10^7$$

Recorremos el punto decimal 7 lugares hacia la izquierda, el número se multiplica por una base 10 con exponente positivo 7.

- El diámetro aproximado del átomo de hidrógeno es:

$$0.0000000001 = 1.0 \times 10^{-10}$$

Recorremos el punto decimal 10 lugares hacia la derecha, el número se multiplica por una base 10 con exponente negativo 10.

- El diámetro aproximado del átomo de helio es:

$$0.0000000000062 = 6.2 \times 10^{-11}$$

Recorremos el punto decimal 11 lugares hacia la derecha, el número se multiplica por una base 10 con exponente negativo 11.

Evolución del modelo atómico

Todo lo que nos rodea (los animales, el aire, el agua, las piedras y nosotros mismos) es materia, constituida por átomos, y la idea de un mundo formado de átomos surge en la Antigüedad con la llamada filosofía atomista. Introducida por Leucipo de Mileto y Demócrito de Abdera en siglo V a.n.e., filósofos que no utilizaron la experimentación científica y solo buscaban explicar la composición de la naturaleza. Escribieron el siguiente postulado: la materia no es divisible infinitamente, una roca se puede dividir y la partícula más pequeña que ya no se divide (indivisible), es un átomo; de ahí se deriva la palabra *átomo*. Enfrentaron críticas de filósofos más influyentes, como Aristóteles, quienes rechazaron la teoría en su totalidad.

Tito Lucrecio Caro, poeta y filósofo atomista del Siglo I a.n.e., expone la concepción de Demócrito, retomada por el filósofo Epicuro, en el primer libro de su poema sobre la naturaleza de las cosas llamado *De rerum natura*, señalando: “Nada surge de la nada, en realidad, las cosas se crean a partir de semillas bien definidas”.

Tito Lucrecio Caro, no menciona la palabra átomo; sin embargo, se refiere a ellos como *semillas*, generadoras de un todo, necesarias para crear materia y dar vida a la Tierra.

Tras más de dos mil años de creencias y conjeturas sobre la existencia del átomo, el atomismo pasó de ser una filosofía a una teoría científica consolidada gracias al aporte experimental de los científicos del siglo XIX.

Glosario

Átomo: unidad básica constituyente de la materia.

Indivisible: aquello que no se puede dividir.

Invisible: aquello que no puede ser visto.

En 1808, John Dalton, químico británico, retoma las investigaciones de Leucipo y Demócrito. Su pasión por los gases e interés por explicar fenómenos naturales como el aire atmosférico y las auroras boreales lo llevó a desarrollar la teoría atómica de Dalton y el primer modelo del átomo, imaginando una esfera sólida, indivisible e indestructible, una de las aportaciones más importantes a la ciencia.

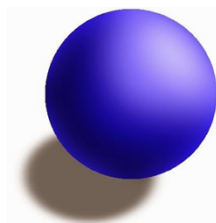


Imagen 1. *Modelo atómico de Dalton.* (Imagen de referencia). Una esfera tridimensional sólida, el color es indistinto.

Dalton planteó 4 postulados, los cuales representan una de las aportaciones más importantes de las ciencias:

1. Los elementos químicos están formados de átomos. Todos los átomos de un elemento son idénticos, pero diferentes de otro elemento, por ejemplo: un anillo de oro está formado por átomos iguales de oro y un cable de cobre está formado de átomos iguales de cobre, pero son diferentes entre cada elemento.
2. Los átomos no pueden crearse, dividirse o destruirse, por ejemplo: un anillo de oro, al fundirse a 1064 °C, solo cambia de estado de agregación (sólido a líquido). Sus átomos no se destruyen, si no que se conservan; solo aumenta su movimiento.
3. Los átomos de los elementos se combinan para formar nuevas sustancias, con propiedades distintas a las de los elementos originales, llamadas *compuestos químicos*. Por ejemplo, para formar el compuesto agua (H_2O) necesitamos 2 átomos de oxígeno y 1 átomo de hidrógeno; es como una receta de cocina que no cambia.
4. En una reacción química los átomos se separan, se combinan y se reordenan, por ejemplo, al quemar una hoja de papel, esta no desaparece, sino que se transforma en nuevas sustancias: humo (monóxido y dióxido de carbono), vapor de agua y cenizas.

Biografía

John Dalton Greenup (1766-1844) naturalista, químico, matemático y meteorólogo británico. Considerado uno de los científicos más influyentes de su época, desarrolló a principios del siglo XIX la teoría atómica moderna y abrió un camino decisivo para la química. En 1826 recibió la medalla Real de la Royal Society por sus contribuciones.

Glosario

Modelo: representación útil para explicar un fenómeno.

Partículas subatómicas: partículas más pequeñas que el átomo y determinan sus propiedades. Las más conocidas son el protón (carga positiva), electrón (carga negativa) y neutrón (carga neutra).

Elementos químicos: sustancias puras que no pueden descomponerse en otras más sencillas y están constituidas por átomos iguales.

El descubrimiento de las partículas subatómicas que forman al átomo fue de gran impacto, porque se descubrió que existen partículas más pequeñas que este, las cuales ayudan a dar las propiedades físicas y químicas a la materia.

Joseph John Thomson, en 1897, a través de una serie de experimentos con tubos de rayos catódicos halló partículas con carga negativa dentro del átomo, a las cuales llamó *electrones* (e^-), desarrollando el segundo modelo atómico denominado “pastel de pasas”, donde propone la distribución de los electrones con carga negativa en el átomo esférico, con una carga positiva, semejándose visualmente a las pasas dispersas en un pastel.

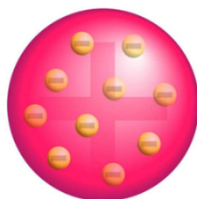


Imagen 3. *Modelo atómico “Pastel de pasas”*. (Imagen de referencia). Una esfera tridimensional sólida positiva que tiene incrustadas cargas negativas, el color es indistinto.

La historia del átomo continuó con el trabajo desempeñado por **Ernest Rutherford** en 1911, el cual diseñó y condujo un experimento para observar si partículas alfa desviaban su trayectoria al atravesar una lámina delgada de oro. Rutherford y sus colegas se sorprendieron al descubrir que muy pocas partículas se desviaron en ángulos grandes.

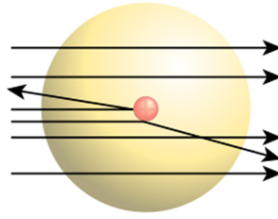


Imagen 4. *Modelo de Dispersión de partículas alfa de Rutherford.* (Imagen de referencia) Modelo del átomo que tiene un centro, que se representan con una esfera. Alrededor del centro hay tres órbitas circulares donde se encuentran partículas muy pequeñas, dos electrones.

Rutherford concluyó que el modelo del pastel de pasas de Thomson era incorrecto. Estimó que un átomo estaba conformado en su mayor parte por un espacio vacío, a través del cual se mueven los electrones con carga negativa y una masa pequeña 9.11×10^{-28} g, pero, además, habló de la presencia de una diminuta y densa región en el centro, llamada *núcleo*, que contenía cargas positivas llamadas *protones* (p^+), partículas subatómicas con tamaño grande 1.673×10^{-24} g y carga opuesta al electrón, donde se concentra casi toda la masa del átomo.

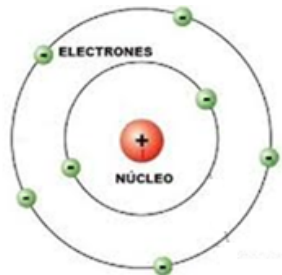


Imagen 5. *Modelo atómico de Rutherford.* (Imagen de referencia). Modelo con un centro esférico pequeño y alrededor del centro hay dos órbitas circulares donde se encuentran partículas muy pequeñas, son los electrones.

En 1913 **Niels Bohr** presentó su modelo. Propuso que los electrones no giran de manera desordenada alrededor del núcleo, si no, en niveles específicos de energía, designando un máximo de 7 niveles para un átomo ($n=1$ a $n=7$).

Planteó que el primer nivel de energía (nivel interno), puede contener hasta 2 electrones, los cuales están atraídos con gran fuerza al encontrarse más cerca del núcleo. El nivel 2 puede contener 8 electrones. Para los niveles situados a mayor distancia del núcleo (nivel externo), el número de electrones aumenta, disminuyendo la atracción que el núcleo ejerce sobre ellos: 18 electrones en el nivel 3; 32 electrones en el nivel 4; 32 electrones en el nivel 5; 18 electrones en el nivel 6; y 8 electrones en el nivel 7.

Bohr indicó que los electrones pueden realizar saltos entre niveles. Para pasar de un nivel interno a uno externo, el electrón absorbe energía; cuando regresa a un nivel interno, se estabiliza y emite luz, llamada *fotón*. A esto se le llama *salto cuántico*.

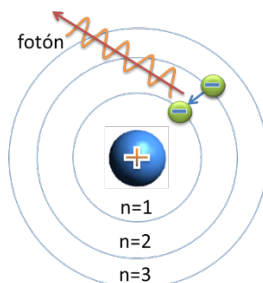


Imagen 6. *Modelo atómico de Bohr*. (Imagen de referencia) Modelo que tiene un centro, que se representan con una esfera. Alrededor del centro hay tres órbitas circulares donde se encuentra un electrón que salta de un nivel a otro, liberando energía.

Este modelo permitió el desarrollo del modelo cuántico de **Erwin Schrödinger**, el cual establece que los electrones no tienen órbitas definidas, sino que se ubican en orbitales (denominados *s*, *p*, *d* y *f*). Estos últimos son regiones tridimensionales de alta probabilidad para encontrar un electrón, y constituyen la base de la mecánica cuántica.

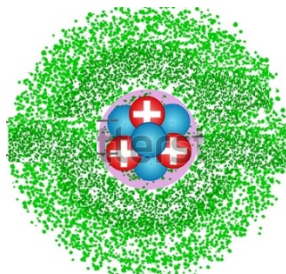


Imagen 7. *Modelo atómico de Schrödinger*. (Imagen de referencia) Modelo que tiene un centro, con dos protones y dos neutrones. Alrededor hay una nube electrónica.

¿Sabías que... la pirotecnia se produce mediante la emisión de luz de los átomos de metales? La pólvora, al calentarse, excita a los electrones de los átomos y al estabilizarse, estos liberan energía en forma de luz de colores.



Imagen 8. Colores de metales en la Pirotecnia. (Imagen de referencia) Colores en la pirotecnia de algunos metales como Na (amarillo), Ba (verde manzana), Sr (rojo), Cu (azul), Ti (plata).

En febrero de 1932 Chadwick en su artículo *"Possible Existence of a Neutron"* ("Posible existencia de un neutrón") en la revista *Nature* evidenció la presencia de una partícula sin carga, dentro del núcleo, la llamó neutrón (n^0) con una masa ligeramente mayor a la del protón, 1.675×10^{-24} g resolviendo la incógnita sobre la masa de los átomos, ya que no coincidían con la suma de protones y electrones.

Por tanto, se consideró que el átomo es una partícula neutra, 99.9% es espacio vacío y está compuesta de protones, electrones y neutrones.

El tamaño del átomo y de las partículas subatómicas (p^+ , e^- , n^0) es tan pequeño que se representan con números en notación científica. Recuerda que estos números expresan números muy grandes o pequeños. Se pueden expresar de la siguiente manera:

- Masa del protón: .0000000000000000000000001673= 1.673×10^{-24}

Recorremos el punto decimal 24 lugares hacia la derecha, el número se multiplica por una base 10 con exponente negativo 24.

- Masa del neutrón: .0000000000000000000000001675= 1.675×10^{-24}

Recorremos el punto decimal 24 lugares hacia la derecha, el número se multiplica por una base 10 con exponente negativo 24.

- Masa del electrón: .000000000000000000000000000911= 9.11×10^{-28}

Recorremos el punto decimal 28 lugares hacia la derecha, el número se multiplica por una base 10 con exponente negativo 28.

Propiedades del átomo

El átomo es la unidad básica de la materia y define las características físicas y químicas de los elementos, tales como su identidad, reactividad y transformaciones. Estas propiedades están estrechamente relacionadas con la estructura subatómica del átomo y son conocidas como *propiedades del átomo*.

Las propiedades de los átomos son la clave central para la organización de los elementos químicos en la tabla periódica; en lecciones posteriores se analizarán a detalle las características generales de este instrumento de organización de elementos químicos, pero su uso es necesario en esta lección.

El número de protones presentes en los núcleos atómicos es conocido como *número atómico* (Z), que determina la identidad del elemento químico y es único, es decir, le otorga "identidad": un nombre y un número de identificación. Por ejemplo, el hidrógeno, tiene 1 protón en su núcleo, por lo que su número atómico es 1 ($Z = 1$).

$$Z = \text{protones} = p^+$$

El número atómico define las características químicas de los elementos, ya que el número de protones determina el de electrones, al ser un átomo neutro los protones y electrones son iguales. Estos últimos son los responsables de cómo un elemento se enlaza, de su estabilidad o su reactividad, propiedades que se analizarán en la siguiente lección.

$$\text{protones} = \text{electrones}$$

Otra propiedad atómica es la masa atómica (A). El 99.99% de la masa de un átomo se concentra en el núcleo central, donde se encuentran las partículas subatómicas más grandes: el protón y el neutrón. Por lo tanto, para determinar la masa de un átomo es necesario sumar ambas.

$$A = \text{protones} + \text{neutrones}$$

La masa atómica se encuentra en la tabla periódica; es un número con decimal (ej. cloro = 35.45) y para utilizarlo es necesario redondear a la unidad. Observa el número a la derecha después del punto, si es 0.5 o mayor, la unidad aumenta una cifra (ej. 45.5 = 46). Si el número a la derecha, después del punto, es menor a 0.5, la unidad se mantiene (ej. 43.4 = 43).

Si se tiene el número atómico (Z) y la masa atómica (A), es posible calcular el número de neutrones en el núcleo atómico a partir de la siguiente operación aritmética:

$$\text{Neutrones} = \text{Masa atómica (A)} - \text{protones}$$

La tabla periódica te da la información necesaria para determinar partículas subatómicas (protones, electrones, neutrones) de los átomos que forman a los elementos químicos. Para esto necesitas dos datos importantes, número atómico (Z) y masa atómica (A).

	Número atómico (Z)	
2	17	
8	35.45	Masa atómica (A)
7	Cl	
	Cloro	
Distribución de electrones		
	Electrones de valencia	

Imagen 9. Datos de la tabla periódica, elemento cloro.

(Imagen de referencia) Información del cloro en la tabla periódica, señalando qué representa cada valor.

Para el elemento cloro la tabla periódica nos da los siguientes datos: número atómico ($Z = 17$) y masa atómica redondeada ($A = 35$). A partir de estos se determina la cantidad de partículas subatómicas:

- Número atómico (Z) nos da la cantidad de protones ($p^+ = 17$)
- Los protones (p^+) nos dan la cantidad de electrones ($e^- = 17$)
- La masa atómica (A) y los protones (p^+) nos ayuda a calcular los neutrones ($n^0 = (35-17) = 18$)
- La distribución de electrones nos da la cantidad de electrones en cada nivel energético (ej. cloro; nivel 1 = 2 e^- , nivel 2 = 8 e^- , nivel 3 = 7 e^-)

- e) Los electrones de valencia son los que se encuentran en el último nivel energético, responsables de que el átomo forme enlaces con otros elementos (ej. cloro, 7 electrones de valencia).

A partir de los datos anteriores, se puede esquematizar el átomo de cloro utilizando el modelo de Bohr.



Imagen 10. *Representación de átomo del elemento cloro.* (Imagen de referencia) Esquema de átomo de cloro, el centro tiene 17 protones y 18 neutrones. Tiene 3 órbitas, la primera órbita con 2 electrones, la segunda órbita con 8 electrones y la tercera órbita con 7 electrones. Los últimos electrones se llaman *electrones de valencia*.

Glosario

Compuestos químicos: sustancias puras formadas por la unión de dos o más elementos químicos; pueden descomponerse en otras más sencillas y están constituidas por moléculas iguales.

Electrones de valencia: son los electrones situados en el último nivel de energía, y determinan la capacidad de enlace de un átomo. Estos se pierden, ganan o comparten con el fin de completar ocho electrones de valencia (regla del octeto).



Actividad. Pensar con modelos

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Antes de iniciar, reflexiona y responde en tu cuaderno:

1. ¿Todos los átomos son iguales?
2. ¿Qué varía entre ellos?

¡Ideas en movimiento!

Ahora de lo aprendido, ordena tus ideas y contesta en tu cuaderno lo siguiente:

1. Compara dos modelos atómicos y explica qué mejora uno respecto del otro.
2. Explica con fenómenos de tu vida cotidiana los 4 postulados de Dalton.

¡Uno las piezas!

Investiga qué aporta el modelo cuántico de Schrödinger frente a los modelos anteriores.

¡Es hora de mostrar!

Los átomos poseen características distintas debido a su estructura y a las partículas subatómicas que los forman. Esta configuración es la que define las propiedades de los elementos químicos.

Completa los siguientes enunciados con las palabras que faltan (masa atómica, neutrón, protón, electrón).

- a) El número atómico (Z) es igual al número de _____.
- b) El _____ es la partícula dentro del núcleo atómico que es eléctricamente neutra.

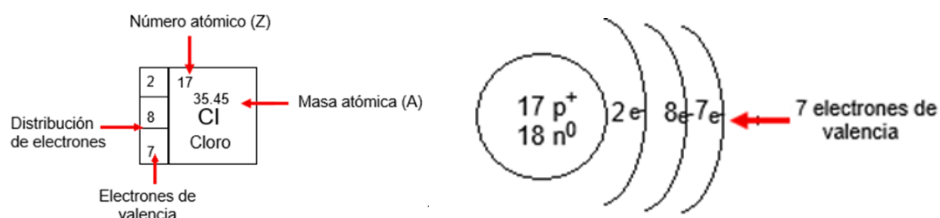
- c) La _____ es la cantidad de protones y neutrones que existen en el núcleo atómico.
- d) Partícula subatómica con la masa más pequeña _____.
- e) El _____ tiene masa aproximadamente igual a la del neutrón.

Con ayuda de tu tabla periódica completa la tabla sobre la estructura atómica de algunos elementos químicos.

Nombre/Símbolo	No atómico (Z)	Protones (p ⁺)	Electrones (e ⁻)	Masa atómica (A)	Neutrones (n ^o)
Uranio (U)	92	92	92	238	146
Cerio (Ce)					
		50			
			34		
	20				

Dibuja los átomos de los elementos potasio (K) y flúor (F), utiliza el modelo de Bohr-Rutherford. Apóyate con tu tabla periódica, la lección y el ejemplo de cloro (Cl).

- Dibuja un círculo pequeño (núcleo) con el número de protones y neutrones.
- Dibuja los niveles de energía frente al núcleo atómico.
- Coloca el número de electrones que corresponde en cada nivel.
- Señala a los electrones de valencia con una flecha roja.
- Responde lo solicitado en cada elemento.

Ejemplo: **Átomo cloro (Cl)**Estado de agregación: gasMetal o no metal: no metalConductor de electricidad: no es buen conductorConductor de calor: no es buen conductor**Átomo potasio (K)**

Estado de agregación: _____

Metal o no Metal: _____

Conductor de electricidad: _____

Conductor de calor: _____

Átomo flúor (F)

Estado de agregación: _____

Metal o no Metal: _____

Conductor de electricidad: _____

Conductor de calor: _____

**Cierre de la actividad**

Analiza la actividad y responde. ¿Es la estructura del átomo la que da la distinción a las propiedades de cada elemento? ¿Por qué?

¿Cómo fue mi camino?

Comparte tus ideas con tus compañeros ¿Te gustó la actividad?

Evalúo el proceso

Evalúa la actividad con la siguiente lista de cotejo:

Se cumplió la actividad cuando:		
Criterio	Sí	No
Describo e interpreto las aportaciones históricas de los modelos atómicos.		
Indico la cantidad correcta de niveles de energía y partículas subatómicas (p^+ , e^- , n^0) en cada átomo.		
Reconozco claramente la cantidad de electrones de valencia en cada átomo.		
Interpreto y relaciono las características de los elementos químicos con su estructura atómica.		

Comentarios:

¿Cómo encuentro a la materia?

Es importante entender que las características o propiedades de la materia, como el estado de agregación (sólido, líquido y gas), la forma, el volumen, sabor, color etc., son producto del acomodo y movimiento de los átomos. El concepto de movimiento es central en el átomo, este movimiento continuo y sin dirección da lugar a la diversidad de formas y fenómenos que suceden en la materia.

El estado sólido se caracteriza por tener sus partículas (átomos y/o moléculas) fuertemente unidas, compactas y ordenadas por altas fuerzas de cohesión, sin movimiento, solo vibración, generando que los sólidos tengan forma, masa y volumen definidos, por ejemplo, una moneda mantiene su forma, masa y volumen dentro o fuera de tu bolsillo.

Las partículas en el líquido se caracterizan por tener mayor movimiento, aunque siguen presentes fuerzas de atracción intermedias que provocan que las partículas no sean totalmente libres. Esta característica hace que los líquidos tengan masa y volumen definidos, pero forma variable; por ejemplo, un litro de leche toma la forma del recipiente donde está contenido, es variable, pero su volumen y masa sigue siendo los mismos, no cambian.

El movimiento de las partículas en el gas se relaciona con la analogía del movimiento de las bolas de billar, las cuales chocan entre ellas (colisión) y con las paredes de la mesa, rebotando sin perder velocidad. Esto deriva en que los gases tengan una masa definida, pero un volumen y forma variable; ejemplo, el vapor generado de una tetera se dispersa, cambiando su volumen y forma.



Imagen 11. *Acomodo de átomos en estados de agregación de la materia.* (Imagen de referencia) Tres esquemas de átomos; estado sólido (átomos unidos), estado líquido (átomos ligeramente separados), estado gaseoso (átomos separados y libres).

El movimiento de las partículas (energía cinética) en sólidos, líquidos y gases está relacionada con la energía; esto es, hay que administrar energía, en forma de calor, para que el movimiento aumente o, viceversa, el movimiento disminuye cuando la energía desciende. Un ejemplo de ello es cuando en una olla exprés calienta agua: el movimiento interno de las partículas se vuelve violento y caótico; al aumentar la energía, aumenta la presión interna.

Glosario

Estado de agregación: es la forma en la que se encuentra la materia y depende del acomodo de sus partículas; los convencionales son el sólido, líquido y gaseoso.

La variación de energía cambia el movimiento de las partículas (energía cinética), modificando sus características físicas, lo que provoca cambios de estado: fusión, evaporación, ebullición, solidificación y condensación.

En la siderurgia, el hierro sólido absorbe el calor proveniente del horno, aumentando el movimiento de los átomos hasta que se transforma al estado líquido; esto es, se funde a una temperatura de 1538 °C, valor conocido como punto o temperatura de **fusión**.

El alcohol líquido del perfume absorbe el calor del cuerpo, aumentando el movimiento de las partículas, hasta que se transforma a estado gaseoso, conocido como **evaporación**.

La autoclave médica destruye microorganismos en instrumentos quirúrgicos; utiliza agua que se calienta hasta el punto de **ebullición** (hierva), siendo los 100 °C para el agua, aumentando el movimiento de las partículas, se vuelve caótica y violenta, generando vapor a alta presión para una esterilización efectiva.

El vapor de agua en el aire al entrar en contacto con una lata helada pierde calor, disminuyendo el movimiento de sus partículas hasta transformarse al estado líquido. Esto hace que la lata “sude” con gotitas de agua alrededor; este fenómeno es llamado **condensación**.

El metal líquido cobre se utiliza en la formación de nuevas piezas; cuando se enfría, pierde calor y disminuye el movimiento de sus átomos hasta transformarse en estado sólido. Este fenómeno es llamado **solidificación**.

El yodo sólido experimenta **sublimación** al cambiar del estado sólido al estado gaseoso, sin pasar por el estado líquido. Este fenómeno se emplea en criminalística para la revelación de huellas dactilares.

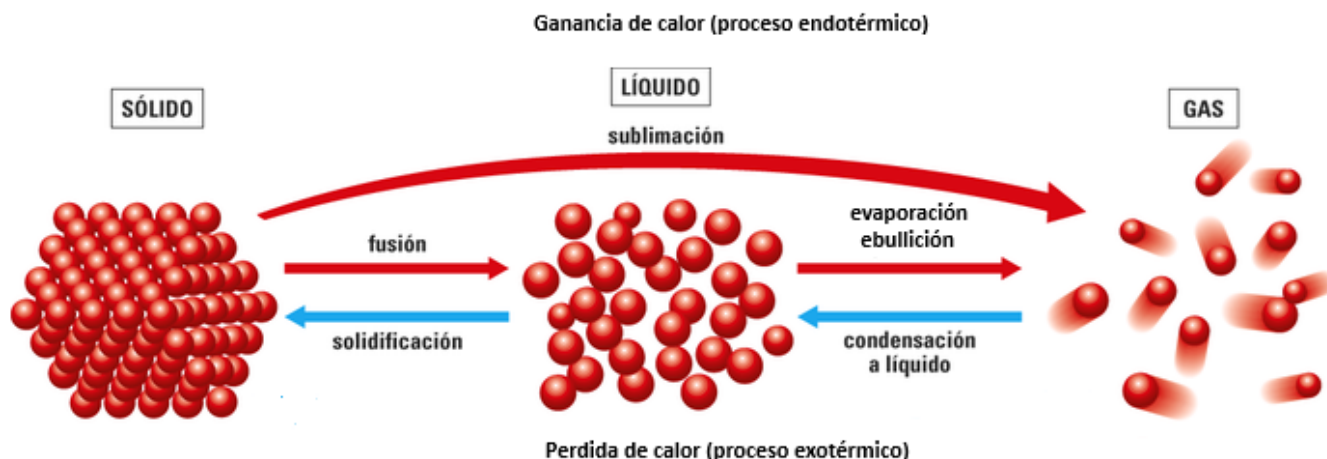


Imagen 12. *Cambios de estado de la materia.* (Imagen de referencia) Tres esquemas de átomos: estado sólido (átomos unidos), estado líquido (átomos ligeramente separados), estado gaseoso (átomos separados y libres). Se indican los cambios de estado. En color rojo, ganancia de calor: fusión, evaporación, ebullición y sublimación; en color azul, pérdida de calor: condensación y solidificación.

Glosario

Fusión: es el cambio que sufre la materia sólida al absorber calor para transformarse al estado líquido, aumentando así el movimiento de sus partículas.

Evaporación: es el cambio que sufre la materia líquida al absorber calor para transformarse al estado gaseoso, aumentando así el movimiento de sus partículas.

Ebullición: es el cambio que sufre la materia líquida al absorber calor para transformarse al estado gaseoso, hasta alcanzar la temperatura de ebullición, es un proceso violento caracterizado por la formación de burbujas.

Condensación: es el cambio que sufre la materia gaseosa al perder calor para transformarse al estado líquido, disminuyendo así el movimiento de sus partículas.

Solidificación: es el cambio que sufre la materia líquida al perder calor para transformarse al estado sólido, disminuyendo así el movimiento de sus partículas.

Proceso endotérmico: sistema que absorbe energía, provocando una disminución de temperatura.

Proceso exotérmico: sistema que libera energía al exterior, provocando un aumento de temperatura.



¿Cómo estuvo la ruta?

Actividad. ¿La materia está formada de átomos?

¿Por dónde empiezo?

Antes de iniciar, reflexiona y responde en tu cuaderno.

1. ¿Todos los átomos son iguales?
2. ¿Qué varía entre ellos?

¡Ideas en movimiento!

Ahora lo aprendido, ordena tus ideas y contesta en tu cuaderno lo siguiente:

- ¿Toda la materia está formada de átomos?

¡Uno las piezas!

En esta actividad, experimentamos con sustancias de tu vida cotidiana, con materia formada de átomos. Realiza esta actividad en tu casa, acompañado de un adulto, en total oscuridad, y observa.

¿Qué necesitas?

Material	Sustancias
lentes de seguridad	virutas o pedacería de Hierro
2 platos chicos de porcelana	Papel aluminio
1 paño limpio y seco	sal de mesa/Cloruro de Sodio
1 cuchara chica	bórax
1 caja de cerillos	pinzas
	cáscara de mandarina
	alcohol de farmacia
	lata de alcohol sólido

¡Es hora de mostrar!

¿Cómo se hace?

- Coloca tus lentes de seguridad.
- Con ayuda de un paño limpio y seco, limpia las pinzas y los platos utilizando un poco de alcohol.
- Prende la lata de alcohol y observa el color de la flama.
- Con ayuda de las pinzas, sostén el papel aluminio; acércalo a la flama y observa el color que emite. Anota los resultados en la tabla.
- Limpia las pinzas con alcohol y repite el procedimiento anterior con las virutas de hierro, el latón y la cáscara de mandarina. Anota los resultados en la tabla.
- En un plato limpio y seco, coloca una cucharada de cloruro de sodio y añade una tapa de alcohol; mezcla bien con la cuchara. Enciende un cerillo dentro de la mezcla, observa el color de la flama y anota tus resultados en la tabla.
- Repite el procedimiento anterior con el bórax.
- Al finalizar, limpia las pinzas con alcohol, lava los platos con abundante agua y seca todo el material.
- Los residuos de hierro y papel aluminio se deben dejar enfriar y colocar en el contenedor de residuos metálicos.
- Compartan y contrasten sus resultados con el resto del grupo.

¿Qué observaste?

Tabla. Resultados

Sustancia	Átomo identificado	Color de la flama	Color esperado
Papel aluminio	Aluminio (Al)		Naranja
Pedacera de Hierro	Hierro (Fe)		Chispas doradas
Bórax	Boro (B)		Verde
Sal de Mesa/Cloruro de sodio	Sodio (Na)		Amarillo
Cáscara de mandarina	Calcio (Ca)		Chispas naranjas



Cierre de la actividad

A partir de los colores observados, ¿cómo la actividad te da evidencia de que la materia está formada de partículas no visibles llamadas átomos?

¿Cómo fue mi camino?

Responde en tu cuaderno con honestidad:

- ¿Qué actividad me ayudó más a entender al átomo?
- ¿Qué parte de la lección me resultó más difícil? ¿Por qué?

Evalúo el proceso

Evalúa la actividad con la siguiente lista de cotejo:

Se cumple la actividad cuando:		
Criterio	Sí	No
Cumplo con los materiales necesarios y el uso de los lentes de seguridad.		
Sigo los pasos de manera exacta, tal como lo indica la actividad.		
Reconozco que la materia está formada de partículas invisibles llamadas átomos.		
Describo e interpreto las aportaciones históricas de los modelos atómicos.		

Comentarios:

Los modelos científicos cambian cuando cambia la evidencia disponible. La ciencia es un proceso de mejora continua y nos permite entender al universo de una mejor manera.

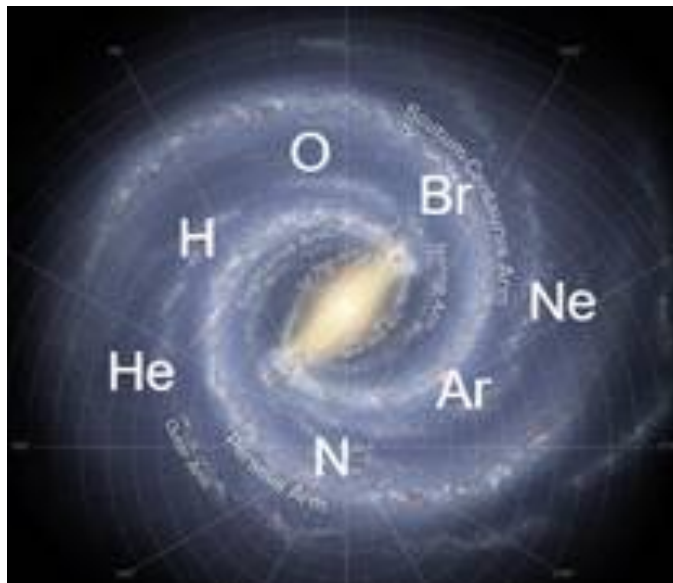
Si la materia está hecha de átomos, el siguiente paso es entender cómo se organiza toda esa diversidad en un sistema.

Referencias

- Ocampo, G.A., Fabila, G.F., Juarez, C.J.M., Monsalvo, V.R., y Ramírez, R.V.M. (1993). *Fundamentos de Química 1: Enseñanza Media Superior*. Publicaciones Cultural.
- Ball, P. (2016). *El peligroso encanto de lo invisible*. Turner Publicaciones.
- Bosch Giral, P. (2000). *Fuego en el alma y en la vida del infierno*. Fondo de Cultura Económica, 1ª ed.
- Bonifaz Nuño, R. (1985). *El vacío y los átomos según Lucrecio*. Revista Mexicana de Física.
- Alba Gutiérrez, E., Rodríguez Zavala, O., y Carmona Téllez, C. (2004). *La química en tus manos*. Universidad Nacional Autónoma de México.



Mi ruta de aprendizaje



(Imagen de referencia). Crear una imagen del universo o una galaxia que muestre cómo está formada por elementos químicos, integrando los símbolos químicos de algunos de ellos.

Orden y periodicidad en los elementos

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

En esta lección comprenderás cómo se organiza la tabla periódica y por qué ese orden permite anticipar propiedades y comportamientos de los elementos químicos.

Actividades de la lección <i>Orden y periodicidad en los elementos</i>				
Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s)/ Producto(s)	Herramientas de evaluación
¿Toda la materia está formada de átomos?	Reflexiona sobre qué información aporta la tabla periódica, sin necesidad de memorizar, sino entender para predecir.	Libro de texto, cuaderno, tabla periódica, bolígrafo	Una oración breve a cada pregunta planteada	Con el cumplimiento de la actividad
¿Qué elementos no vemos?	Identifica los elementos que forman los productos de tu vida cotidiana y deduce sus características de acuerdo con la información que aporta la tabla periódica.	Libro de texto, cuaderno, tabla periódica, bolígrafo	Una oración breve a cada pregunta planteada, tabla de respuestas de actividad	Lista de cotejo
Colaborador de Mendeléiev	Analiza el alcance de la tabla periódica como un instrumento, no de memorización, sino de predicción de propiedades para nuevos elementos químicos que todavía no se sintetizan.	Libro de texto, cuaderno, tabla periódica, bolígrafo	Una oración breve a cada pregunta planteada	Lista de cotejo



¿Qué saberes traigo conmigo?

Actividad. ¿Toda la materia está formada de átomos?

Realiza la siguiente actividad

Piensa en objetos de tu vida cotidiana que estén hechos con alguno de los siguientes elementos: Hierro (Fe), Oxígeno (O), Carbono (C), Agua (H_2O), Sal (NaCl).

A simple vista son completamente distintos. ¿Todos están formados por átomos?

Observa la tabla periódica que se encuentra en seguida y responde:

- ¿Qué patrones notas en la organización de la tabla periódica?
- ¿Qué elementos parecen agruparse?
- ¿Qué crees que significa ese orden?

Cierre de actividad.

Comparte tus ideas con tus compañeros. ¿Tienen información diferente a la tuya?



Punto de encuentro

¿Cómo podrías saber las propiedades de los elementos químicos sin experimentar?

Ordenar la materia es empezar a predecirla

La materia constituye todo lo que nos rodea. La forma más sencilla de encontrarla es a través del elemento químico. Los filósofos griegos, principalmente Empédocles y Aristóteles, consideraban que la materia se reducía a 4 elementos fundamentales: aire, agua, tierra y fuego. Fue en la era de la alquimia, en la búsqueda de la piedra filosofal, que alquimistas como Henning Brand y otros más descubrieron los primeros elementos químicos, tales como el fósforo (P), el zinc (Zn), el arsénico (As), y el bismuto (Bi).

En el siglo XVIII se logró encontrar y aislar más elementos químicos. Ordenar a estas sustancias permitió comprender la estructura y comportamiento de diferentes materiales, así como el desarrollo científico y cotidiano de las sustancias químicas.

Ante esto nace la necesidad de crear un mapa que trace la naturaleza de los elementos químicos. Este mapa es llamado *tabla periódica*; nos permite determinar patrones, estructuras y comportamientos de los elementos, así como obtener información clave y anticipada de lo que aún no se ha descubierto o sintetizado.

La tabla periódica es como un calendario

Al igual que un calendario organiza los días en semanas (filas) y meses (columnas) para mostrar patrones temporales, la tabla periódica organiza los elementos en periodos (filas) y grupos (columnas) para mostrar patrones en sus propiedades.

Los elementos químicos son el tipo de materia más simple que existe; ya que no se pueden descomponer en otras sustancias. Son 118 elementos químicos que forman los cimientos de todos los organismos, la naturaleza, el universo y la vida misma.

Glosario

Alquimia: antigua práctica que consistía en una combinación de las artes metalúrgicas, la pintura y el trabajo en vidrio, aplicada a la búsqueda y creación de la piedra filosofal (capaz de transformar metales en oro y otorgar la inmortalidad).

El hidrógeno (H) es el elemento más abundante en el universo (75% de la materia conocida), el resto es helio (He) y otros elementos. En el Sol se han identificado 60 elementos. En la Tierra los elementos más abundantes son: oxígeno (O), silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), calcio (Ca), sodio (Na), magnesio (Mg) y titanio (Ti). El 90% del cuerpo humano está formado por el grupo CHON: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N).

A comienzos del siglo XIX, científicos propusieron varios esquemas de tabla periódica, siendo la de Dmitri Mendeléiev la contribución más significativa. En 1869 publicó una tabla que contenía 56 elementos químicos y dejaba espacios vacíos prediciendo el descubrimiento de más elementos.

Biografía

Dmitri Ivanovich Mendeléiev (1834-1907). A los 35 años organizó una de las estructuras más poderosas de la historia de la ciencia, su gran ley periódica de los elementos, la cual ayudó a predecir por mucho tiempo a los nuevos elementos químicos. Fue honrado con el nombre del elemento 101 el mendelevio (Md).

Fue Henry G. J. Moseley quien concluyó que los elementos químicos se debían ordenar con base a sus números atómicos, esto es, la cantidad de protones en el núcleo atómico.

La representación actual fue ideada por Jöns Jacob Berzelius, en ella todos los elementos tienen un nombre y un símbolo químico que consta de dos letras, la primera mayúscula y la segunda minúscula (ej. H, He, Au, O, H). Los nombres usados para designar a los elementos químicos provienen del país donde fueron descubiertos, del científico que los encontró o de su nombre en latín o griego.

Glosario

Símbolo químico: abreviación que representa al elemento químico, facilitando su ubicación en la tabla periódica.

Comenzó a ser evidente que la estructura atómica de cada elemento químico determinaba las propiedades de la sustancia y su ubicación en la tabla periódica. Cada elemento químico posee números pequeños que refieren a su estructura atómica, tales como el número atómico (Z), la masa atómica (A), el número de oxidación y distribución de electrónica.

Número atómico			
	↓		
	2	15	+3, +5, -3
			← Número de oxidación
	8	30.974	← Masa atómica
Distribución electrónica. →		P	← Símbolo químico
		Fósforo	← Nombre del elemento químico
	5		
	↑		
	Electrones de valencia		

Imagen 1. Información de los cuadros de la tabla periódica (Imagen de referencia, cuadro de tabla periódica para el elemento fósforo).

El número atómico (Z) corresponde al número de protones (p^+) en el núcleo atómico y se utiliza para ordenar a los elementos químicos de manera creciente en la tabla periódica.

Como lo analizaste en la lección anterior, el número atómico define las características químicas de los elementos, ya que el número de protones determina el de electrones (e^-). Estos últimos son los responsables de cómo un elemento se enlaza, de su estabilidad o su reactividad. La distribución de electrones viene registrada en la tabla periódica.

Los electrones situados en el último nivel energético del átomo (nivel más externo) son llamados electrones de valencia, determinan las propiedades y reactividad de un elemento. Según la regla del octeto, descrita por Gilbert N. Lewis, un átomo que posee 8 electrones de valencia tiende a ser químicamente estable e inerte.

Los elementos que no cumplen con esta regla son el hidrógeno (H) y el helio (He); ellos, con dos electrones, son estables (regla del dueto). Aquellos átomos que no tienen su nivel completo buscan alcanzar esa estabilidad ganando, perdiendo o compartiendo electrones.

Como sabes, la masa atómica (A) se concentra en el núcleo atómico; corresponde a la suma de protones y neutrones que hay en el núcleo. Cada elemento tiene una masa propia y está reportado en la tabla periódica.

La masa atómica también define las propiedades del elemento químico. Esto se debe a que existen átomos de un mismo elemento que contienen distinta cantidad de neutrones en el núcleo y, por lo tanto, diferente masa; a estos se les denomina *isótopos* y poseen propiedades como densidad, punto de ebullición y estabilidad radiactiva distintas.

Algunos elementos que tienen isótopos son carbono, hidrógeno, uranio, flúor, galio, yodo, entre otros; estos poseen una variedad de usos en la medicina, la industria y el medio ambiente. Los isótopos se representan de la siguiente manera: Nombre del elemento-nueva masa atómica. Algunos ejemplos son:

- carbono-14 (determina la edad de restos fósiles).
- cobalto-60 (radioterapia para tratamiento de cáncer).
- uranio-235 (combustible en reactores nucleares).

Glosario

Regla del dueto: establece que el helio (He) y el hidrógeno (H) se estabilizan químicamente teniendo dos electrones de valencia.

Isótopo: átomos del mismo elemento que poseen diferente número de neutrones en su núcleo.

Los átomos tienden a estabilizar su último nivel de energía con ocho electrones de valencia (regla del octeto). Para lograrlo, el átomo pierde (cede) o gana (atrae) electrones, convirtiéndose en un ion. Adquiere una carga eléctrica (ej. Na^{+1} , Ca^{+2} , N^{-3} , O^{-2}), que se conoce como número de oxidación, con valor positivo o negativo que indica electrones perdidos o ganados, y se encuentra reportado en la tabla periódica.

Los elementos de los primeros grupos de la tabla periódica, que poseen de uno a cuatro electrones de valencia, pierden electrones. Al hacerlo, adquieren un número de

oxidación positivo, y se denominan *cationes* (ej. Al^{+3} , K^{+1} , Mg^{+2}). Estos tienen diversas aplicaciones: por ejemplo, Na^{+2} , K^{+1} y Mg^{+2} son esenciales para regular la presión arterial y transmitir impulsos nerviosos. Asimismo, el Na^{+1} y K^{+1} se emplean en plantas tratadoras de agua para reducir la dureza y el sarro del agua.

Los elementos de los últimos grupos, que poseen de cuatro a siete electrones de valencia, ganan electrones. Al hacerlo, adquiere un número de oxidación negativo, y se denominan *aniones* (ej. N^{-3} , Br^{-1} , O^{-2}). Estos tienen diversas aplicaciones: por ejemplo, Cl^{-1} , I^{-1} y F^{-1} forman parte de sales esenciales en el cuerpo humano.

Glosario

Número de oxidación: es el número entero, positivo o negativo que indica la cantidad de electrones que un átomo pierde o gana para completar ocho electrones de valencia y alcanzar la estabilidad química.

Ión: es un átomo que ha dejado de ser eléctricamente neutro al perder o ganar electrones, adquiriendo una carga positiva o negativa.

Algunos elementos presentan dos o más números de oxidación debido a su capacidad de combinación, lo que les permite perder o ganar electrones en diferentes cantidades, dependiendo de las condiciones a la que se someten.

La capacidad de los átomos para perder o ganar electrones determina su carácter metálico o no metálico, lo que a su vez establece las propiedades físicas y químicas de cada elemento y la tabla periódica muestra este comportamiento.

Diagrama de la tabla periódica simplificada coloreada por categorías:

- Metales (gris):** Grupos IA (1), IIA (2), IIIA (13), IVB (14), VB (15), VIB (16), VIIB (17), VIII (8, 9, 10), IB (11), IIB (12).
- No metales (rojo):** Grupos IIIA (13), IVA (14), VA (15), VIA (16), VIIA (17), VIIIA (18).
- Metaloides (azul):** Grupos IIIA (13), IVA (14), VA (15), VIA (16), VIIA (17).

Imagen 2. *Tabla periódica metales, no metales y metaloides.* (Imagen de referencia). Tabla periódica dividida en metales (color gris), no metales (color rojo) y metaloides (color azul); los colores son indistintos.

Los átomos de los metales tienden a perder electrones para formar cationes con números de oxidación positivos. Esto les otorga sus propiedades físicas características, tales como: estado sólido, dureza, brillo, maleabilidad, ductilidad, densidad y una buena conductividad de calor y electricidad.

Glosario

Dureza: es la resistencia que opone un material a ser rayado.

Maleabilidad: es la capacidad de los metales para deformarse, bajo una fuerza de compresión, sin romperse ni agrietarse, para formar láminas delgadas.

Ductilidad: es la capacidad de los metales para deformarse bajo presión, sin romperse, permitiendo fabricar cables, hilos o tubos.

Densidad: es la cantidad de materia que hay en un espacio o volumen determinado.

Dilatación térmica: es la expansión de volumen, área o longitud que sufre un material al elevarse su temperatura.

¿Sabías que... el mercurio (Hg) es el único metal líquido a temperatura ambiente? Sus propiedades de dilatación térmica, alta densidad y conductividad eléctrica lo hacen ideal en la elaboración de instrumentos de medición (como termómetros y barómetros), interruptores y formación de amalgamas con otros metales. No hay que olvidar que es altamente tóxico.



Imagen 3. Mercurio (Hg) metal líquido. (Imagen de referencia). Gotas de mercurio.

Los átomos de los no metales tienden a ganar electrones para formar aniones con números de oxidación negativos. Esto les otorga sus propiedades físicas

Ejemplo periodo 3.

Periodo 3	¹¹ Na	¹² Mg	¹³ Al	¹⁴ Si	¹⁵ P	¹⁶ S	¹⁷ Cl	¹⁸ Ar
-----------	------------------	------------------	------------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------

Podemos observar que para los elementos del periodo 3 (fila 3), el número máximo de niveles energéticos es constante (máximo 3). Al desplazarnos de izquierda a derecha, el número atómico (Z) aumenta, lo que significa que el número de protones y electrones crece consecutivamente.

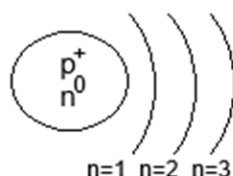


Imagen 5. Esquema de átomo del periodo 3 (Imagen de referencia). Un círculo con protones y neutrones dentro. Fuera, solo 3 niveles con numeración cada uno.

Grupos o Familias

Los grupos o familias de la tabla periódica corresponden al acomodo vertical (columnas); se identifican con números arábigos del 1 al 18 y números romanos acompañados de las letras mayúsculas A y B.

1 IA	2 IIA	FAMILIAS PRINCIPALES										13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
Metales Alcalinos	Metales Alcalinotérreos	3 III-2	4 IIA	5 IVB	6 VVB	7 VIII	8 VIIA	9 VIX	10 VA	11 XIA	12 XIIB	Familia del Boro	Familia del Carbono	Familia del Nitrógeno	Calcógenos	Halógenos	Gases Nobles
Metales de Transición																	
Lantánidos																	
Actínidos																	
LEYENDA DE COLORES																	
Metales Alcalinos Grupo 1/IA	Metales Alcalinotérreos Grupo 2/IIA	Metales de Transición Grupos 3-12/III-XIIB	Familia del Boro Grupo 13/IIIA	Familia del Carbono Grupo 14/IVA	Familia del Nitrógeno Grupo 15/VA	Calcógenos Grupo 16/VIA	Halógenos Grupo 17/VIIA	Lantánidos Series f									

Imagen 6. Grupos o Familias de la Tabla Periódica. (Imagen de referencia). Tabla periódica de colores, con un color para cada familia (acomodo vertical). Colocar los números de cada familia en arábigo, la leyenda con los nombres de las familias y sus respectivos colores.

Los elementos pertenecientes a un grupo o familia presentan propiedades físicas y químicas similares; esto se debe a que poseen el mismo número de electrones de valencia.

Grupo o Familia 1 o IA: Metales Alcalinos

Elementos con un solo electrón de valencia —el cual pierden fácilmente para alcanzar estabilidad, lo que los hace altamente reactivos— formando iones (cationes) con número de oxidación +1.

El hidrógeno (H) es altamente reactivo, reacciona de manera explosiva y violenta con el aire.

El francio (Fr), metal líquido, y los metales sólidos como litio (Li), sodio (Na), potasio (K), rubidio (Rb) y cesio (Cs), son de color gris, blandos (se pueden cortar con un cuchillo), buenos conductores de calor y electricidad, y con puntos de fusión bajos, esto es, requieren baja temperatura para fundirse.

Los metales alcalinos reaccionan rápida y violentamente con el agua. Nunca se les encuentra de manera libre en la naturaleza. Al tener un electrón de valencia siempre están en busca de su estabilidad química, unidos a otros elementos.

Grupo o Familia 2 o IIA: Metales Alcalinotérreos

Elementos con dos electrones de valencia, los cuales pierden fácilmente, lo que los hace reactivos, formando iones (cationes) con número de oxidación +2.

Los metales alcalinotérreos son berilio (Be), magnesio (Mg), calcio (Ca), estroncio (Sr), bario (Ba) y radio (Ra); metales sólidos, menos reactivos que los metales alcalinos, con puntos de fusión mayores, buenos conductores de calor y electricidad. Algunos como el calcio, el estroncio y el bario reaccionan violentamente con el agua.

Grupo o Familia 13 o IIIA: Grupo del Boro o Térreos

Elementos con reactividad variable y tres electrones de valencia, los cuales se pierden formando iones (cationes) con número de oxidación +3.

El elemento sólido boro (B), el único metaloide, posee propiedades metálicas intermedias, como su alto punto de fusión (2027°C), y no metálicas al ser mal conductor de calor y electricidad.

El resto de los elementos de este grupo son el aluminio (Al), galio (Ga), indio (In) y talio (Tl); son metales sólidos reactivos, conductores de calor y electricidad.

El último miembro del grupo es nihonio (Nh), metal sólido sintético, extremadamente radiactivo y denso (superpesado), altamente inestable; con una vida media corta que oscila entre milisegundos y segundos.

Glosario

Metal superpesado: metales sintéticos altamente densos creados en el laboratorio. Son altamente inestables y radiactivos.

Grupo o Familia 14 o IVA: Grupo del Carbono o Carbonoideos

Elementos con cuatro electrones de valencia, la mitad de los necesarios para alcanzar estabilidad química, lo que posibilita a que sus átomos, pierdan, ganen (atraigan) o compartan electrones, formando diferentes tipos de enlaces con otros elementos.

Este grupo está formado de elementos sólidos, no metálicos, metálicos y metaloides.

El carbono (C) se caracteriza por tener 4 electrones de valencia, lo que permite formar 4 enlaces con otros elementos o consigo mismo. Esto da lugar a diferentes **alótropos**, como el grafito y el diamante, que forman cadenas o redes con propiedades drásticamente distintas.

¿Sabías que... el diamante está formado por enlaces entre carbonos que crean una estructura cúbica, generando un cristal que va de transparente a opaco y de extrema dureza?

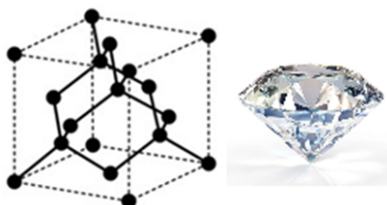


Imagen 7. Estructura cristalina del diamante. (Imagen de referencia). Estructura de red cristalina y un diamante.

El silicio (Si) y germanio (Ge) son metaloides, empleados en la fabricación de semiconductores, debido a su capacidad de operar a altas temperaturas y a su conductividad.

El estaño (Sn) y el plomo (Pb) son metales pesados de bajo punto de fusión, maleables y resistentes a la corrosión. Flerovio (Fl), el último miembro del grupo, metal sólido sintético, extremadamente radiactivo, superpesado y altamente inestable.

Glosario

Alótropo: formas diferentes de un mismo elemento no metálico, con estructuras y propiedades diferentes.

Corrosión: deterioro de metales provocado por la interacción química con agua, oxígeno o sales.

Grupo o Familia 15 o VA: Grupo del Nitrógeno o Nitrogenoideos

Estos elementos poseen cinco electrones de valencia y se encuentran a solo tres de alcanzar estabilidad química.

Los elementos del grupo incluyen a los no metales como el Nitrógeno (N), en estado gaseoso, y Fósforo (P), en estado sólido. El nitrógeno constituye el 78% del volumen del aire y se encuentra de manera diatómica (N_2); está presente en el organismo, en proteínas, ADN y ARN. El fósforo (P) es necesario para llevar a cabo muchos procesos químicos en nuestro organismo y en la naturaleza.

El arsénico (As) y antimonio (Sb) son metaloides. El metal bismuto (Bi) y el moscovio (Mc) son metales sintéticos superpesados e inestables.

Grupo o Familia 16 o VIA: Calcógenos o Anfígenos

Elementos con seis electrones de valencia, estando a dos electrones para alcanzar estabilidad química, lo que posibilita que sus átomos ganen o atraigan con fuerza electrones, lo que los hace altamente reactivos.

Esta familia se caracteriza por tener no metales reactivos como el oxígeno (O), que es gaseoso, el azufre (S), que es sólido, y el selenio (Se), que es sólido.

El telurio (Te) es un metaloide sólido y semiconductor, utilizado principalmente en aleaciones. El polonio (Po) es un metal sólido radiactivo, empleado como material

antiestático y en aplicaciones industriales y espaciales. Por último, el livermorio (Lv) es un metal sintético altamente radiactivo y con un tiempo de vida muy corto.

Grupo o Familia 17 o VIIA: Halógenos

Elementos no metálicos con siete electrones de valencia. Necesitan atraer solo un electrón para alcanzar su estabilidad, lo que los hace altamente reactivos, poseyendo las electronegatividades más altas de la tabla periódica.

Encabezando esta familia de no metales está el flúor (F), un gas que es el elemento más electronegativo. El cloro (Cl) es un gas, destacando su empleo en desinfectantes y blanqueadores. El bromo (Br) es un líquido utilizado principalmente en desinfectantes y productos farmacéuticos. Por último, el yodo (I) es un sólido empleado principalmente en la salud humana y la medicina.

El metal sólido astato (At) y el metal sintético teneso (Ts), último elemento de la familia, con siete electrones de valencia, metal sintético superpesado, radiactivo e inestable.

Grupo o Familia 18 o VIIIA: Gases nobles

Son elementos no metálicos gaseosos, con su último nivel energético completo con ocho electrones de valencia (a excepción del helio, que es estable solo con dos electrones), lo que los hace gases inertes.

Esta familia incluye los gases helio (He), neón (Ne), argón (Ar), kriptón (Kr), xenón (Xe), radón (Rn) utilizados principalmente en iluminación, refrigeración y en aplicaciones médicas.

El oganesón (Og), metal sintético con ocho electrones de valencia, el más pesado de la tabla periódica, es radiactivo y tiene un tiempo de vida corto.

Grupo o Familia 3 a 12 (IIIB a IIB): Metales Pesados o de Transición

Los elementos de transición (B) son metales menos reactivos que los del grupo A; poseen mayor dureza, maleabilidad y ductilidad, así como puntos de fusión más altos y una corrosión más lenta. Esta familia incluye metales preciosos como el paladio (Pd), el osmio (Os), el iridio (Ir), el oro (Au) y el platino (Pt), además de metales pilares en la metalurgia como hierro (Fe), níquel (Ni) y cobre (Cu).

Grupo o Familia: Metales de transición interna (Lantánidos y Actínidos)

Son poco reactivos, algunos radiactivos, utilizados principalmente en imanes, láseres y como fuente de energía nuclear. Esta familia incluye al lantano (La), que encabeza a los lantánidos, y al actinio (Ac), que encabeza a los actínidos.



¿Cómo estuvo la ruta?

Actividad. ¿Qué elementos no vemos?

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Antes de iniciar, reflexiona y responde en tu cuaderno.

1. Elige dos elementos de un mismo grupo y responde:

¿Qué tienen en común?

¿Qué diferencias presentan?

¡Ideas en movimiento!

Ahora de lo aprendido, ordena tus ideas y contesta en tu cuaderno lo siguiente:

¿Por qué podría ser útil conocer eso?

¡Uno las piezas!

En esta actividad, experimentamos con sustancias de tu vida cotidiana: papel aluminio, batería de celular, pasta dental, lápiz, cables eléctricos e iluminación de neón. Indaga los componentes de los que están elaborados.

¡Es hora de mostrar!

A partir de los elementos químicos que componen los siguientes objetos coloca la información que se solicita. Utiliza tu tabla periódica.

Papel Aluminio Elemento: Aluminio (Al) Nombre de la familia: _____ Periodo: _____ Electrones de valencia: _____ Número (s) de oxidación: _____ Metal o no metal: _____ Características: _____	Batería de celular Elemento: Litio (Li) Nombre de la familia: _____ Periodo: _____ Electrones de valencia: _____ Número (s) de oxidación: _____ Metal o no metal: _____ Características: _____
Pasta dental Elemento: Flúor (F) Nombre de la familia: _____ Periodo: _____ Electrones de valencia: _____ Número (s) de oxidación: _____ Metal o no metal: _____ Características: _____	Lápiz Elemento: Carbono (C) Nombre de la familia: _____ Periodo: _____ Electrones de valencia: _____ Número (s) de oxidación: _____ Metal o no metal: _____ Características: _____
Cables eléctricos Elemento: Cobre (Cu) Nombre de la familia: _____ Periodo: _____ Electrones de valencia: _____ Número (s) de oxidación: _____ Metal o no metal: _____ Características: _____	Iluminación Elemento: Neón (Ne) Nombre de la familia: _____ Periodo: _____ Electrones de valencia: _____ Número (s) de oxidación: _____ Metal o no metal: _____ Características: _____



Cierre de la actividad

Comparte tus ideas con tus compañeros ¿Tienen información diferente a la tuya?

¿Cómo fue mi camino?

A partir de lo analizado en la actividad, responde: ¿ubicar a los elementos en la tabla periódica te permite anticipar propiedades?

Evalúo el proceso

Evalúa la actividad con la siguiente lista de cotejo. Se cumplió la actividad cuando:

Criterio	Si	No
Reconozco los periodos y familias de la tabla periódica.		
Con la ubicación en la tabla periódica reconozco las propiedades metálicas y no metálicas de los elementos químicos.		
Reconozco la cantidad de electrones de valencia y, por consiguiente, deduzco como alcanza su estabilidad química.		
Describo e interpreto las aportaciones de la tabla periódica para deducir propiedades de los elementos químicos.		

Comentarios:

Propiedades Periódicas

¿Los protones del núcleo y los electrones se atraen debido a que poseen cargas opuestas? Esta interacción se conoce como fuerza electrostática. Dichas fuerzas son responsables de que los elementos presenten propiedades periódicas fundamentales, tales como energía de ionización y electronegatividad.

La **energía de ionización** es la energía mínima requerida para arrancar electrones de valencia de un átomo y formar un catión (ion que pierde electrones, ej. Ca^{+2}).

Conforme aumentan los periodos de la tabla periódica (de arriba hacia abajo), el número de niveles de energía aumenta. Al estar los electrones de valencia más alejados del núcleo, la fuerza electrostática ejercida por los protones disminuye; esto facilita su pérdida, requiriendo una menor energía de ionización y favoreciendo la formación de cationes con características metálicas.

Por el contrario, a menores niveles de energía, mayor es la fuerza de atracción que ejercen los protones sobre los electrones. Esto se traduce en una mayor energía de ionización, ya que se requiere mayor energía para arrancar electrones.

Al aumentar el número atómico de la tabla periódica (de izquierda a derecha) se incrementa el número de protones en el núcleo. Esto genera una mayor fuerza de atracción electrostática hacia los electrones, lo que eleva la energía de ionización necesaria para arrancarlos. Característica distintiva de los no metales.

Otra propiedad fundamental es la **electronegatividad** definida como la capacidad de un átomo de atraer electrones; son ladrones, los no metales poseen una alta electronegatividad, elementos atractores de electrones; por el contrario, los metales tienen menor electronegatividad, ya que tienden a perder electrones de valencia, en lugar de atraer.

En la tabla periódica esta propiedad disminuye de arriba hacia abajo debido al aumento de los niveles de energía. Al estar los electrones de valencia más alejados del núcleo se facilita su pérdida, resultando en un átomo menos atrayente, con menor electronegatividad.

La electronegatividad aumenta de izquierda a derecha, a medida que crece el número atómico. Al haber más protones en el núcleo, se ejerce una mayor fuerza de atracción sobre los electrones de valencia, lo que incrementa mayor capacidad del átomo para atraer electrones de otros elementos.

Los elementos altamente electronegativos son el flúor (F), el oxígeno (O) y el nitrógeno (N); eso les permite unirse a cualquier otro elemento que esté dispuesto a ceder o compartir electrones con ellos.

Los compuestos que forman estos elementos electronegativos son vitales en la química de la vida: en la formación de proteínas, del ADN, del agua, entre otros.

La variación de estas propiedades en la tabla periódica se puede ver en la siguiente imagen:

El diagrama muestra la tabla periódica con las siguientes características:

- ENERGÍA DE IONIZACIÓN:** Representada por una flecha verde horizontal que apunta hacia la derecha.
- ELECTRONEGATIVIDAD AUMENTA:** Representada por una flecha roja horizontal que apunta hacia la derecha.
- ENERGÍA DE IONIZACIÓN:** Representada por una flecha verde vertical que apunta hacia arriba.
- ELECTRONEGATIVIDAD AUMENTA:** Representada por una flecha roja vertical que apunta hacia arriba.

La tabla periódica está organizada en periodos (números 1 a 7 a la izquierda) y grupos (números 1 a 18 a la derecha). Los grupos están etiquetados como IA, IIA, IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, VIIIB, IBB, IIB, IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA y VIIIA.

Imagen 8. *Tabla periódica de propiedades periódicas.* (Imagen de referencia). Tabla periódica con flechas donde se representa el aumento de la energía de ionización y la electronegatividad.

La tabla periódica permitió anticipar elementos antes de que fueran descubiertos. Los científicos, basándose en propiedades como el número atómico, los grupos y periodos, pudieron estimar el comportamiento de los posibles nuevos elementos.



Actividad. Colaborador de Mendeléiev

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Antes de iniciar, reflexiona y responde en tu cuaderno:

¿La tabla periódica permitió anticipar elementos antes de que fueran descubiertos?

¡Ideas en movimiento!

Ahora de lo aprendido, ordena tus ideas y contesta en tu cuaderno lo siguiente:

Elige un elemento químico y describe uno de sus usos cotidianos.

¡Uno las piezas!

Antes de iniciar la actividad revisa en tu tabla periódica el último elemento químico, el 118. Analiza su número atómico, masa atómica y distribución de electrones. Analiza esos datos y compara con el elemento anterior, el 117.

¡Es hora de mostrar!

Imagina que eres un colaborador de Mendeléiev y se ha descubierto un nuevo elemento químico. ¿Qué propiedades tendrá: número atómico, masa atómica, periodo, grupo de la tabla periódica, nombre y símbolo?

Coloca los datos en el recuadro y libera tu creatividad.



Periodo _____

Grupo _____



Cierre de la actividad

Comparte tus ideas con tus compañeros ¿Tienen información diferente a la tuya?

¿Cómo fue mi camino?

A partir de lo analizado en la actividad, responde: ¿la tabla periódica es un instrumento que solo describe propiedades de los elementos químicos o predice?

Evalúo el proceso

Evalúa la actividad con la siguiente lista de cotejo. Se cumplió la actividad cuando:

Criterio	Si	No
Reconozco la periodicidad de las propiedades de los elementos químicos de la tabla periódica e interpreto la información en futuros elementos.		
Interpreto las aportaciones de Mendeléiev en los elementos químicos.		

Comentarios:

Ordenar los elementos es solo el inicio; ahora necesitas comprender cómo se combinan y qué entidades forman.

Referencias

- Brown, T.L., Le May, H.E. Bursten, B.E., Murphy, C.J. (2009). *Química: La ciencia central* (11a.ed.). Pearson Educación.
- Ocampo, G.A., Fabila, G.F., Juarez, C.J.M., Monsalvo, V.R., y Ramírez, R.V.M. (1993). *Fundamentos de Química 1: Enseñanza Media Superior*. Publicaciones Cultural.
- Choppin, G. R., Jaffe, B., Summerlin, L., Jackson, L. (1974). *Química*. Publicaciones Cultural.
- Choppin, G. R., Summerlin, L. (1981). *Química*. Publicaciones Cultural.



Mi ruta de aprendizaje



(Imagen de referencia). Crear una imagen de la unión de dos elementos, hidrógeno y oxígeno, que se mantienen unidos como dos personas tomadas de la mano.

Fuerzas que construyen la materia

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

En esta lección vas a comprender que las propiedades de los materiales dependen de sus enlaces y de las interacciones entre partículas.

Actividades de la lección: <i>Fuerzas que construyen la materia</i>				
Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s)/ Producto(s)	Herramientas de evaluación
Materiales que no se comportan igual	Reconoce la diferencia entre las propiedades físicas de los objetos de su entorno.	libro de texto, cuaderno, tabla periódica, bolígrafo	una oración breve a cada pregunta planteada	con el cumplimiento de la actividad
Fuerzas que unen a los compuestos	Analiza la composición de los compuestos químicos y sus valores de electronegatividad para identificar el tipo de enlace químico (iónico y covalente) que los une.	libro de texto, cuaderno, bolígrafo	Una oración breve a cada pregunta planteada, tabla de respuestas de la actividad	Lista de cotejo
Del enlace a la propiedad	Analiza la importancia de los enlaces químicos que unen a los compuestos y como estos determinan las propiedades de dichos materiales.	libro de texto, cuaderno, bolígrafo	una oración breve a cada pregunta planteada.	Lista de cotejo



¿Qué saberes traigo conmigo?

Actividad. Materiales que no se comportan igual

Realiza la siguiente actividad

Anota las respuestas en tu cuaderno.

1. Observa una cuchara metálica, sal y agua. ¿Tienen características similares?
¿Por qué crees que son diferentes?
2. Escribe una hipótesis breve sobre qué hace diferentes a esos materiales.



Cierre de actividad

Comparte tus ideas con tus compañeros. ¿Tienen información diferente a la tuya?



Punto de encuentro

¿Qué ocurre cuando los átomos se estabilizan al unirse? ¿Cómo podrías saber las propiedades de los compuestos químicos?

Los materiales no se comportan al azar. La forma en que sus átomos se enlazan y las fuerzas que ejercen entre sí influyen en propiedades como la dureza, solubilidad, conductividad o el punto de ebullición.

Existen enlaces que unen a la materia, iónicos, covalentes y metálicos, y definen sus propiedades. La materia se deja ver, pero primero se enlaza para alcanzar estabilidad.

La estabilidad no es un hallazgo, se construye, compartiendo, cediendo o ganando electrones junto a los demás. La estabilidad química comienza así, los 118 elementos químicos transitan por un proceso de búsqueda de estabilidad, donde se requiere que sus átomos completen 8 electrones en el orbital más externo, llamada regla del octeto de Lewis, para esto es necesario que dos o más átomos, cedan, pierdan o compartan electrones, a este proceso se le conoce como enlace químico.

El **enlace químico** es la fuerza que mantiene unidos a los átomos de los elementos químicos, de la misma manera que el “amor” mantiene unidas a las personas.

A lo largo de tus lecciones analizaste que los átomos tienen una tendencia de atracción de electrones, esta es llamada **electronegatividad** (EN), necesaria en la formación de enlaces químicos.

Los átomos entre más electrones de valencia, más electronegativo, esto es, mayor atracción tendrá hacia los electrones de otros átomos, formando más enlaces.

Los valores numéricos de electronegatividad para los elementos químicos fueron establecidos por el científico Pauling; se enlistan algunos de ellos en la siguiente tabla.

Tabla. Electronegatividades de Pauling

Elementos Metálicos		Elementos No Metálicos	
Átomo	Electronegatividad	Átomo	Electronegatividad
Li	1	C	2.5
Na	0.9	Si	1.8
K	0.8	Ge	1.7
Rb	0.8	N	3
Cs	0.7	P	2.1
Be	1.5	As	2
Mg	1.2	O	3.5
Ca	1	S	2.5
Sr	1	Se	2.4
Ba	0.9	F	4
B	2	Cl	3
Al	1.5	Br	2.8
Ga	1.6	I	2.4
Fe	1.8	H	2.1

Para expresar los valores de electronegatividad se utilizan **números reales**. Estos números sirven para cuantificar magnitudes (propiedades físicas medibles) analizadas en lecciones anteriores. Los números reales se clasifican en racionales e irracionales.

Los **números racionales** son aquellos que pueden expresarse con una fracción y se dividen en números enteros y números decimales.

Los **números enteros** se expresan de manera exacta y pueden ser positivos, negativos o cero; se pueden representar con la recta numérica.

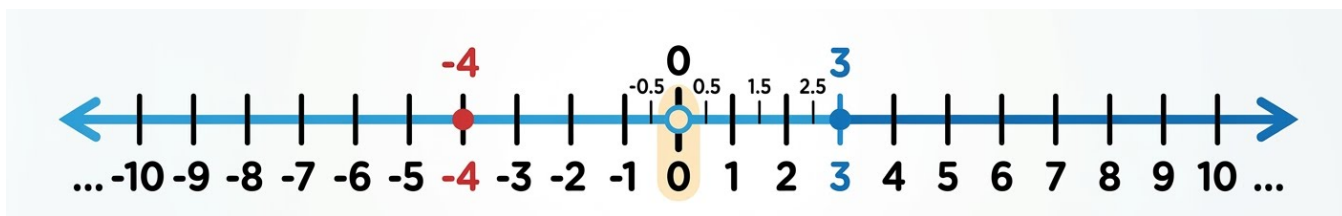


Imagen 2. Línea recta donde cada punto representa un número real.

(Imagen de referencia) Crear una imagen de la línea recta con números positivos, negativos y cero.

Un ejemplo de número entero es el boro (B) con una electronegatividad de 2, equivalente a la fracción (4/2).

Los números decimales se expresan con una parte entera y una decimal separadas por un punto. Un ejemplo es el azufre (S), con una electronegatividad de 2.5, equivalente a la fracción (5/2).

Por otro lado, los números irracionales son aquellos que no se pueden escribir como fracción porque tienen decimales infinitos, como el número pi ($\pi=3.14159\dots$).

La diferencia entre estos valores numéricos de electronegatividad es fundamental para alcanzar la estabilidad química. Cuando los átomos de distintos elementos se atraen, el más electronegativo atrae con mayor fuerza los electrones del menos electronegativo. Esta interacción permite que se enlacen y formen una nueva sustancia llamada **compuesto químico**.

El compuesto es una sustancia formada de la unión de dos o más elementos químicos y se representan con fórmulas químicas que indican los elementos que se enlazan y la cantidad de átomos que se enlazaron. En el compuesto químico se pueden separar sus componentes mediante procesos químicos.

Ejemplos de compuestos químicos:

NH_3	Amoniaco (productos de limpieza)	AlCl_3	Cloruro de aluminio (antitranspirante)
CH_4	Metano (gas natural)	H_2O	Agua (líquido vital)
NaCl	Cloruro de sodio (sal de mesa)	H_2S	Ácido sulfhídrico (baterías de automóvil)
Fe_2O_3	Óxido férrico (pigmento)	HNO_3	Ácido nítrico (fertilizantes)

Cuando los elementos químicos se combinan, sus átomos se unen mediante enlaces para formar una nueva partícula llamada molécula.

La molécula del compuesto agua (H_2O) está constituida por dos átomos de hidrógeno (blancos) y un átomo de oxígeno (rojo):

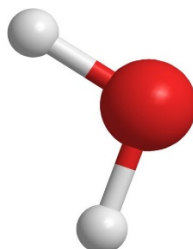


Imagen 3. *Molécula de agua (H_2O)*. (Imagen de referencia). Molécula de Agua (H_2O), respetando los colores y tamaños de los átomos.

En la formación de moléculas se utilizan códigos de colores establecidos. Por ejemplo, el átomo de oxígeno es de color rojo, el hidrógeno es blanco, el nitrógeno es azul y el carbono es gris.

La molécula del compuesto ácido sulfhídrico (H_2S) está constituida por dos átomos de hidrógeno (blancos) y un átomo de azufre (amarillo).

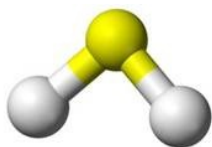


Imagen 4. *Molécula de ácido sulfhídrico (H_2S)*. (Imagen de referencia). Ácido sulfhídrico (H_2S), respetando los colores y tamaños de los átomos.

La molécula del compuesto amoníaco (NH_3) está constituida por un átomo de nitrógeno (azul) y tres átomos de hidrógeno (blancos).

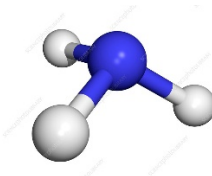


Imagen 5. *Molécula de amoníaco (NH_3)*. (Imagen de referencia). Amoníaco (NH_3), respetando los colores y tamaños de los átomos.

La molécula del compuesto metano (CH_4) está constituida por un átomo de carbono (gris) y cuatro átomos de hidrógeno (blancos).

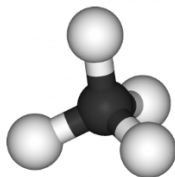


Imagen 6. *Molécula de metano (CH_4)*. (Imagen de referencia). Metano (CH_4), respetando los colores y tamaños de los átomos.

Glosario

Molécula: partícula formada de la unión de dos o más átomos.

Compuesto químico: sustancia formada por la unión de dos o más elementos químicos.

Tipos de enlaces químicos

Hay dos formas para alcanzar la estabilidad química: mediante un enlace iónico o un enlace covalente. El tipo de enlace se determina utilizando la diferencia de electronegatividades (ΔEN) de los átomos que se unen.

Definir el tipo de enlace químico ayuda a predecir las propiedades físicas y químicas del compuesto químico, esto es, cuanto mayor es la diferencia de electronegatividades entre los átomos, mayor fuerza tendrá el enlace químico, haciéndolo más difícil de romper.

El tipo de enlace se basa en los siguientes valores de diferencia de electronegatividades (ΔEN):

Enlace Iónico	Enlace covalente polar	Enlace covalente no polar
$\Delta EN > 1.7$	$\Delta EN (0.4 \text{ a } 1.7)$	$\Delta EN (0 \text{ a } 0.4)$

Se habla de **diferencia** de electronegatividades para determinar el tipo de enlace; esto es, se utiliza una operación aritmética simple: la **resta**.

Recuerda que las operaciones aritméticas son la manera como jugamos con los números: sumando, restando, multiplicando y dividiendo.



Actividad. Fuerzas que unen a los compuestos

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Antes de iniciar, reflexiona y responde en tu cuaderno.

Analiza dos sustancias; el líquido agua (H_2O) y el sólido óxido de hierro (Fe_2O_3), el cual se encuentra en objetos metálicos oxidados y es de color marrón.

- ¿Qué diferencias presentan?
- ¿A qué crees que se deben esas diferencias?

¡Ideas en movimiento!

Ahora de lo aprendido, ordena tus ideas y contesta en tu cuaderno lo siguiente:

- ¿Para entender estas diferencias es importante saber su estructura química?, ¿por qué?

¡Uno las piezas!

Para poder entender las características de las sustancias químicas es necesario identificar el tipo de enlace: iónico o covalente. Revisa los valores de electronegatividad dados por Pauling.

¡Es hora de mostrar!

De los siguientes compuestos químicos identifica el tipo de enlace (iónico, covalente polar o covalente no polar) que mantiene unidos a sus átomos. Es necesario saber la diferencia de electronegatividad. Coloca la información en la siguiente tabla:

Compuesto	ΔEN	Tipo de enlace	Compuesto	ΔEN	Tipo de enlace
NH ₃			N ₂		
CH ₄			H ₂ O		
NaCl			H ₂ S		
Fe ₂ O ₃			HBr		



Cierre de la actividad

Comparte tus ideas con tus compañeros ¿Tienen información diferente a la tuya?

¿Cómo fue mi camino?

A partir de lo analizado en la actividad, responde: ¿es importante el valor de electronegatividad para determinar el tipo de enlace?, ¿cómo podrías determinar el tipo de enlace sin el valor de electronegatividad?

Evalúo el proceso

Evalúa la actividad con la siguiente lista de cotejo. Se cumplió la actividad cuando:

Criterio	Si	No
Reconozco los valores de electronegatividad para los elementos que forman a los compuestos químicos.		
Identifico el tipo de enlace químico de manera correcta.		

Comentarios:

Enlace iónico

Formado a partir de un elemento metálico y no metálico, resultando una diferencia grande de electronegatividad $\Delta EN > 1.7$. De acuerdo con la tabla 1, los siguientes compuestos químicos, están unidos por un enlace iónico:

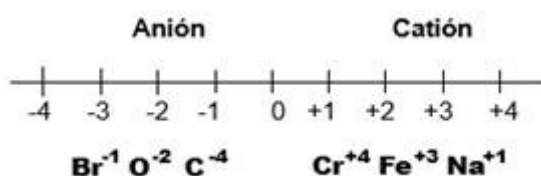
$$\Delta EN \text{ CsF} = 4(\text{F}) - 0.7(\text{Cs}) = 3.3$$

$$\Delta EN \text{ Fe}_2\text{O}_3 = 3.5(\text{O}) - 1.8(\text{Fe}) = 1$$

El enlace iónico involucra una transferencia de electrones; esto es, una pérdida o ganancia de electrones para alcanzar la estabilidad química. El metal es el elemento cuyo átomo pierde electrones y el no metal es el átomo que gana electrones.

En lecciones anteriores analizaste al ion; recuerda, es un átomo que pierde o gana electrones para estabilizarse químicamente, convirtiéndose en catión o anión. El catión es el átomo que pierde electrones, adquiriendo un número de oxidación positivo (Ca^{+2} Na^{+1} Al^{+3}) y el anión es el átomo que gana electrones, adquiriendo un número de oxidación negativo (O^{-2} C^{-4} F^{-1}).

El número de oxidación es un número racional entero que indica el número de electrones ganados o perdidos por un átomo, con valores positivos y negativos, tal como se muestra en la siguiente recta numérica:



Los números de oxidación los encuentras en la tabla periódica, analiza tu tabla periódica.

El enlace iónico es un enlace fuerte debido a la fuerza electrostática entre el catión y el anión. Los compuestos iónicos son sólidos cristalinos con estructuras rígidas, puntos de fusión elevados y gran dureza. La mayoría son solubles en agua y, al fundirse, los iones se mueven con libertad y lo que les permite conducir electricidad.

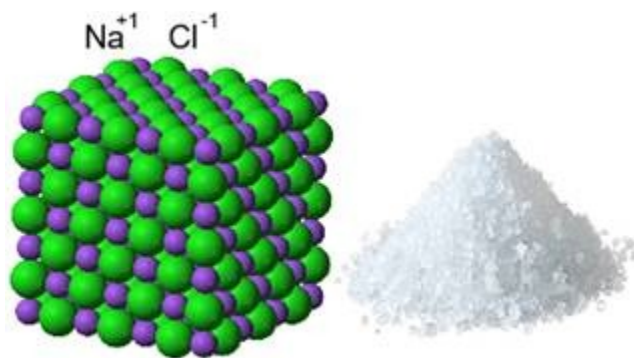
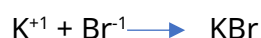


Imagen 7. Red cristalina de NaCl. (Imagen de referencia, red cristalina formada de dos tipos de átomos y sólidos cristalinos).

El medicamento veterinario, bromuro de potasio (KBr), es un compuesto sólido, con temperatura de fusión 730 °C, formado de un catión metal potasio K^{+1} (EN=0.8) y un anión no metal bromo Br^{-1} (EN=2.8):



El conservador de alimentos, cloruro de calcio ($CaCl_2$), es un compuesto sólido, con temperatura de fusión 772 °C, formado de un catión metal potasio Ca^{+2} (EN=1) y un anión no metal bromo Cl^{-1} (EN=3):



Enlace covalente

Formado a partir de la unión de dos átomos no metálicos, que comparten electrones para completar sus ocho electrones de valencia y alcanzar su estabilidad química. Este tipo de enlace se divide en covalente polar y no polar.

El enlace entre átomos que comparten electrones de manera desigual es llamado **covalente polar**, con una diferencia de electronegatividad ΔEN (0.4-1.7).

En el compuesto agua (H_2O), la diferencia de electronegatividades entre el átomo más electronegativo, el oxígeno O (EN=3.5), y el átomo menos electronegativo, el hidrógeno (EN=2.1), es 1.4, átomos unidos por un enlace covalente polar.

Los enlaces covalentes se representan con estructuras de Lewis.

Los electrones de valencia se pueden esquematizar con la estructura de Lewis, puntos colocados en los cuatro lados del símbolo del elemento químico (derecha, arriba, izquierda, abajo) indicando los electrones de valencia (electrones situados en el último nivel energético del átomo), por ejemplo, xenón (Xe), con ocho electrones de valencia.



Imagen 8. Estructura de Lewis, elemento xenón. (Imagen de referencia). Símbolo del elemento xenón con ocho puntos alrededor.

Biografía

Gilbert N. Lewis. Físico químico estadounidense. Las investigaciones sobre el significado de los pares electrónicos en estructuras moleculares condujeron a las teorías modernas del enlace químico.

Recuerda que, dependiendo de la familia en la que se ubica el elemento químico, es la cantidad de electrones de valencia.

Grupo o Familia	1	2	13	14	15	16	17	18
	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Electrones de valencia	Li•	•Be•	•B•	•C•	•N•	•O•	•Br•	•Ne•

En el enlace covalente polar del agua cada elemento comparte electrones. El oxígeno, con seis electrones de valencia (puntos negros), necesita dos; mientras que el hidrógeno (punto azul, con un electrón, necesita solo uno (un electrón por cada hidrógeno). Por ello, comparten electrones entre sí. Este enlace se representa con estructuras de Lewis.

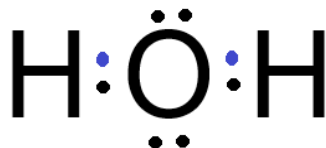


Imagen 9. Estructura de Lewis, compuesto Agua (H_2O). (Imagen de referencia). Enlace de un oxígeno, con seis electrones de color 1, y dos hidrógenos, con un electrón cada uno, de color 2.

El amoníaco (NH_3), utilizado en tintes de cabello, cuya diferencia de electronegatividades, entre el átomo más electronegativo nitrógeno N ($EN=3.0$) y el átomo menos electronegativo hidrógeno ($EN=2.1$), es 0.9, átomos unidos por un enlace covalente polar.

En el enlace covalente polar del amoníaco cada elemento comparte electrones. Está formado por nitrógeno, que con cinco electrones de valencia (puntos negros), necesita tres para estabilizarse, e hidrógeno, que con un electrón (punto azul), necesita solo uno (un electrón por cada hidrógeno); por ello, comparten electrones entre sí. Este enlace se representa con estructuras de Lewis.

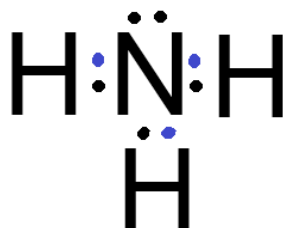


Imagen 10. Estructura de Lewis, compuesto Amoníaco (NH_3). (Imagen de referencia). Enlace de un nitrógeno con cinco electrones de color 1 y tres hidrógenos con un electrón cada uno de color 2.

El enlace entre átomos que comparten electrones de manera equitativa, porque tienen la misma o similar electronegatividad, es llamado *covalente no polar*, con una diferencia de electronegatividad ΔEN (0-0.4).

Ejemplos: Cl_2 , N_2 , H_2 .

A diferencia de los compuestos iónicos, los covalentes pueden tener propiedades como: sólidos blandos, líquidos o gases, con bajas temperaturas de fusión y ebullición.

Suelen ser insolubles en agua y solubles en líquidos orgánicos (formados de carbono).

Glosario

Enlace químico: fuerza de atracción que mantiene unidos a los átomos para formar compuestos químicos.

Propiedad: característica observable o medible.

Enlace metálico

Se forma entre átomos metálicos, constituido por una red cristalina de cationes rodeados de un mar de electrones. Algunos ejemplos son: el sodio, el magnesio, el aluminio, la plata y el cobre.

Estos compuestos suelen ser sólidos con puntos de fusión y ebullición elevados, conductores de corriente eléctrica y brillo metálico.



Imagen 11. Red metálica de cobre. (Imagen de referencia). Enlace metálico entre átomos de Cu^{+2} color 1 y alrededor electrones de color 2.

¿Sabías que... en la sal de mesa (NaCl) los átomos están unidos por un enlace iónico, lo que provoca que se funda a una temperatura alta de $801\text{ }^{\circ}\text{C}$? A diferencia del azúcar ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), cuyos átomos se unen mediante un enlace covalente, el cual tiene una temperatura de fusión baja de $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ y genera caramelo.



Imagen 12. Sal de mesa (enlace iónico) y azúcar (enlace covalente). (Imagen de referencia). Envases con sal y azúcar.



¿Cómo estuvo la ruta?

Actividad. Del enlace a la propiedad

¿Por dónde empiezo?

Antes de iniciar, reflexiona y responde en tu cuaderno.

Elige un material cotidiano y explica cómo su estructura interna ayuda a entender una propiedad visible.

¡Ideas en movimiento!

Ahora de lo aprendido, ordena tus ideas y contesta en tu cuaderno lo siguiente:

- ¿Por qué una propiedad visible puede depender de una interacción invisible?

¡Uno las piezas!

Para poder entender las características de las sustancias químicas es necesario identificar el tipo de enlace: iónico o covalente.

¡Es hora de mostrar!

Para cada uno de los siguientes compuestos químicos identifica el tipo de enlace que mantiene unido a sus átomos (iónico, covalente polar o covalente no polar). Asimismo, determina las siguientes propiedades físicas de cada compuesto: estado de agregación, temperatura de ebullición y temperatura de fusión (estos dos últimos datos fundamentados con una referencia bibliográfica).

Compuesto	Tipo de enlace	Estado de agregación (sólido, líquido, gaseoso)	Temperatura de fusión (°C)	Temperatura de ebullición(°C)
NH ₃				
CH ₄				
NaCl				
Fe ₂ O ₃				
N ₂				
H ₂ O				
H ₂ S				
HBr				



Cierre de la actividad

Comparte tus ideas con tus compañeros ¿Tienen información diferente a la tuya?

¿Cómo fue mi camino?

A partir de lo analizado en la actividad, responde: ¿las diferencias entre el agua y el gas butano radican en el tipo de enlace químico?

Evalúo el proceso

Evalúa la actividad con la siguiente lista de cotejo. Se cumplió la actividad cuando:

Criterio	Sí	No
Identifico el tipo de enlace químico de manera correcta.		
Reconozco las propiedades físicas características del enlace iónico y covalente.		

Comentarios:

Si la química te muestra cómo se organiza la materia, las matemáticas te ayudarán ahora a interpretar con más precisión lo que observas.

Referencias

- Brown, T.L., Le May, H.E. Bursten, B.E., & Murphy, C.J. (2009). *Química: La ciencia central* (11ª.ed.). Pearson Educación.
- Ocampo, G.A., Fabila, G.F., Juárez, C.J.M., Monsalvo, V.R., y Ramírez, R.V.M. (1993). *Fundamentos de Química 1: Enseñanza Media Superior*. Publicaciones Cultural.
- Choppin, G. R., Jaffe, B., Summerlin, L., Jackson, L. (1974). *Química*. Publicaciones Cultural.
- Choppin, G. R., Summerlin, L. (1981). *Química*. Publicaciones Cultural.



Mi ruta de aprendizaje



(Imagen de referencia). *Portada de la lección*. Infografía-portada que muestra un engranaje doble con los símbolos del Tzolkin y del Haab girando sobre una banda con los primeros veinte números primos resaltados en color cobre, con una placa azul institucional al pie.

Interpretar la realidad con números

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

A lo largo de esta lección cultivarás cinco habilidades fundamentales para interpretar la realidad con números, ancladas en la tradición matemática universal y en la sabiduría de las comunidades mesoamericanas:

- Reconocer las propiedades de los números naturales y de los números primos.
- Factorizar un número en sus componentes primos y leer su estructura interna.

- Calcular el máximo común divisor (MCD) y el mínimo común múltiplo (MCM) y aplicarlos en contextos concretos.
- Modelar matemáticamente fenómenos cotidianos (calendarios, ciclos, repartos, sincronizaciones).
- Comunicar con un lenguaje matemático claro, preciso y respetuoso con la audiencia.

Actividades de la lección <i>Interpretar la realidad con números</i>				
Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s) / Producto(s)	Herramientas de evaluación
Mi memoria numérica	Identifica conocimientos sobre los números.	Cuaderno, lapicero, pluma	Registro de números	Autoevaluación
Mis primos favoritos	Reconoce y justifica por qué ciertos números son primos.	Cuaderno, hoja cuadriculada, calculadora (opcional)	Tabla del 1 al 100 con los 25 primos resaltados	Rúbrica
Árbol de factores	Representa gráficamente la factorización prima.	Hojas blancas, lápices de colores	Tres árboles de factorización con notación de potencia	Rúbrica
MCD y MCM en mi cocina	Aplica MCD y MCM a problemas reales.	Receta familiar, cuaderno, entrevista	Solución escrita y razonada de dos problemas.	Rúbrica
El calendario mesoamericano	Modela el calendario mesoamericano con MCM.	Investigación breve, cartulina, colores, entrevista	Infografía de la rueda calendárica	Rúbrica



¿Qué saberes traigo conmigo?

Actividad. Mi memoria numérica

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Antes de iniciar el viaje conviene saber qué llevas en la mochila. Estas preguntas no buscan una respuesta perfecta; buscan despertar tus saberes previos.

- Escribe los primeros diez números primos que recuerdes.
- ¿Qué diferencia hay entre un múltiplo y un divisor? Explícalo con un ejemplo.
- Si compartes 24 tortillas entre 6 personas, ¿cuántas tocan a cada una?, ¿cómo lo supiste?
- ¿Sabes por qué los relojes se dividen en 12 horas y 60 minutos y no en 10 horas de 100 minutos? Formula una hipótesis.
- Los mercados mexicanos manejan cuentas rápidas: 3 por 10, 5 por 18. ¿Qué operación matemática hacen en su mente?

¡Ideas en movimiento!

Comparte tus respuestas en pareja y, sin corregirse, anota qué dudas comunes aparecen. Ese mapa de dudas será su brújula durante la lección.

¡Uno las piezas!

Construye una pequeña ficha titulada «Lo que sé y lo que me pregunto». A la izquierda, lo que sí sabes; a la derecha, lo que quieres averiguar.

¡Es hora de mostrar!

Pega tu ficha en el muro del aula. Al cierre de la lección revisarán juntos cuántas dudas se resolvieron.

¿Cómo fue mi camino?

Anota en tu cuaderno: ¿qué pregunta me sorprendió más a mí mismo o a mí misma?

Evalúo el proceso

Autoevaluación cualitativa: marca tu nivel inicial en una escala de 1 a 4 para cada pregunta y vuelve a marcarla al cierre de la lección. La diferencia es tu aprendizaje.



Punto de encuentro

¿Cómo es posible que números sencillos como 2, 3, 5 y 7 sostengan los calendarios mesoamericanos, los códigos bancarios y el ritmo de los ciclos naturales?

Juan Manuel Lozano Mejía, uno de los grandes pedagogos de física en México, solía decir que aprender matemáticas es aprender a ver. En esta lección vas a mirar un pedazo de realidad a través del lente numérico y descubrirás relaciones ocultas que estaban ahí, esperándote.

Biografía

Juan Manuel Lozano Mejía fue un físico y maestro mexicano, uno de los grandes pedagogos de física en el país. A través de su libro *¿Qué es la física?* y de su enseñanza, mostró que aprender física es aprender a mirar la realidad y acercó la disciplina a miles de estudiantes.

Los números primos: átomos del universo numérico

Eugenio Ley-Koo, físico mexicano discípulo de Marcos Moshinsky, escribió que los números primos son los átomos invisibles del universo numérico. Igual que los átomos componen moléculas y tejidos, los números primos componen todos los demás números. Esta lección te invita a mirar los números no como una lista inerte, sino como una estructura dinámica: un sistema en el que cada parte tiene su papel y todas se entrelazan para generar la armonía que llamamos matemática. La física mexicana Luz María García-Cruz resolvió con métodos numéricos la ecuación de transporte de neutrones. Un recordatorio de que detrás de cada fenómeno, hay números y patrones que podemos calcular.

Biografía

Marcos Moshinsky (1921-2009) fue un físico mexicano pionero del estudio de la física cuántica y nuclear en México. Sus aportaciones a la teoría de los sistemas de muchos cuerpos y a la simetría en la física influyeron en la ciencia internacional y formaron a varias generaciones de físicos.

Un número primo es aquel que solo tiene dos divisores distintos: 1 y él mismo. Los primeros son 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23 y 29. Euclides, en el siglo III a. C. demostró que existen infinitos números primos. Su prueba es una joya de elegancia: si supones que hay una lista completa de primos, siempre puedes construir otro que no está en la lista. Así, los primos nunca se agotan.



Imagen 1. *Distribución de los primos entre 1 y 100*. Infografía con tabla del 1 al 100 organizada en cuadrícula, con los 25 primos resaltados en azul, los múltiplos de 2 en gris claro y los múltiplos de 3 en arena, acompañada al pie de la imagen por una pleca con la leyenda: criba de Eratóstenes, c. siglo III d.n.e.

En el siglo XIX, Bernhard Riemann conjeturó que la distribución de los primos obedece a un patrón profundo relacionado con una función especial. Esa conjetura, la hipótesis de Riemann, sigue sin resolverse y forma parte de los siete problemas del milenio: quien la demuestre recibirá un millón de dólares y la admiración perpetua de la comunidad matemática. La ciencia, como recordaba Julieta Fierro, empieza con asombro y termina con preguntas todavía más bellas.

Recordatorio

Todo número entero mayor que 1 es primo o se obtiene al multiplicar números primos. Esta afirmación se conoce como Teorema Fundamental de la Aritmética y es la base de toda la teoría de números.

Biografía

Julieta Fierro Gossman (1948-2025) fue una distinguida astrónoma mexicana, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y del Colegio Nacional. Dedicó su vida a acercar la ciencia con palabras sencillas, experimentos caseros y una generosidad extraordinaria. Sus libros y charlas recuerdan que la ciencia no pertenece a una élite: es herencia común de la humanidad.

Factorización prima

Factorizar un número significa descomponerlo en el producto de sus factores primos. Es como abrir un reloj para ver sus engranes: por fuera vemos una cifra, pero por dentro descubrimos la estructura que la produce.

Ejemplo: $84 = 2 \times 42 = 2 \times 2 \times 21 = 2 \times 2 \times 3 \times 7 = 2^2 \cdot 3 \cdot 7$. Los exponentes nos indican cuántas veces aparece cada primo. El Teorema Fundamental de la Aritmética asegura que esta descomposición es única para cada número, salvo el orden de los factores.

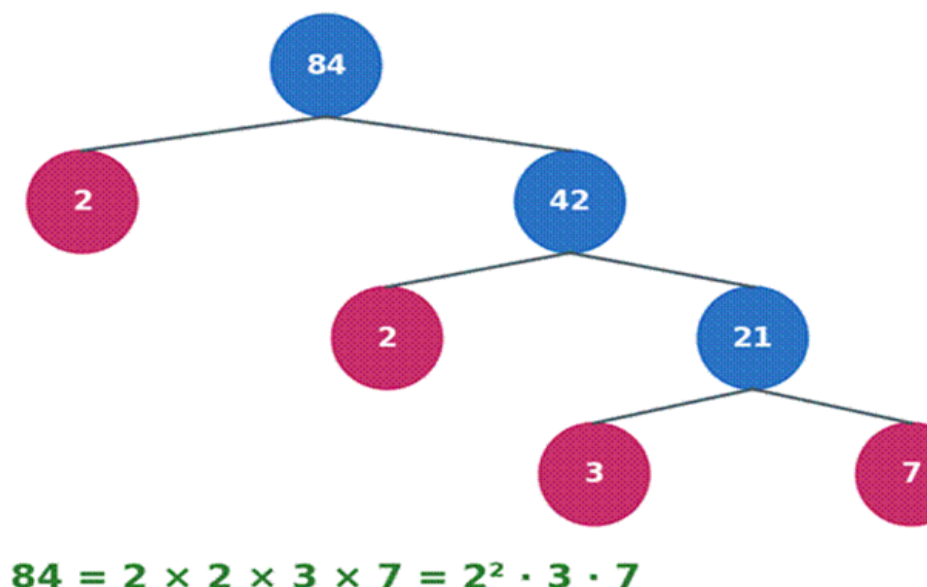


Imagen 2. *Árbol de factorización prima del 84.* Infografía con el número 84 en la raíz y dos ramas descendentes que se bifurcan sucesivamente hasta llegar a las hojas 2, 2, 3 y 7; primos en color cobre y cocientes intermedios en azul medio, con una franja inferior que sintetiza la expresión $84 = 2^2 \cdot 3 \cdot 7$.

Máximo común divisor y mínimo común múltiplo

Muchos problemas cotidianos se resuelven con dos conceptos hermanos: el máximo común divisor (MCD), que es el mayor número que divide exactamente a varios números, y el mínimo común múltiplo (MCM), que es el menor número que es múltiplo de todos ellos.

Una forma rápida de calcularlos consiste en usar la factorización en primos: el MCD toma los factores comunes con el menor exponente; el MCM toma todos los factores, comunes y no comunes, con el mayor exponente. Por ejemplo, si $12 = 2^2 \cdot 3$ y $18 = 2 \cdot 3^2$, entonces $\text{MCD}(12, 18) = 2 \cdot 3 = 6$ y $\text{MCM}(12, 18) = 2^2 \cdot 3^2 = 36$.

Los ciclos del agua, las temporadas de lluvia y los periodos de siembra pueden modelarse con estas herramientas. El MCD y el MCM también se relacionan con la naturaleza y el cuidado del medio ambiente. Por ejemplo, si un cultivo necesita riego cada 4 días y otro, cada 6 días, el $\text{MCM}(4, 6) = 12$ indica que ambos necesitarán riego el mismo día cada 12 días. Planificar con matemáticas ayuda a usar el agua de manera responsable y sustentable.

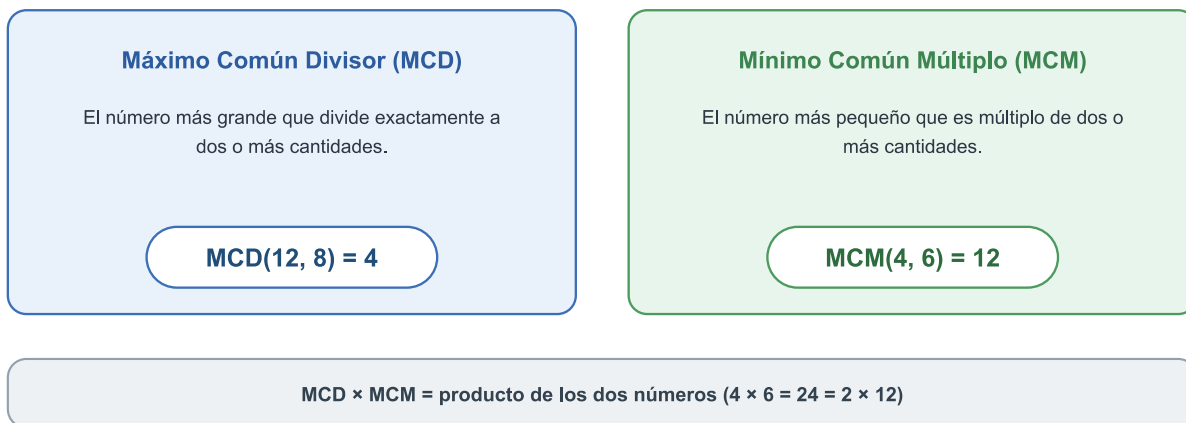


Imagen 3. MCD y MCM: representación visual con descomposición en factores primos y diagrama de Venn para calcular $MCD(12, 18)=6$ y $MCM(12, 18)=36$.

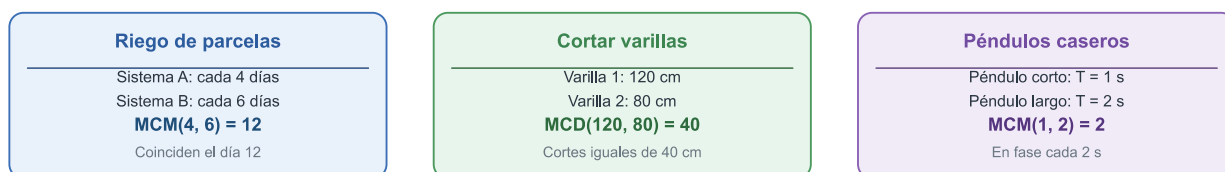


Imagen 4. Aplicaciones del MCM en experimentos TBC: ruedas dentadas y ciclos de siembra comunitarios.

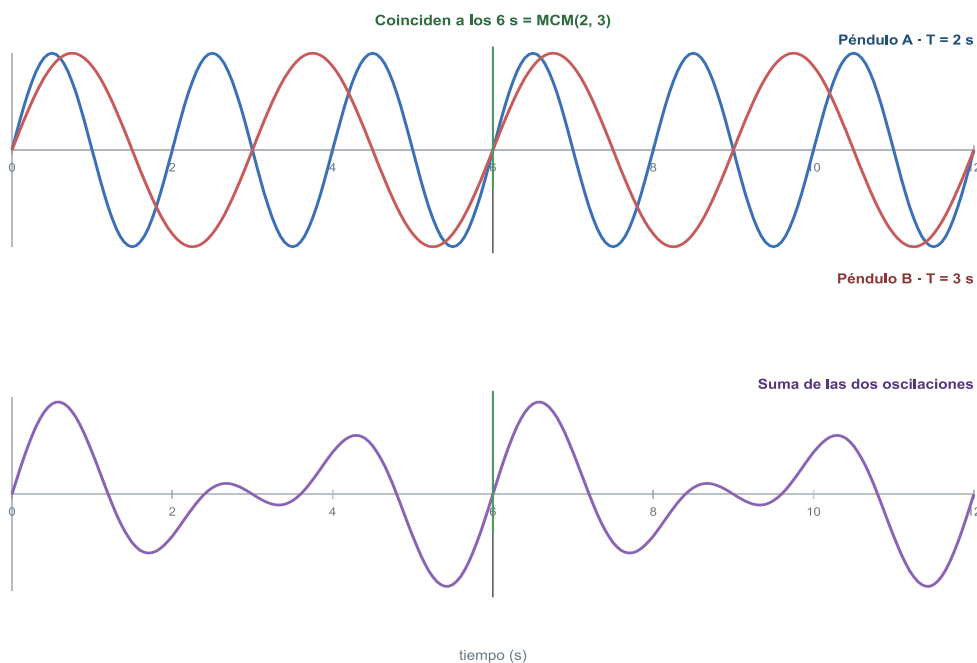


Imagen 5. Gráfica de sincronización: Péndulo A ($T=2s$) y Péndulo B ($T=3s$) coinciden cada $MCM(2,3)=6$ s.

Aprende más...

Cuando alineas dos semáforos, sincronizas relojes o planeas la cosecha de dos parcelas con ciclos distintos, estás resolviendo un problema de MCM. Cuando repartes un lote de semillas en sobres iguales sin que sobren, estás usando el MCD. La aritmética vive entre nosotros mucho más de lo que creemos.

Latidos del corazón Corazón A: cada 4 s Corazón B: cada 6 s $MCM(4, 6) = 12$ Laten juntos cada 12 s	Engranajes Rueda A: 4 dientes Rueda B: 6 dientes $MCM(4, 6) = 12$ Se alinean cada 12 giros	Mareas y ciclos Marea: cada 12 h Ciclo lunar: 24 h $MCM(12, 24) = 24$ Patrón que se repite	Péndulos Péndulo corto: $T = 2$ s Péndulo largo: $T = 3$ s $MCM(2, 3) = 6$ En fase cada 6 s
--	---	---	--

Imagen 6. MCM y sincronización de ciclos físicos: péndulos con $T=2$ s y $T=3$ s se sincronizan cada $MCM(2,3)=6$ s. Experimento casero TBC.

Tu reto de hoy

¡inténtalo!

Construye dos péndulos caseros con hilo y objetos pesados. Ajusta uno a $T \approx 2$ s (aproximadamente 100 cm de longitud) y el otro a $T \approx 3$ s. Observa cuándo coinciden sus movimientos. ¿Cuántos segundos tardaron en sincronizarse? El $MCM(2,3) = 6$ s predice este resultado. Registra tus observaciones en tu cuaderno.

Los números en la cultura: el calendario mesoamericano

Las culturas mayas y mexicas construyeron dos calendarios que se complementan: el Tzolkin, de 260 días, ritual y profético; y el Haab, de 365 días, agrícola y cívico. Cuando se combinan, regresan al mismo punto cada $MCM(260, 365) = 18\,980$ días, es decir, 52 años. A ese ciclo lo llamaban Xiuhmōpilli o «atado de años». Era una fiesta solemne que implicaba apagar todos los fuegos del territorio y volver a encenderlos al amanecer siguiente con el Fuego Nuevo, que se encendía en la cima del cerro de la Estrella.

Cortar tableros Tablero 1: 12 m Tablero 2: 8 m $MCD(12, 8) = 4$ Trozos iguales de 4 m	Sembrar en hileras 240 de maíz 180 de frijol $MCD(240, 180) = 60$ 60 semillas por hilera	Engranajes Rueda A: 12 dientes Rueda B: 8 dientes $MCD(12, 8) = 4$ Bloque mínimo de 4
--	---	--

Imagen 7. MCD y MCM aplicados a fenómenos físicos TBC: ruedas dentadas (engranes) y ciclos de siembra como ejemplos de sincronización matemática.

¿Sabías que... los mayas usaban un sistema vigesimal (base 20) y conocían el concepto del cero siglos antes que los europeos? Este cero, representado por una concha, permitía construir números enormes y calcular eclipses con asombrosa precisión.

Fracciones, proporciones y lenguaje cotidiano

Es una forma de comunicar una parte de un todo. Cuando una tía dice «con un cuarto de taza alcanza para los dos», está usando matemáticas. Las proporciones son el lenguaje del comercio, de la cocina y de la biología. Si una receta requiere 2 tazas de harina por 1 de azúcar, la proporción 2:1 se mantiene aunque hagas la cantidad doble o triple.

Para sumar o restar fracciones con denominadores distintos, usamos el MCM. Por ejemplo, $1/4 + 2/6 = (3 + 4)/12 = 7/12$. Para multiplicar, multiplicamos los numeradores y denominadores: $2/3 \times 5/7 = 10/21$. Para dividir, invertimos la segunda fracción y la multiplicamos. Por ejemplo: $1/4 \div 1/6 \rightarrow MCM(4,6) = 12$, así $3/12 \div 2/12 = 3/2$. Practica con $2/3 + 1/5$ y $5/6 - 1/4$.

Glosario

Número primo: número natural mayor que 1 cuyos únicos divisores son 1 y el propio número.

Factor: cada uno de los números que, al multiplicarse, producen otro número.

MCD (máximo común divisor): el mayor número que divide exactamente varios números.

MCM (mínimo común múltiplo): el menor número que es múltiplo de varios números.

Criba: método sistemático para separar lo que cumple un criterio de lo que no lo cumple.



Actividad. Mis primos favoritos

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Antes de hablar de matemáticas con la mirada de la ciencia, conviene amistar con los números. Esta primera fase te invita a redescubrir, con manos y lápiz, una de las estructuras más antiguas y elegantes de la aritmética: los números primos. Trabajarás con la criba de Eratóstenes, una técnica milenaria nacida en la biblioteca de Alejandría hacia el siglo III a. C., que sigue siendo el punto de partida para todo aquel que quiera comprender el ADN del mundo numérico.

- Dibuja en una hoja cuadriculada una tabla de 1 a 100, con 10 números por fila. Cuida que cada celda sea lo suficientemente amplia como para tachar y resaltar.
- Tacha el número 1: por convención no es primo, ya que solo posee un divisor.
- Encierra en un círculo el número 2 y tacha cuidadosamente todos sus múltiplos (4, 6, 8, 10...). Continúa con el 3, el 5 y el 7 hasta agotar todos los múltiplos posibles en la tabla.
- Resalta con color los números que sobrevivieron al proceso: son los primos del 1 al 100. Compáralos con la lista oficial: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97.
- Anota junto a tu tabla esta pregunta y respóndela en tres líneas: ¿por qué la criba se llama precisamente «criba» y qué tiene en común con el cernidor que se usa en una cocina mexicana?

¡Ideas en movimiento!

Ya tienes los primos en la mano. Ahora vas a moverlos: ponerlos en diálogo con tus compañeras y compañeros y empezar a percibirlos como una estructura, no como una lista suelta.

- En equipos de tres, comparen sus tablas. Verifiquen que coincidan los 25 primos menores que 100 y conversen sobre los errores frecuentes (por ejemplo, confundir el 9 con el 15 o el 15 con el 15).
- Investiguen brevemente quién fue Eratóstenes, dónde trabajó y qué otros aportes a la ciencia realizó, en particular, el cálculo del meridiano terrestre. Resuman en cinco renglones.
- Discutan: ¿por qué los primos parecen aparecer al azar y, sin embargo, parecen seguir cierta regularidad? (su distribución exacta es un problema abierto, relacionado con la hipótesis de Riemann). Mencionen con sus propias palabras la conjetura de Riemann que acaban de leer.
- Construyan, en un papel grande, una versión colectiva de la tabla del 1 al 200. Repartan filas entre los integrantes y luego ensamblen el rompecabezas para verificar su consistencia.

¡Uno las piezas!

Esta fase consolida tu propia colección de primos en un producto bien acabado: una tabla razonada que servirá de referencia para el resto de la lección y las dos siguientes.

- Pasa en limpio tu tabla del 1 al 100, con los primos resaltados en un color y los múltiplos pequeños (de 2, 3, 5 y 7) en colores secundarios.
- A su lado, redacta una breve ficha con los 25 primos menores que 100 organizados en cinco columnas, e indica al pie cuántos primos hay y cuál es la diferencia promedio entre dos primos consecutivos.
- Añade una explicación en prosa de seis a ocho líneas sobre la lógica de la criba: por qué basta con tachar los múltiplos de los primos hasta la raíz cuadrada del número mayor. Esta es una de las ideas más finas y económicas de toda la matemática elemental.
- Cuida la presentación: márgenes pulcros, letra legible, color con propósito. La pulcritud no es un ornamento; es respeto al lector.

¡Es hora de mostrar!

La aritmética se vuelve memorable cuando se comparte. Tu producto debe poder leerse y entenderse fuera de tu cuaderno.

- Coloca tu tabla en el muro del salón o en el rincón de matemáticas del centro educativo. Si no es posible, fotografíala y compártela en un grupo digital de la clase.
- Prepara un breve relato (90 segundos) en el que expliques a una persona menor que tú qué es un número primo, por qué hay infinitos y por qué te gustan.
- Invita a una compañera o un compañero a buscar en tu tabla el primo más cercano a su edad y a inventarle una historia: una manera lúdica de fijar el concepto.
- Recoge dos comentarios escritos del público y guárdalos como evidencia de la presentación.

¿Cómo fue mi camino?

Hacer aritmética también es hacer biografía intelectual. Responde con honestidad y sin prisa.

- ¿Qué representación de los primos —tabla, criba, lista en columnas— me ayudó más a comprender? ¿Por qué?
- ¿En qué momento del proceso sentí dificultad y cómo la enfrenté?
- ¿Qué relación inesperada descubrí entre los primos y mi vida cotidiana (relojes, calendarios, cigarras, claves de seguridad)?
- ¿Qué duda quedó pendiente que quiera profundizar en la siguiente lección?

Evalúo el proceso

Aplica esta rúbrica a tu propio trabajo. Marca con una palomita los criterios cumplidos y con un signo de interrogación los que requieren ajuste antes de continuar.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Identificación de primos	Identifica correctamente los 25 primos menores que 100 sin errores.	Identifica al menos 22 primos correctos.	Identifica entre 18 y 21 primos correctos.	Identifica menos de 18 primos correctos.
Aplicación del método de la criba	Tacha de manera sistemática los múltiplos de 2, 3, 5 y 7 y argumenta por qué basta con esos primos.	Tacha los múltiplos correctamente, sin una justificación profunda.	Tacha algunos múltiplos con omisiones.	No completa la criba o lo hace de manera desordenada.
Pulcritud y diseño	Tabla limpia, con jerarquía de colores, márgenes y leyenda clara.	Tabla legible con leves descuidos.	Tabla legible pero desordenada.	Tabla difícil de leer o sin una estructura visible.
Comunicación oral	Explica el concepto a un público no experto con claridad y entusiasmo.	Explica el concepto con apoyo del cuaderno.	Explica con dificultad, leyendo literalmente.	No logra explicar.
Reflexión metacognitiva	Identifica fortalezas, dificultades y próximos pasos con ejemplos concretos.	Identifica algunos elementos sin profundizar.	Reflexiona de manera muy general.	No reflexiona ni copia ideas ajenas.



Actividad. Árbol de factores

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Los árboles de factorización funcionan como las radiografías que revelan la estructura interna de cualquier número compuesto. En esta fase aprenderás a leer y dibujar esas radiografías con claridad.

- Selecciona tres números compuestos entre 40 y 200; te sugerimos 60, 84 y 180, pero puedes elegir otros que te resulten significativos (por ejemplo, los días del mes en que naciste o las páginas de tu libro favorito).
- Para cada número, plantéate primero la pregunta clave: ¿cuál es el primo más pequeño que lo divide? Apunta esa primera división en una hoja, dejando al menos seis renglones de espacio en blanco hacia abajo.
- Dibuja, debajo del número original, dos ramas: a la izquierda, el primo divisor; a la derecha, el cociente.
- Repite el proceso con cada cociente compuesto hasta llegar exclusivamente a primos. Esa es la base del árbol de factorización.

¡Ideas en movimiento!

Los árboles cobran sentido cuando se comparan. En esta fase, tu trabajo dialoga con el de tus compañeros para descubrir qué patrones emergen.

- Intercambia tus tres árboles con una pareja. Verifica que el producto de los primos en las hojas reproduzca el número de la raíz.
- Conversen: ¿qué árbol, de los seis, tiene más factores primos distintos? ¿Cuál es el más «pesado» entre los factores repetidos?
- Lean en voz alta, con calma, el Teorema Fundamental de la Aritmética: «Todo número entero mayor que 1 puede expresarse de manera única como producto de números primos, salvo el orden de los factores». Discutan qué significa «única».

- Identifiquen, con un ejemplo concreto, qué pasaría si el 1 se considerara primo. ¿Sería única la factorización? ¿Por qué la convención excluye al 1?

¡Uno las piezas!

Tu producto final no es un dibujo cualquiera: es una pequeña pieza de comunicación matemática que revela la estructura íntima de un número.

- En una hoja tamaño carta, dibuja tus tres árboles definitivos, uno debajo del otro o distribuidos en columnas, con suficiente espacio para respirar visualmente.
- Junto a cada árbol escribe la factorización en notación de potencia (por ejemplo, $60 = 2^2 \cdot 3 \cdot 5$; $84 = 2^2 \cdot 3 \cdot 7$; $180 = 2^2 \cdot 3^2 \cdot 5$).
- Añade un breve párrafo de cuatro líneas que explique qué te dice esa expresión sobre el número (cuántos primos distintos lo componen, cuál es el primo más grande implicado, qué tienen en común los tres números).
- Marca con el mismo color los primos compartidos por dos o más árboles: estás preparando, sin saberlo, el cálculo del MCD que vendrá en la siguiente actividad.

¡Es hora de mostrar!

La factorización es una conversación con el lector. Tu árbol debe poder explicarse en menos de un minuto a una persona que nunca lo haya visto.

- Presenta a tu equipo el árbol del número 84 (u otro de tu elección). Nombra el número, sus primos, su forma factorizada y una propiedad curiosa.
- Pega tus árboles en el muro del aula bajo el lema: «Cada número tiene su esqueleto».
- Invita a una persona del grupo más joven a elegir un número y, juntas o juntos, construyan su árbol. Enseñar es la prueba más honesta de comprensión.

¿Cómo fue mi camino?

Pausa para observar tu propio aprendizaje. Escribe tres oraciones por cada pregunta.

- ¿Qué fue lo más difícil al construir mis árboles y cómo lo resolví?
- ¿Cuándo me convencí de que el Teorema Fundamental de la Aritmética dice algo profundo y no solo una receta?
- ¿Qué imagen mental utilizo ahora para explicar qué es un número compuesto?

Evalúo el proceso

Marca el nivel alcanzado y añade una observación honesta para cada criterio:

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Corrección de la factorización	Las tres factorizaciones son matemáticamente correctas y completas.	Dos factorizaciones son correctas; una presenta un error menor.	Una factorización es correcta y dos presentan errores.	Más de dos factorizaciones presentan errores.
Notación de potencia	Usa correctamente la notación de potencias y de multiplicación; jerarquiza el orden de los primos.	Usa la notación con un leve descuido.	Usa la notación con errores en los exponentes o en el orden.	No usa o usa incorrectamente la notación.
Calidad del trazo y diseño	Árbol claro, ramas bien proporcionadas, color con sentido pedagógico.	Árbol legible con detalles desordenados.	Árbol comprensible pero confuso.	Árbol ilegible o desordenado.



Actividad. MCD y MCM en mi cocina

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Si necesitas reforzar los pasos para calcular el MCD o el MCM, revisa el ejemplo resuelto de la página anterior. Si tienes dificultades para encontrar los factores primos, puedes usar la tabla de números primos del 1 al 100 de la actividad 1.

La cocina mexicana es un laboratorio de aritmética viva. Cuando una abuela reparte tamales en bandejas iguales sin que sobre ninguno o calcula en qué momento volverán a coincidir el vapor de la olla y el calor del comal está usando, sin nombrarlos, el máximo común divisor (MCD) y el mínimo común múltiplo (MCM). Esta fase te pide entrar a la cocina con cuaderno y respeto, y reconocer la matemática que ya vive en cada gesto.

El reparto justo (MCD). La abuela preparó 48 tamales de mole y 36 de rajas. Quiere acomodarlos en bandejas idénticas, sin mezclar sabores y sin que sobre ninguno, usando la bandeja más grande posible que cumpla ambas condiciones. ¿Cuántos tamales irán en cada bandeja y cuántas bandejas de cada sabor saldrán?

Aquí buscas el mayor número que divide a la vez a 48 y a 36: eso es el MCD.

El encuentro del vapor y el comal (MCM). La vaporera debe destaparse para reponer agua cada 15 minutos; el comal se voltea cada 9 minutos. Si ambas tareas comenzaron juntas, ¿cada cuántos minutos volverán a coincidir y cuántas veces habrá pasado cada una hasta ese momento?

Aquí buscas el primer instante común a los dos ciclos: eso es el MCM.

- Conversa con una persona mayor de tu familia o de tu comunidad sobre una receta tradicional: tamales, mole, atole, empanadas, pan de fiesta, capirotada o el platillo de tu región.
- Anota la receta completa: ingredientes, proporciones, tiempos de cocción, número de porciones.

- Toma nota de dos cantidades distintas que aparezcan en la receta o en su preparación, por ejemplo: 72 tamales verdes y 48 rojos; 15 minutos de vapor y 20 minutos para otro guiso.
- Identifica, con la persona entrevistada, un problema cotidiano que se pueda resolver con MCD (repartos justos sin que sobre nada) y otro con MCM (sincronización de tiempos).

¡Ideas en movimiento!

De los datos a la pregunta y de la pregunta a la operación. Aquí transformas la información de la cocina en problemas matemáticos bien planteados.

- Escribe el problema de MCD con esta estructura: situación + dato + pregunta. Ejemplo: «Quiero repartir 72 tamales verdes y 48 rojos en bandejas iguales, sin mezclar colores y sin que sobre ninguno. ¿cuál es la cantidad máxima de tamales por bandeja?».
- Escribe el problema de MCM con la misma estructura. Ejemplo: «El vapor tarda 15 minutos por tanda y otro guiso 20 minutos: ¿cuándo vuelven a coincidir las dos cocciones?».
- Comparte ambos problemas con tu equipo y recibe retroalimentación: ¿son comprensibles?, ¿están bien planteados?, ¿usan datos reales?
- Discutan: ¿qué pista del enunciado les indica que se trata de MCD y no de MCM (o viceversa)?

¡Uno las piezas!

Resuelve cada problema con la metodología de la lección, sin atajos ni calculadora.

- Para el problema de MCD: factoriza ambos números en factores primos, identifica los factores comunes con el menor exponente y multiplícalos. Verifica con un ejemplo.
- Para el problema de MCM: factoriza los dos números en primos, toma todos los factores con el mayor exponente y multiplícalos. Comprueba que ambos números dividan exactamente el resultado.

- Redacta la respuesta en una oración completa que comience con el resultado y continúe con la interpretación culinaria («La cantidad máxima de tamales por bandeja es 24, porque...»).
- Acompaña cada respuesta con un dibujo o un esquema sencillo que muestre las bandejas, las tandas o los tiempos.

¡Es hora de mostrar!

Una matemática que no se cuenta, no se aprende. Devuelve a tu comunidad lo que aprendiste.

- Vuelve con la persona entrevistada y muéstrale tus dos problemas resueltos. Pídele que valide si la respuesta es práctica y si lo hiciera así en la práctica.
- Prepara una hoja de recetas con MCD y MCM titulada, por ejemplo, «Aritmética de la cocina de mi abuela». Coloca la receta arriba y los problemas resueltos abajo.
- Si tu centro educativo organiza una feria, incluye tu hoja en una miniexposición de matemáticas comunitarias.

¿Cómo fue mi camino?

Las matemáticas se quedan más cuando se sienten.

- ¿Qué descubrí sobre la sabiduría matemática de la persona que entrevisté?
- ¿Qué concepto, MCD o MCM, me costó más fijar y por qué?
- ¿Cómo cambió mi manera de mirar una receta después de esta actividad?

Evalúo el proceso

Sé honesto contigo. La honestidad es el primer ingrediente del aprendizaje.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Planteamiento del problema	Los dos enunciados son claros, contextuales y bien delimitados.	Los enunciados son claros con leves imprecisiones.	Los enunciados son comprensibles pero confusos.	Los enunciados no son comprensibles.
Resolución matemática	Aplica MCD y MCM con factorización por primeros sin errores.	Aplica los métodos con el menor error.	Aplica los métodos con errores notorios.	No resuelve correctamente.
Validación con la persona entrevistada	La persona valida la utilidad práctica del resultado.	La persona valida con observaciones.	La persona no valida del todo el resultado.	No hay validación.



Actividad. El calendario mesoamericano

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

La civilización mesoamericana construyó dos calendarios: el Tzolkin, de 260 días, ritual y sagrado; y el Haab, de 365 días, agrícola y cívico. Cuando se entrelazaban, regresaban a la misma posición cada 18 980 días, equivalentes a 52 años: el ciclo del Xiuhmolpilli, también conocido como «Atado de años». Comprender ese cálculo es comprender una forma indígena de pensar el tiempo mediante números.

- Investiga, durante una semana, qué eran el Tzolkin y el Haab; quiénes los usaban; qué nombres tenían sus días y sus meses; cómo se relacionaban.
- Reúne al menos dos fuentes: un libro académico (Aveni, Broda) y una fuente comunitaria (entrevista a una persona mayor o consulta a una persona conocedora del tema en tu región).
- Toma nota de los datos numéricos clave: 260, 365, 13, 20, 18, 5 (los cinco días nemontemi).
- Verifica una factorización clave: $260 = 2^2 \cdot 5 \cdot 13$ y $365 = 5 \cdot 73$.

¡Ideas en movimiento!

Pasar de los datos al modelo es traducir la cosmovisión en números y viceversa.

- Calcula el MCM(260, 365) usando la factorización en primos. Verifica que el resultado sea 18 980.
- Convierte ese resultado a años solares: $18\,980 \div 365 = 52$ años.
- Conversa con tu equipo: ¿qué otras culturas tienen ciclos de 52 años o de múltiplos de 52? ¿Qué significan?
- Discute: ¿Por qué este ciclo era una fiesta y no un susto? ¿Qué relación tenía con la renovación del fuego?

¡Uno las piezas!

La infografía debe ser un puente entre la cosmovisión y la aritmética: ambas dimensiones merecen el mismo cuidado.

- Diseña en hoja tamaño tabloide o cartulina una infografía con dos engranajes circulares concéntricos: el menor con 260 dientes (Tzolkin) y el mayor con 365 dientes (Haab). Pueden representarse de manera estilizada (no es necesario dibujar 365 dientes, basta con sugerirlos). Nota de flexibilidad: En contextos con tiempo limitado, la infografía puede realizarse como trabajo de la semana. La exposición oral puede hacerse en parejas. Lo esencial es calcular el MCM(260,365) y comprender su significado cultural.
- Indica con flechas curvas el sentido de giro y, en el centro, el resultado del MCM: 18 980 días = 52 años = un Xiuhmolpilli.
- Incluye una franja inferior con la factorización: $260 = 2^2 \cdot 5 \cdot 13$; $365 = 5 \cdot 73$; $\text{MCM} = 2^2 \cdot 5 \cdot 13 \cdot 73 = 18\,980$.
- Añade una cita o reflexión de una persona mayor de tu comunidad sobre cómo entiende el tiempo: la matemática se enriquece con la voz humana.
- Cita las dos fuentes consultadas con un modelo de citación uniforme (autor, año, título, editorial).

¡Es hora de mostrar!

La infografía no es para guardarla en un cajón: es para compartirla con tu comunidad y abrir conversación.

- Monta tu infografía en un lugar visible del centro educativo o en tu casa. Si es posible, organicen una pequeña exposición temporal con todas las del grupo.
- Prepara una explicación breve, de no más de tres minutos, en la que cuentes a una persona que no sepa nada del tema cómo se calcula el Xiuhmolpilli y por qué te resultó significativo.
- Invita a quienes visiten la exposición a escribir una palabra que asocie con la idea de tiempo: arma una pequeña «nube de palabras comunitaria».
- Recoge una fotografía de tu infografía y de la persona entrevistada como evidencia final.

¿Cómo fue mi camino?

La metacognición es una brújula. Responde por escrito y luego, si es posible, en voz alta a alguien de tu confianza.

- ¿Qué nueva relación entre las matemáticas y la cosmovisión descubrí?
- ¿Qué decisiones de diseño tomé y por qué?
- ¿Qué haría diferente si tuviera que rehacer mi infografía?

Evalúo el proceso

La calidad cultural y la matemática pesan por igual. Con apoyo de la siguiente rúbrica valora tus saberes.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Precisión matemática	Calcula correctamente el MCM, lo verifica y lo expresa en años.	Calcula correctamente con omisión menor.	Comete un error en algún paso.	Resultado incorrecto o no presentado.
Contextualización cultural	Integra, con respeto, datos del calendario mesoamericano y de su cosmovisión.	Integra datos sin profundizar en la cosmovisión.	Menciona el calendario sin integración cultural.	Omite o malinterpreta el contexto.
Diseño de la infografía	Clara, ordenada, con engranajes proporcionados, leyenda y color con propósito.	Clara, con pocos errores de diseño.	Comprensible con errores notorios.	Difícil de leer o incompleta.
Fuentes y citas	Cita de fuentes con formato uniforme y suma testimonio comunitario.	Cita una fuente con formato.	Cita sin formato apropiado.	No cita fuentes.

Tu reto de hoy

Encuentra un ejemplo de MCM en la naturaleza. Pista: el ciclo de vida de las cigarras de Norteamérica ocurre cada 13 o 17 años, números primos que dificultan que un depredador sincronice su ciclo con el suyo. Investiga otro caso similar y compártelo con tu grupo.

Recomendaciones

Conserva una tabla con los primeros 50 primos: te servirá durante el resto del semestre. Practica al menos una factorización de un número primo cada semana, incluso fuera del aula. Explica en voz alta el MCD y el MCM a una persona de tu familia. Enseñar es aprender dos veces.



¿Cómo estuvo la ruta?

Lo que ayer parecían números aburridos hoy son estructuras con vida: los números primos son a los naturales como los átomos a la materia; las fracciones pueden entenderse como un lenguaje de proporciones; y los calendarios son estructuras matemáticas culturales. Has caminado de la aritmética escolar a la aritmética de tu comunidad. Ese es el salto más importante de esta lección.

La siguiente lección cambiará el objeto de tus cálculos: dejarás los números puros y entrarás a la materia. Vas a comprender cómo se organizan las sustancias, cómo se separan las mezclas y por qué el agua del mar, el aire que respiras y el café de la mañana obedecen a reglas químicas que también se miden con números.

Referencias

- Aboites, V. (2005). *Matemáticas para todos: teoría de los números*. Siglo XXI, La ciencia desde México.
- Aveni, A. F. (2005). *Observadores del cielo en el México antiguo*. FCE, Antropología.
- Broda, J. y Iwaniszewski, S. (coords.) (1991). *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*. UNAM-IIH.
- Córdoba, A. (2015). *La hipótesis de Riemann*. RBA, El mundo es matemático.
- Du Sautoy, M. (2007). *La música de los números primos: el enigma de una mente matemática*. Acantilado.
- García.Cruz, L. M. (1995). *Solución numérica de la ecuación de transporte neutrónico en geometría x-y usando un método DSA nodal* [tesis de maestría]. Instituto Politécnico Nacional.
- Euclides (1991-1996). *Elementos*. 3 vols. Traducción y notas de M. L. Puertas Castaños. Gredos.
- Hardy, G. H., y Wright, E. M. (2008). *An Introduction to the Theory of Numbers*. 6.^a ed. Oxford University Press.
- Ley-Koo, E. (1993). *El electromagnetismo de Maxwell*. UNAM, Temas Selectos de Física.
- Lozano Mejía, J. M. (1995). *¿Qué es la física?* FCE, La Ciencia para Todos 16.
- Rincón, L. (2011). *Una introducción a la probabilidad y la estadística*. UNAM-FC.
- Rojas Garciduñas, A. (coord.) (2008). *Astronomía mesoamericana*. UNAM-IIA.
- SEP (2023). *Programa sintético del Campo de Formación en Pensamiento Matemático*. Educación Media Superior. Secretaría de Educación Pública.
- Struik, D. J. (1987). *A Concise History of Mathematics*. 4.^a ed. Nueva York: Dover.
- Tahan, M. (1996). *El hombre que calculaba*. Limusa.



Mi ruta de aprendizaje



(Imagen de referencia). *Portada*. Infografía que muestra una serie de matraces y vasos transparentes con muestras de agua, sal y aceite, y una fila de hojas de col morada en gradiente de color.

Sustancias y mezclas en el entorno

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

Esta lección te dará herramientas para que nunca vuelvas a mirar una bebida, una roca o el aire de la misma manera. A lo largo de las próximas páginas:

- Distinguirás sustancias puras (elementos y compuestos) de mezclas (homogéneas y heterogéneas).
- Aplicarás métodos físicos de separación de mezclas con criterio y seguridad.
- Calcularás las concentraciones porcentuales en masa y en volumen.
- Interpretarás la escala de pH y su relación con la vida cotidiana.
- Comunicarás tus hallazgos con rigor y calidez.

Actividades de la lección <i>Sustancias y mezclas en el entorno</i>				
Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s) / Producto(s)	Herramientas de evaluación
Mi mirada química inicial	Identifica la diferencia entre elemento y compuesto	Cuaderno, lapicero, pluma	Ficha: Lo que sé y lo que pregunto	Autoevaluación
Clasifico lo que toco	Clasifica diez materiales cotidianos.	Muestras reales o fotos, cuaderno	Tabla con justificación	Rúbrica
Separo mi mezcla	Aplica un método físico de separación.	Agua, sal, arena, filtro	Bitácora con observaciones	Rúbrica
Concentración en casa	Calcula concentración porcentual.	Balanza, vasos, calculadora	Informe breve con datos	Rúbrica
pH del entorno	Mide el pH con indicadores naturales.	Col morada, vinagre, bicarbonato	Infografía con escala de pH	Rúbrica



¿Qué saberes traigo conmigo

Actividad. Mi mirada química inicial

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Antes de mirar la materia con lentes nuevos, recordemos qué imaginamos hoy.

- ¿Qué diferencia imaginas entre un elemento y un compuesto?
- Si mezclas aceite y agua, ¿qué ocurre? ¿Por qué?
- ¿Cómo separarías la sal de la arena si ambas estuvieran mezcladas?
- El limón y el bicarbonato se combinan y forman burbujas. ¿Por qué crees que ocurre?
- En tu casa, ¿qué sustancia se usa para neutralizar la acidez estomacal?

¡Ideas en movimiento!

Comparte tus respuestas en pareja y subraya las dudas que comparten.

¡Uno las piezas!

Construye una ficha titulada «Lo que sé y lo que pregunto» con dos columnas.

¡Es hora de mostrar!

Pega tu ficha en el muro del aula. Al cierre de la lección revisarán cuántas dudas se resolvieron.

¿Cómo fue mi camino?

¿Cuál de mis hipótesis iniciales me sorprendió más a mí misma o a mí mismo?

Evalúo el proceso

Autoevaluación cualitativa: marca tu nivel inicial y vuelve a marcarlo al cierre de la lección.

Recordatorio

La materia cambia, pero sus átomos no desaparecen: «nada se crea, nada se destruye, todo se transforma» (Lavoisier). Una mezcla no es una fusión química: sus componentes conservan sus propiedades.



Punto de encuentro

¿De qué están hechos realmente el agua que bebemos, el aire que respiramos y la tierra que pisamos?

¿Qué es realmente la materia?

La materia nos rodea con tal familiaridad que olvidamos mirarla con asombro. Leopoldo García-Colín Scherer, maestro de varias generaciones de físicos mexicanos, recordaba a sus estudiantes: antes de explicar, observa; antes de juzgar, huele, toca, pesa. Esta lección te invita a hacer justamente eso con las sustancias y mezclas que componen tu entorno. Al finalizar, sabrás distinguir lo puro de lo mezclado, lo homogéneo de lo heterogéneo y cuantificar con precisión la composición de las cosas. Esa misma mirada guía a la física Luz María García-Cruz, quien estudia cómo la estructura electrónica de metales como el vanadio o el rodio explica las propiedades de las sustancias.

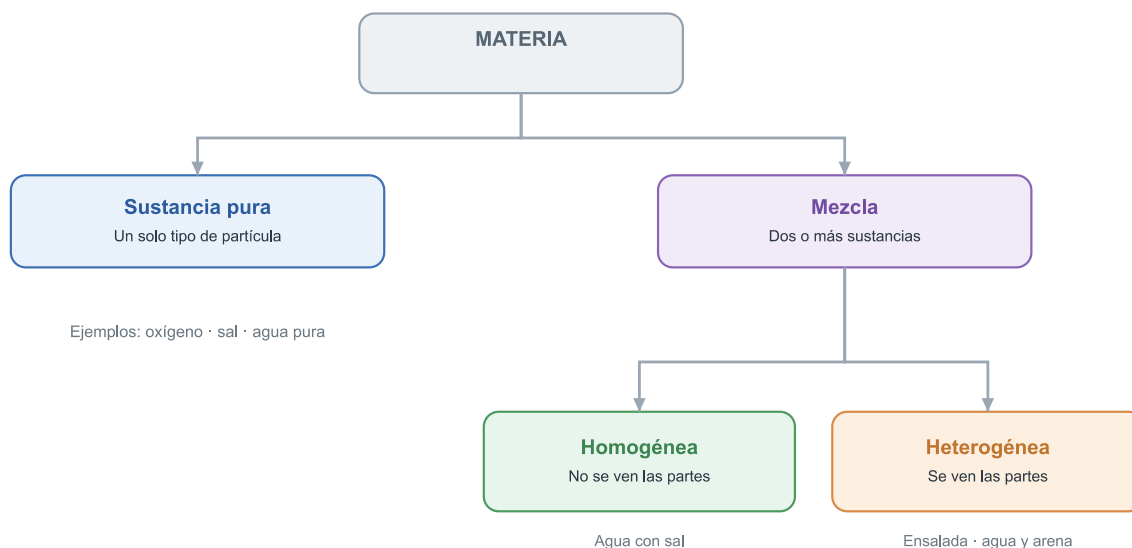


Imagen 1. Clasificación de mezclas: homogéneas (solución) vs. heterogéneas (suspensión, coloide), con ejemplos de la cocina TBC.

Sustancias puras: elementos y compuestos

Una sustancia pura está formada por un solo tipo de componente. Si ese componente es un elemento químico (oro, oxígeno, hidrógeno), la sustancia es un elemento. Si está formada por dos o más elementos unidos en proporciones fijas (agua H_2O , sal NaCl , dióxido de carbono CO_2), es un compuesto.

La diferencia no es sutil: los elementos no pueden descomponerse en sustancias más simples mediante procesos químicos, mientras que los compuestos, sí. El agua, por ejemplo, puede separarse en hidrógeno y oxígeno mediante electrólisis.

Biografía

Antoine Lavoisier (1743-1794), químico francés, es considerado el padre de la química moderna. Demostró mediante experimentos precisos que la masa se conserva en las reacciones químicas. Su *Traité élémentaire de chimie* (1789) ordenó el pensamiento químico y permitió hablar por primera vez con rigor de los elementos, los compuestos y las reacciones. En México, Mario Molina seguiría esa misma tradición de precisión cuantitativa para desentrañar la química atmosférica.

Nunca pruebes No llevar sustancias a la boca, aunque parezcan inofensivas	Protege tus manos Usa guantes o bolsas de plástico al manipular ácidos o bases	Ventila el espacio Trabaja junto a una ventana abierta o al aire libre
Etiqueta todo Cada recipiente con nombre, fecha y contenido	Desecha bien Neutraliza ácidos y bases antes de tirarlos al drenaje	Reporta derrames Avisa al docente y limpia con cuidado

Imagen 2. Protocolo de seguridad en laboratorio TBC: 4 reglas básicas y equivalencias domésticas para medición sin instrumentos de precisión.

Mezclas: homogéneas y heterogéneas

Cuando dos o más sustancias se juntan sin reaccionar químicamente, tenemos una mezcla. Si los componentes son indistinguibles a simple vista, la mezcla es homogénea (como el aire, el agua de mar o el agua con azúcar). Si se distinguen las fases, es heterogénea (una ensalada, granito, arena con clavos).

Las mezclas homogéneas también se llaman disoluciones. En toda disolución identificamos el soluto (lo que se disuelve) y el disolvente (lo que disuelve,

generalmente en mayor cantidad). El agua es el disolvente universal por excelencia y, por eso, sostiene la vida.

Métodos físicos de separación

Como las mezclas no implican reacciones químicas, pueden separarse mediante métodos físicos. Algunos de los más comunes son la decantación, que aprovecha la diferencia de densidades; la filtración, que separa un sólido no disuelto de un líquido mediante un filtro; la evaporación, que elimina el disolvente para recuperar el soluto; la destilación, que separa líquidos con distinto punto de ebullición y resulta fundamental en la producción de mezcal y en la purificación del agua; la cromatografía, que separa pigmentos o moléculas según cuánto interactúan con un medio; y la tamización y la centrifugación, que aprovechan tamaño y densidad para separar granos o partículas.

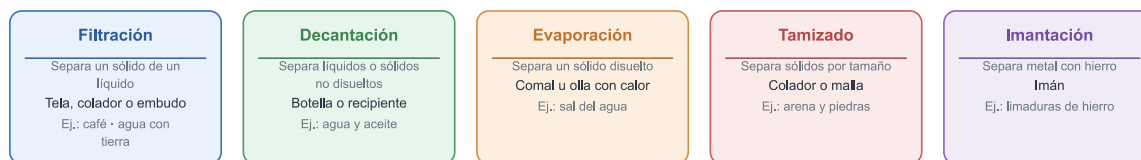


Imagen 3. Métodos de separación de mezclas con materiales TBC: filtración, decantación, evaporación y tamizado.

Glosario

Compuestos químicos: sustancias puras formadas por la unión de dos o más elementos químicos; pueden descomponerse en otras más sencillas y están constituidas por moléculas iguales.

Elementos químicos: sustancias puras que no pueden descomponerse en otras más sencillas y están constituidos por átomos iguales.

Disolución: mezcla homogénea de soluto y disolvente.

Concentración: cantidad de soluto por unidad de disolución.

pH: medida de la acidez o basicidad de una disolución acuosa.

Concentración porcentual

Cuantificar una mezcla consiste en determinar cuánto de cada componente contiene. La concentración porcentual en masa (% m/m) se define como $\% \text{ m/m} = (\text{masa del soluto} / \text{masa total de la disolución}) \times 100$. La concentración porcentual en volumen (% v/v), muy utilizada con alcoholes, se define como $\% \text{ v/v} = (\text{volumen del soluto} / \text{volumen total}) \times 100$.

Por ejemplo, si disuelves 15 g de azúcar en 85 g de agua, la concentración es $15 / (15 + 85) \times 100 = 15 \% \text{ m/m}$. Una bebida con 40 mL de alcohol por cada 100 mL totales tiene un contenido alcohólico de 40 % v/v.

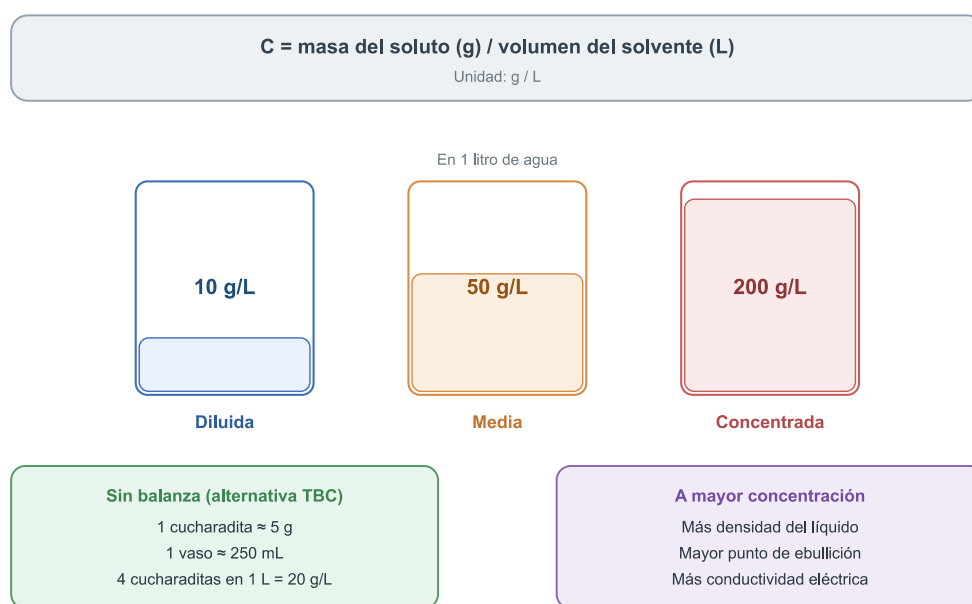


Imagen 4. Concentración de soluciones: $\text{masa soluto} / \text{volumen solvente}$. Sin balanza: 1 cucharadita = 5 g, 1 vaso = 250 mL.

¿Sabías que... la col morada contiene antocianinas, pigmentos que cambian de color según el pH? Esto permite construir un indicador casero: rojo en medio ácido, morado en medio neutro y verde en medio básico. La cocina mexicana usa, sin saberlo, esta química cuando el guacamole se torna café al oxidarse o cuando el chile va cambiando de color en el fuego.

La escala de pH

Muchas sustancias del entorno son ácidas o básicas. El pH es una escala numérica que mide la acidez o basicidad de una disolución acuosa: va de 0 a 14. Valores menores que 7 indican acidez; valores mayores que 7, basicidad; 7 es neutro. El ácido estomacal

tiene pH cercano a 1; el vinagre, 3; el café, 5; el agua pura, 7; el bicarbonato, 9; el amoníaco, 11. Conocer el pH es clave para cuidar la salud, la agricultura y el medio ambiente. Un suelo muy ácido necesita encalarse; un agua muy básica no es apta para ciertos cultivos.

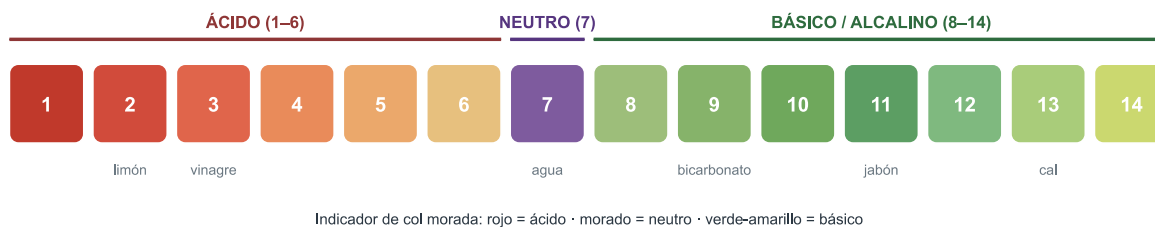


Imagen 5. Escala de pH con indicador de color morada: rojo=ácido (pH 1-6), morado=neutro (pH 7), verde/amarillo=básico (pH 8-14).



Actividad. Clasifico lo que toco

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

La química empieza por la mirada. Antes de hablar de fórmulas y tablas, vas a aprender a observar la materia con calma y curiosidad. Esta primera fase te invita a montar tu propia estación de observación con materiales sencillos de tu casa o de tu comunidad.

- Reúne diez muestras de tu entorno: agua de la llave, sal, café molido, refresco, leche, arena, tierra de jardín, aire (en un frasco con tapa), aceite y, si está disponible y es seguro manejarlo en casa, una pequeña muestra de mezcal.
- Coloca cada muestra en un frasco transparente o sobre un pañuelo claro. Etiqueta cada una con su nombre, fecha de recolección y procedencia.
- Observa cada muestra con todos los sentidos disponibles (vista, tacto, olfato; el gusto, solo si es seguro). Anota el color, la textura, el olor, la transparencia y, si lo notas, la presencia o ausencia de fases visibles.
- Para cada muestra, formula una primera hipótesis de clasificación: ¿elemento, compuesto, mezcla homogénea o mezcla heterogénea? No te preocupes por equivocarte: la observación es el primer paso de la ciencia.

¡Ideas en movimiento!

Ya tienes tus observaciones. Toca ponerlas en diálogo con la teoría y otras miradas para afinar la clasificación.

- Construye una tabla con cinco columnas: muestra, observación, clasificación inicial, criterio aplicado y dudas pendientes.
- Comparte tu tabla con dos compañeras o dos compañeros. Identifiquen las muestras en las que coinciden y las que difieren. Conversen sobre las razones.
- Relean en voz alta las secciones «Sustancias puras: elementos y compuestos» y «Mezclas: homogéneas y heterogéneas». Subrayen una frase que aclare alguna duda.

- Discutan: ¿El aire es un elemento, un compuesto o una mezcla? ¿Y la leche? Justifiquen con un argumento basado en la teoría.

¡Uno las piezas!

Consolida tu trabajo en una versión final pulida. Esta tabla será la primera evidencia de tu portafolio de la lección 9.

- Pasa en limpio tu tabla con las columnas: muestra, clasificación final, argumento (de dos a tres líneas) y, si corresponde, fórmula química o composición aproximada.
- Acompaña la tabla con un pequeño *collage* de fotografías o dibujos a color de las diez muestras.
- Escribe al pie un párrafo de cinco líneas con el título «Lo que aprendí al clasificar mi entorno».

¡Es hora de mostrar!

Comparte tu tabla con tu grupo o tu familia. La clasificación es una herramienta poderosa que cualquier persona puede aprender.

- Presenta tu tabla a tu equipo en menos de 3 minutos. Destaca dos sorpresas: una clasificación que te costó trabajo y una observación inesperada.
- Lleva tu tabla a casa y muéstrala a una persona de tu familia. Pregúntale qué clasificación de las diez muestras le sorprendió más.
- Coloca tu tabla en el muro del aula bajo el lema «Mi entorno desde la química».

¿Cómo fue mi camino?

Tres preguntas para mirar tu propio recorrido.

- ¿Qué fue lo más fácil de clasificar y por qué?
- ¿Qué muestra exigió más conversación con la teoría?
- ¿Qué quiero seguir investigando sobre la composición de la materia?

Evalúo el proceso

Aplica la rúbrica de seis criterios. Marca con una palomita los cumplidos y con una interrogación los pendientes:

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Número de muestras	Clasifica las 10 muestras solicitadas con datos completos.	Clasifica entre 8 y 9 muestras.	Clasifica entre 6 y 7 muestras.	Clasifica menos de 6 muestras.
Precisión en la clasificación	Las 10 clasificaciones son correctas.	Entre 7 y 9 son correctas.	Entre 5 y 6 son correctas.	Menos de 5 son correctas.
Argumentación	Argumenta cada caso con un criterio teórico explícito.	La mayoría argumenta con criterio teórico.	Argumenta de manera general.	No argumenta.
Observación rigurosa	Registra al menos cuatro observaciones por muestra.	Registra entre tres y cuatro observaciones.	Registra observaciones generales.	No registra observaciones.
Presentación	Tabla clara, ordenada y con apoyo visual.	Tabla clara con detalles desordenados.	Tabla legible pero confusa.	Tabla difícil de leer.
Reflexión final	Texto final con dos hallazgos personales bien fundamentados.	Texto con un hallazgo claro.	Texto general sin hallazgos.	Sin texto final.



Actividad. Separo mi mezcla

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Las mezclas no son un destino: pueden separarse mediante métodos físicos. Esta fase te invita a planear con cuidado un experimento sencillo y seguro: separar el agua, la sal y la arena.

- Reúne con anticipación: 200 mL de agua, una cucharada cafetera de sal, una cucharada cafetera de arena, dos vasos transparentes, un colador o filtro de papel, una cuchara, un recipiente metálico para evaporar y, si es posible, una balanza o báscula.
- Plantea por escrito tu hipótesis: ¿en qué orden separarás los componentes? ¿Qué método aplicarás en cada paso?
- Diseña una bitácora con cuatro columnas: paso, descripción, observación y pérdida estimada.
- Repasa las normas de seguridad: no calientes el recipiente sin supervisión de un adulto; usa guantes si vas a manejar agua caliente; trabaja en un espacio bien ventilado.

¡Ideas en movimiento!

Ejecuta el procedimiento con calma y registra todo lo que observas. La ciencia no es solo el resultado: es la bitácora del camino.

- Mezcla los tres componentes en un vaso. Agita con la cuchara y observa qué se disuelve y qué no.
- Filtra la mezcla con el colador o con el filtro de papel. Recupera la arena que queda en el filtro y déjala secar al sol.
- Vierte el líquido filtrado en el recipiente metálico y, bajo supervisión, evapora el agua para recuperar la sal.

Cada vez que termines un paso, anota tus observaciones, dibuja un pequeño esquema y registra el tiempo aproximado.

¡Uno las piezas!

Llegó el momento de cuantificar y consolidar tus hallazgos.

- Pesa o estima, por volumen, lo recuperado de cada componente.
- Calcula el porcentaje de recuperación: $(\text{masa final} / \text{masa inicial}) \times 100$ para la arena y la sal.
- Redacta una conclusión de seis líneas que responda a las siguientes preguntas: ¿qué porcentaje recuperaste?, ¿a qué atribuyes la pérdida?, ¿qué método mejorarías y cómo?
- Acompaña la conclusión con un esquema final del procedimiento, paso a paso.

¡Es hora de mostrar!

Tu experimento gana en valor cuando se comparte con la mirada crítica de otros.

- Presenta tu bitácora al equipo. Conversen sobre las pérdidas y propongan juntos una versión mejorada del procedimiento.
- Pega un fotomontaje del experimento en el muro del aula con el título «Lo separado y lo aprendido».
- Si tu centro educativo cuenta con un laboratorio, pide que el equipo docente aproveche tu bitácora como insumo para una práctica colectiva.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué método me resultó más eficiente y por qué?
- ¿Qué observación inesperada surgió durante el experimento?
- ¿Qué medida de seguridad incorporé que antes no había tenido en cuenta?

Evalúo el proceso

Evalúa con la siguiente rúbrica analítica tu bitácora y tu procedimiento:

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Diseño del procedimiento	Procedimiento secuencial, justificado y seguro.	Procedimiento claro con leves omisiones.	Procedimiento comprensible pero desordenado.	Procedimiento incompleto.
Bitácora de observaciones	Bitácora rica en observaciones, esquemas y tiempos.	Bitácora con observaciones suficientes.	Bitácora con observaciones generales.	Bitácora pobre o ausente.
Cálculo de recuperación	Calcula correctamente el porcentaje y lo interpreta.	Calcula el porcentaje sin interpretación.	Calcula con un error menor.	No calcula o calcula con errores graves.



Actividad. Concentración en casa

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Cuantificar es respetar la materia. Vas a preparar dos disoluciones de sal en agua y calcular su concentración con precisión.

- Reúne: una balanza o báscula doméstica (idealmente con una precisión de 1 g), sal de mesa, agua, dos vasos, una cuchara y una calculadora.
- Diseña una hoja de registro con tres bloques: hipótesis, datos experimentales, cálculos.
- Plantea por escrito qué esperas: ¿una disolución con más sal sabrá «más salada»? ¿cómo se relaciona la concentración con el sabor?

¡Ideas en movimiento!

Convierte la cocina en un laboratorio. Mide con cuidado y anota todo.

- Pesa 10 g de sal y disuélvela en 90 g de agua. Anota: masa del soluto, masa del disolvente y masa total.
- Calcula la concentración % m/m: $(10 / 100) \times 100 = 10 \%$.
- Pesa 5 g de sal y disuélvela en 95 g de agua. Calcula la nueva concentración.
- Si te resulta seguro, prueba ambas disoluciones con la punta de la lengua y registra tu impresión: ¿el paladar percibe la diferencia? ¿Cómo lo describirías con palabras?

¡Uno las piezas!

- Elabora un informe breve con tres secciones: hipótesis inicial, datos y cálculos, conclusión sensorial y matemática.
- Incluye una pequeña gráfica de barras que compare ambas concentraciones.

- Añade una reflexión: ¿qué relación existe entre la concentración matemática y la percepción del paladar? ¿Hasta qué punto el cuerpo es un instrumento de medida?

¡Es hora de mostrar!

- Presenta tu informe a tu equipo y compara los datos. ¿Coinciden las percepciones sensoriales con las concentraciones matemáticas?
- Comparte tu informe con la persona que cocina en casa. Conversen sobre el «punto de sal» y cómo varía según la cantidad de agua.
- Coloca tu informe en el portafolio digital del grupo o en el muro del aula.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué fue lo más sorprendente del experimento?
- ¿Cuál fue mi mayor dificultad y cómo la superé?
- ¿En qué situación cotidiana voy a aplicar lo aprendido sobre concentraciones?

Evalúo el proceso

Evalúa tus conocimientos y habilidades con la siguiente rúbrica analítica:

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Precisión en la medición	Mide con cuidado y registra cifras coherentes.	Mide con leves imprecisiones.	Mide con errores notorios.	No mide adecuadamente.
Aplicación de la fórmula	Aplica correctamente el % m/m y lo interpreta.	Aplica la fórmula con interpretación parcial.	Aplica la fórmula con error.	No aplica la fórmula.
Conclusión integradora	Integra el dato matemático y la percepción sensorial.	Integra parcialmente ambos aspectos.	Solo registra uno de los dos aspectos.	No concluye.



Actividad. pH del entorno

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

La col morada esconde un secreto: sus antocianinas cambian de color según el pH. En esta fase prepararás un indicador casero y reunirás muestras del entorno.

- Reúne hojas de col morada, una olla pequeña, agua, un colador y seis frascos transparentes.
- Reúne las muestras: vinagre, jugo de limón, refresco, agua de la llave, agua con bicarbonato disuelto y jabón líquido diluido en agua.
- Diseña una hoja de registro con seis filas (una por muestra) y tres columnas: muestra, color tras la adición del indicador, pH estimado.
- Recuerda las precauciones: trabaja con supervisión adulta al hervir la col, etiqueta los frascos para no confundirlos con bebidas y no pruebes ninguna muestra.

¡Ideas en movimiento!

Ejecuta el experimento como si fueras química o químico de la comunidad.

- Hierve las hojas de col morada en agua durante 10 minutos y cuela. El líquido violeta es tu indicador.
- Vierte una pequeña cantidad del indicador en cada frasco con muestra y observa el color.
- Compara con la escala: rojo intenso (pH $\approx$ 1-3, ácido fuerte), rosa (pH $\approx$ 4-5, ácido débil), violeta (pH $\approx$ 6-8, neutro), azul-verde (pH $\approx$ 9-11, básico débil), amarillo-verde (pH $\approx$ 12-14, básico fuerte).
- Documenta cada cambio con una fotografía o un dibujo a color.

¡Uno las piezas!

- Diseña una infografía en tamaño carta o tabloide con la escala de pH de 0 a 14, los colores característicos del indicador y la posición de tus seis muestras.
- Incluye en la infografía dos recomendaciones: una para la salud (por ejemplo, el cuidado del pH bucal o estomacal) y otra para el medio ambiente (por ejemplo, el cuidado del pH del agua de tu comunidad).
- Cita las fuentes consultadas y agradece a quienes te apoyaron en el experimento.

¡Es hora de mostrar!

- Pega tu infografía en un lugar visible. Si es posible, organicen una pequeña exposición titulada «El pH a la vista de todas y todos».
- Prepara una explicación de tres minutos en la que cuentes a una persona ajena al curso qué es el pH y por qué importa.
- Recoge dos comentarios escritos del público como evidencia.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué relación entre el pH y mi vida cotidiana descubrí?
- ¿Qué decisión de diseño tomé en la infografía y por qué?
- ¿Qué pregunta sobre el pH dejé abierta?

Evalúo el proceso

Evalúa tus conocimientos y habilidades con la siguiente rúbrica analítica:

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Clasificación de muestras	Ordena correctamente las seis muestras en la escala de pH.	Ordena correctamente cinco muestras.	Ordena correctamente entre tres y cuatro muestras.	Ordena correctamente menos de tres.
Procedimiento experimental	Procedimiento riguroso, seguro y documentado.	Procedimiento claro con omisiones menores.	Procedimiento comprensible pero descuidado.	Procedimiento incompleto.
Calidad de la infografía	Diseño claro, jerarquía visual, color con propósito.	Diseño claro con descuidos menores.	Diseño legible pero confuso.	Diseño desordenado.
Recomendaciones para salud y ambiente	Dos recomendaciones específicas, contextualizadas y respaldadas.	Dos recomendaciones generales.	Una recomendación.	Sin recomendaciones.

Tu reto de hoy

Averigua cuál es la concentración de azúcar en un refresco comercial y compárala con cuántas cucharadas de azúcar representa una lata de 355 mL. La Organización Mundial de la Salud recomienda no exceder los 25 g diarios. ¿Cuántos refrescos puede consumir una persona sin rebasar el límite?

Recomendaciones

Nunca mezcles cloro con vinagre ni con amoníaco: libera gases tóxicos.

Registra tus experimentos en una bitácora con fecha, hipótesis, observación y conclusión.

Reutiliza materiales de reciclaje, como frascos y envases, para tus prácticas químicas en casa.



¿Cómo estuvo la ruta?

Has recorrido un camino que va de clasificar la materia a cuantificarla. Cada vez que lees la etiqueta de una bebida, cada vez que hueles un jabón, cada vez que cuidas el pH de un suelo, podrás interpretar la composición de las sustancias que te rodean con el lenguaje de la química.

Ahora que sabes cuánto hay de cada cosa, vas a estudiar cómo medirla con precisión. La siguiente lección te llevará a las escalas del universo: desde las partículas más pequeñas hasta las galaxias más lejanas, todo se mide con el mismo sistema de unidades.

Referencias

- Atkins, P. W. y Jones, L. (2006). *Principios de química: los caminos del descubrimiento*. 3.^a ed. Médica Panamericana.
- García Cruz, L. M. (2005). *Estructura electrónica de bandas de metales de transición con posible actividad magnética en superficies, películas delgadas e interfaces* [tesis de doctorado]. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Chamizo, J. A. (2009). Historia y filosofía de la química. Siglo XXI-UNAM.
- Chang, R. (2010). *Química*. 10.^a ed. McGraw-Hill.
- García-Colín Scherer, L. (2014). *De la máquina de vapor al cero absoluto (calor y entropía)*. FCE, La Ciencia para Todos 5.
- Garritz, A. y Chamizo, J. A. (2001). *Tú y la química*. Pearson Educación.
- Lavoisier, A. L. (1990). *Tratado elemental de química* [1789]. Traducción, introducción y notas de Ramón Gago Bohórquez. Alfaguara.
- Molina, M. J. y Rowland, F. S. (1974). *Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalyzed destruction of ozone*. *Nature*, 249, 810-812.
- Molina, M. J. (1996). *Polar ozone and climate change*. Nobel Lecture, December 8, 1995. The Nobel Foundation.
- Primo Yúfera, E. (1995). *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria*. Reverté.
- Ruiz de Esparza, R. (coord.) (2019). Mario Molina. *La química, el cambio climático y la salud*. El Colegio Nacional.
- SEP (2023). *Programa sintético del Campo de Formación Saberes y Pensamiento Científico. Educación Media Superior*. Secretaría de Educación Pública.
- Strathern, P. (2014). *El sueño de Mendeléiev: de la alquimia a la química*. Siglo XXI.
- UNESCO (2019). *International Year of the Periodic Table of Chemical Elements: Final Report*. París: UNESCO.



Mi ruta de aprendizaje



Imagen de referencia. *Portada de la lección*. Infografía-portada con una recta horizontal en gradiente azul que recorre los órdenes de magnitud del universo, desde el protón a la izquierda hasta el universo observable a la derecha; cada potencia de diez lleva un icono representativo y una etiqueta con el orden de magnitud, y al pie de imagen aparece el título de la lección sobre una franja azul institucional.

Escala, magnitud y precisión: comprender lo grande, lo pequeño y lo medible

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

Aprenderás a medir el mundo con sentido humano y rigor científico, recorriendo las escalas del cosmos y del laboratorio cotidiano, para que, cuando midas, lo hagas bien.

- Comprenderás las escalas del universo y las notaciones para describirlas.
- Identificarás las siete magnitudes fundamentales del Sistema Internacional.
- Expresarás cantidades muy grandes y muy pequeñas en notación científica.
- Distinguirás entre exactitud, precisión y cifras significativas.
- Realizarás mediciones reales con instrumentos de tu entorno y reportarás la incertidumbre.

Actividades de la lección <i>Escala, magnitud y precisión: comprender lo grande, lo pequeño y lo medible</i>				
Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s) / Producto(s)	Herramientas de evaluación
El universo en mi cuaderno	Representa las escalas del universo con notación científica.	Cuaderno, regla, colores	Mapa de escalas con diez objetos	Rúbrica
Mi pulgar mide	Estima y mide con instrumentos.	Regla, flexómetro, balanza	Tabla con estimaciones y mediciones	Rúbrica
El arte de las cifras	Aplica las cifras significativas y la notación científica.	Lápiz, calculadora, hoja	Problematario resuelto	Rúbrica
Un diario de incertidumbres	Lleva un diario semanal de mediciones.	Termómetro, reloj, balanza, cuaderno	Bitácora con gráfica y reflexión	Rúbrica



Punto de encuentro

¿Cómo se mide lo que no cabe en una regla o lo que escapa al microscopio?

Miguel Alcubierre, físico mexicano conocido en el mundo por su trabajo en relatividad general, suele decir que medir es asignar a la realidad un número y una unidad. Un número solo no dice nada; una unidad sola tampoco. Juntos, cuando están bien elegidos, nos permiten comparar fenómenos tan distintos como el latido de un átomo y la vida de una estrella. Esta lección te invita a caminar, con elegancia y rigor, por las escalas del universo.

La grandeza de la ciencia, escribió Juan Manuel Lozano Mejía, está en aprender a pasar de lo que vemos a lo que podemos medir. Vas a conocer el Sistema Internacional de Unidades, la notación científica, las cifras significativas y la diferencia entre precisión y exactitud. Todo con la finalidad de que cuando tú midas, midas bien.



Imagen 1. *Escala del universo*. Infografía con una recta logarítmica horizontal que va de 10^{-15} m a 10^{26} m. Sobre la recta se distribuyen iconos del protón, átomo, virus, bacteria, hormiga, persona, montaña, Tierra, Sistema Solar, Vía Láctea y universo observable. Cada icono lleva su orden de magnitud y, debajo, una franja que aclara notación científica: lenguaje común para comparar escalas tan distintas (el orden de magnitud es la potencia de 10 más cercana al valor de una cantidad).

Recordatorio

Medir es un acto humilde: siempre hay una pequeña incertidumbre y reconocerla forma parte del rigor. Las unidades no son adornos: son el alma del número medido.



¿Qué saberes traigo conmigo?

El Sistema Internacional de Unidades

El Sistema Internacional (SI) se estableció oficialmente en 1960 y es el lenguaje universal de la ciencia. Está conformado por siete magnitudes fundamentales, cada una con su unidad: metro (m) para la longitud, kilogramo (kg) para la masa, segundo (s) para el tiempo, amperio (A) para la corriente eléctrica, kelvin (K) para la temperatura termodinámica, mol (mol) para la cantidad de sustancia y candela (cd) para la intensidad luminosa.

El resto de las unidades, Newton, Julio, pascal, volt, etcétera son unidades derivadas: se obtienen al combinar las fundamentales. Por ejemplo, un newton (N) es un $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$.

Longitud · metro (m) Regla o cinta métrica Distancias y tamaños	Masa · kilogramo (kg) Báscula o cuchara TBC Cantidad de materia	Tiempo · segundo (s) Reloj o cronómetro Duración de procesos	Temperatura · °C / K Termómetro de cocina Calor en experimentos	Volumen · litro (L) Botella graduada Capacidad de recipientes
---	---	--	---	---

Imagen 2. Sistema Internacional de Unidades (SI): magnitudes físicas con unidades, símbolos e instrumentos de medición accesibles en TBC.

Biografía

Leopoldo García-Colín Scherer (1930-2012), físico y químico mexicano, fue uno de los primeros divulgadores de la termodinámica en América Latina. Insistió en que la ciencia requiere «disciplina, rigor y cariño». Su libro *Y sin embargo se mueven...* es una puerta de entrada al mundo físico. Dedicó su vida a formar generaciones que comprendieran que medir con precisión es un acto profundamente cultural.

Notación científica (este tema se retoma aquí con mayor profundidad, pues ya se introdujo antes)

La notación científica expresa un número como el producto de un coeficiente entre 1 y 10 y de una potencia de 10. Permite manejar con comodidad tanto números muy grandes como muy pequeños. Por ejemplo, la distancia Tierra-Sol es 1.496×10^{11} m; la

masa de un electrón es 9.109×10^{-31} kg; el número de Avogadro es 6.022×10^{23} mol⁻¹; el tamaño aproximado de un virus es 1×10^{-7} m.

Para convertir 0.003240 a notación científica, desplaza el punto decimal hasta obtener un solo dígito distinto de cero a la izquierda: 3.240×10^{-3} . El exponente es negativo porque el número es menor que 1.

Cifras significativas

Las cifras significativas son los dígitos de un número que aportan información real sobre la medición. Reglas rápidas: todos los dígitos distintos de cero son significativos; los ceros entre dígitos significativos también lo son (3.04 tiene tres); los ceros a la izquierda no son significativos (0.0052 tiene dos); los ceros a la derecha después del punto decimal sí lo son (2.500 tiene cuatro).

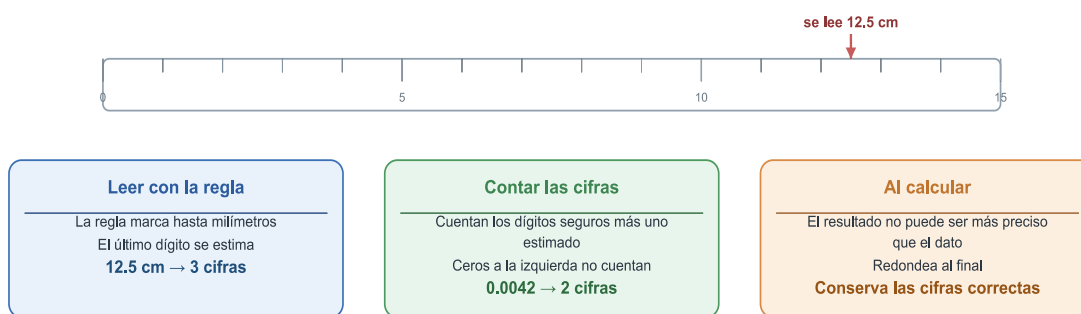


Imagen 3. *Cifras significativas en la lectura de datos.* Infografía con tres viñetas: una regla escolar leyendo 12.5 cm (3 cifras), una probeta graduada leyendo 25.0 mL (3 cifras) y una balanza digital leyendo 0.0345 g (3 cifras). En cada viñeta, las cifras significativas se resaltan en color cobre y los ceros no significativos en gris.

Precisión y exactitud

En una balanza, la exactitud es qué tan cerca está el valor medido del valor real, mientras que la precisión es qué tan cerca están entre sí varias mediciones repetidas. Un tirador puede ser preciso (todas sus flechas muy juntas) sin ser exacto (lejos del centro). O puede ser exacto, pero no preciso (flechas dispersas en torno al centro).



Imagen 4. *Combinaciones de exactitud y precisión.* Infografía con cuatro dianas alineadas: la primera, con flechas dispersas y lejanas del centro (no preciso, no exacto); la segunda, con flechas agrupadas pero alejadas del centro (preciso, no exacto); la tercera, con flechas dispersas alrededor del centro (exacto, no preciso); y la cuarta, con flechas juntas y centradas (preciso y exacto).

Aprende más...

Eugenio Ley-Koo, físico mexicano y maestro universitario, insiste en que «la exactitud nace de la comparación con un estándar; la precisión, de la repetibilidad». Cuando alguien dice que la altura del Pico de Orizaba es de 5 636 m, está mezclando dos ideas: el cero de referencia (nivel del mar) y los instrumentos de medición.

Biografía

Eugenio Ley-Koo es un físico mexicano dedicado al electromagnetismo y a la física matemática. Su trabajo se distingue por resolver problemas con elegancia y por una intensa labor de enseñanza, en la que insiste en comprender la física a partir de la comparación, la medición y el rigor.

Aprende más...

La física mexicana Luz María García Cruz comenzó su carrera calibrando fuentes de Cobalto-60 con dosímetros químicos. Su trabajo recuerda que toda medición rigurosa necesita un estándar, unidades claras y una estimación de la incertidumbre.

Incertidumbre en la medición

Ninguna medición es perfecta. Todo resultado se reporta como *valor $\pm$ incertidumbre*. Si mides la longitud de una mesa con una cinta graduada en milímetros, podrías reportar 1.523 ± 0.001 m. La incertidumbre depende del instrumento, del método y de quien mide. Reconocerla es señal de madurez científica.

¿Sabías que... el metro se definió originalmente en 1793 como la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre de París? Desde 2019 se define como la distancia que recorre la luz en el vacío en $1/299\,792\,458$ de segundo. Así, la unidad de longitud más usada depende de la velocidad de la luz y del reloj atómico: ciencia de frontera en la vida cotidiana.

Glosario

Magnitud: propiedad medible (longitud, tiempo, masa...).

Unidad: referencia estandarizada para medir una magnitud.

Sistema Internacional (SI): conjunto oficial de unidades acordado internacionalmente.

Incertidumbre: rango en el que es probable que se encuentre el valor real.

Cifra significativa: dígito que aporta información fiable al número medido.



Actividad. El universo en mi cuaderno

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Esta lección te pedirá medir muchas veces y mirar a través de las escalas. La primera fase consiste en preparar tu instrumental y construir en tu cuaderno un mapa visual de las escalas del universo: del protón a la galaxia.

- Reúne en una pequeña caja: una regla, un flexómetro, una báscula de cocina si está disponible, un reloj con segundero, lápices de color y tu cuaderno de bitácora.
- En una hoja apaisada, dibuja una recta horizontal con marcas equidistantes desde 10^{-15} m hasta 10^{26} m, una marca por cada potencia de diez.
- Investiga el orden de magnitud aproximado de al menos diez objetos: protón (10^{-15} m), átomo (10^{-10} m), virus (10^{-7} m), bacteria (10^{-6} m), grano de polen (10^{-4} m), hormiga (10^{-3} m), persona (10^0 m), montaña (10^3 m), Tierra (10^7 m), Sistema Solar (10^{13} m), estrella vecina más próxima (10^{16} m), Vía Láctea (10^{21} m), universo observable (10^{26} m).
- Coloca cada objeto en su posición sobre la recta y, junto a su nombre, anota la potencia de diez asociada.

¡Ideas en movimiento!

La lectura colectiva de las escalas amplía la mirada y desafía las intuiciones.

- Comparte tu mapa con dos compañeras o compañeros. Verifiquen que las posiciones de los objetos sean coherentes y discutan: ¿cuántos órdenes de magnitud separan a un átomo de una persona? ¿Y a una persona del universo observable?
- Conversen: ¿qué objeto del entorno cotidiano podrían comparar con un átomo y cuál con una galaxia? Las analogías sirven para fijar las escalas.

- Lean en voz alta el siguiente dato: el universo observable contiene unos 2×10^{12} (dos billones) de galaxias, cada una con miles de millones de estrellas. Reflexionen sobre el silencio que ese número produce.

¡Uno las piezas!

Consolida tu mapa de escalas como una obra didáctica que pueda explicarse a cualquiera.

- Pasa en limpio el mapa con tinta y color, cuidando la jerarquía visual: usa un color para las escalas microscópicas, otro para las cotidianas y otro para las cósmicas.
- Junto a cada objeto, escribe en una sola línea cómo se mide ese tamaño: con regla, con microscopio óptico, con microscopio electrónico, con telescopio terrestre, con interferómetro, con paralaje estelar, con corrimiento al rojo.
- Añade al pie del mapa la leyenda: «Notación científica: lenguaje común que permite comparar lo más pequeño con lo más grande».

¡Es hora de mostrar!

- Presenta tu mapa al grupo en un máximo de 3 minutos. Comienza con el objeto más pequeño que conozcas y termina con el más grande.
- Elige un objeto del mapa y prepara una microexplicación de 60 segundos sobre cómo se mide y por qué su escala te asombra.
- Pega el mapa en el muro del aula bajo el lema «El universo cabe en un cuaderno».

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué escala me costó más imaginar y por qué?
- ¿Qué analogía propia descubrí para explicar una escala?
- ¿Qué pregunta sobre el universo me dejó esta actividad?

Evalúo el proceso

Evalúa tus conocimientos con la siguiente rúbrica.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Cobertura de escalas	Incluye al menos diez objetos en el rango de 10^{-15} a 10^{26} m.	Incluye entre ocho y nueve objetos.	Incluye entre cinco y siete objetos.	Incluye menos de cinco objetos.
Precisión de la notación	Usa correctamente la notación científica con potencias de diez.	Usa la notación con leves descuidados.	Usa la notación con errores notorios.	No usa la notación correctamente.
Calidad del diseño	Mapa claro y limpio, con jerarquía de colores.	Mapa claro con descuidos menores.	Mapa legible pero confuso.	Mapa difícil de leer.
Método de medición	Asocia cada objeto con un instrumento o método de medición coherente.	Asocia la mayoría correctamente.	Asocia algunos correctamente.	No asocia métodos.
Reflexión final	Reflexión personal con dos hallazgos sustantivos.	Reflexión con un hallazgo.	Reflexión general.	Sin reflexión.



Actividad. Mi pulgar mide

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Antes de medir con instrumentos, mide con la intuición. Esta fase te pide estimar y luego comparar con la realidad: una experiencia humilde y reveladora.

- Selecciona cuatro objetos para medir. Por ejemplo, el ancho de tu pulgar, la altura de una puerta, la longitud de tu zapato y la masa de una naranja.
- Estima, sin medir, la magnitud de cada uno y anótala en una tabla con tres columnas: objeto, valor estimado, unidad.
- Reúne los instrumentos: regla con apreciación de milímetros, flexómetro de tres metros, balanza o báscula doméstica.

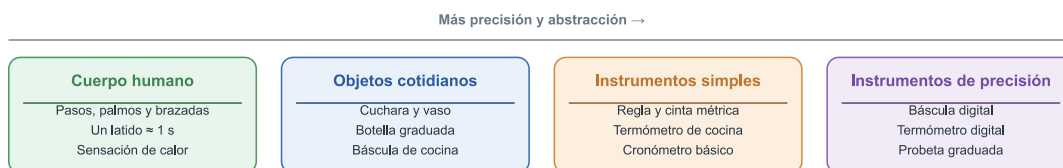


Imagen 5. Progresión concreto-abstracto en medición: 4 niveles desde el cuerpo hasta instrumentos de precisión.
Estrategia TBC multigrado.

Instrumento	Para qué sirve	Alternativa en casa	Nivel
Regla o cinta métrica	Medir longitudes	Cuerda con nudos cada 10 cm	Indispensable
Termómetro de cocina	Medir temperatura (0–100 °C)	Termómetro corporal	Indispensable
Reloj o cronómetro	Medir el tiempo	Celular o reloj de pulso	Indispensable
Báscula de cocina	Medir masa (hasta 1 kg)	Cucharas medidoras	Muy útil
Jeringa o probeta	Medir volumen (mL)	Botella graduada	Muy útil
Indicador de pH	Ver si es ácido o básico	Col morada	Opcional

Imagen 6. Equipo mínimo del TBC, indispensable: regla/cinta métrica, termómetro de cocina y reloj/cronómetro, con alternativas domésticas para cada instrumento.

¡Ideas en movimiento!

- Mide cada objeto con el instrumento adecuado y registra el valor medido en una nueva columna.
- Calcula el error relativo en cada caso: $\text{error relativo} = (|\text{estimado} - \text{medido}| / \text{medido}) \times 100 \%$. El error relativo se calcula como $(|\text{valor estimado} - \text{valor medido}| / \text{valor medido}) \times 100 \%$; conviene presentarlo en el cuerpo del texto, dentro del tema de medición, antes de la actividad.
- Comparte tus resultados con tu equipo. Identifiquen patrones: ¿qué tipo de objeto sobreestimamos? ¿Cuál subestimamos?
- Conversen: ¿qué papel desempeña el cuerpo humano como instrumento de medida? ¿Por qué, históricamente, surgieron unidades como el pie, el codo o la cuarta?

¡Uno las piezas!

- Pasa en limpio tu tabla con cinco columnas: objeto, estimación, valor medido, instrumento utilizado, error relativo.

- Añade un párrafo de seis líneas titulado «Mi cuerpo como instrumento» en el que reflexiones sobre la utilidad y los límites de la estimación corporal.
- Acompaña con un pequeño dibujo a color de los cuatro objetos junto a sus valores.

¡Es hora de mostrar!

- Presenta tu tabla al equipo y compártenos el promedio de los errores relativos del grupo. ¿Quién resultó la persona mejor «calibrada»?
- Comparte el ejercicio con tu familia. Pídeles que estimen la altura de la puerta antes de medirla.
- Coloca tu tabla en el portafolio digital del grupo o en el muro del aula.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿En qué objeto fui más certero o más certera?
- ¿Qué aprendí sobre la fiabilidad de mis estimaciones?
- ¿Cómo cambia mi confianza en una medición al registrar el error relativo?

Evalúo el proceso

Rúbrica analítica:

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Estimación inicial	Estimaciones razonadas con criterio explícito.	Estimaciones razonables sin criterio explícito.	Estimaciones sin sustento.	Sin estimación.
Medición rigurosa	Mide con el instrumento adecuado y registra las unidades.	Mide con leves descuidos.	Mide con errores notorios.	No mide adecuadamente.
Cálculo del error	Calcula y comenta el error relativo de los cuatro objetos.	Calcula los cuatro sin comentario.	Calcula entre dos y tres.	Calcula menos de dos.



Actividad. El arte de las cifras

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Las cifras significativas son la honestidad numérica de la ciencia. Esta fase te invita a practicar las reglas con calma y precisión.

- Repasa las reglas básicas: todos los dígitos distintos de cero son significativos; los ceros entre dígitos significativos también lo son; los ceros a la izquierda no lo son; los ceros a la derecha del punto decimal sí lo son.
- Repasa las reglas operativas: en multiplicación o división, el resultado debe tener tantas cifras significativas como el factor con menos cifras; en suma o resta debe tener tantos decimales como el sumando con menos decimales.
- Prepara una hoja con cuatro secciones: conversión a notación científica, multiplicación con cifras significativas, conversión con prefijos del SI y suma con distinta precisión.

¡Ideas en movimiento!

- Convierte a notación científica: $0.000342 = 3.42 \times 10^{-4}$; $12\,450\,000 = 1.245 \times 10^7$; $0.00000021 = 2.1 \times 10^{-7}$; $6\,020 = 6.020 \times 10^3$. Incluye antes en el texto las equivalencias entre notación científica y prefijos del SI (por ejemplo $10^{-3} = \text{mili}$, $10^3 = \text{kilo}$).
- Calcula con el número correcto de cifras significativas: $3.20 \times 1.1 = 3.5$ (dos cifras significativas, porque 1.1 las tiene).
- Convierte 4 500 m a kilómetros: $4.5 \times 10^3 \text{ m} = 4.5 \text{ km}$. Convierte $3.5 \times 10^{-9} \text{ s}$ a nanosegundos: 3.5 ns.
- Suma $2.45 + 0.123 + 12.7 = 15.273$; el resultado debe expresarse con un solo decimal porque el sumando 12.7 limita la precisión: 15.3.

¡Uno las piezas!

- Resuelve un problemario de diez ejercicios, diseñado por ti o por tu docente, que mezcle los cuatro tipos de operaciones.
- Acompaña cada respuesta con la regla aplicada en una breve nota al margen.
- Redacta un párrafo final titulado «Lo que las cifras me dicen» en el que expliques, con tus palabras, por qué las cifras significativas son una forma de respeto a la realidad medida.

¡Es hora de mostrar!

- Intercambia tu problemario con una compañera o un compañero. Coevalúen con la regla en mano y conversen sobre las dudas comunes.
- Presenta al grupo el ejercicio que más te costó y la regla que finalmente entendiste.
- Coloca tu problemario en el portafolio del grupo como evidencia.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué regla me costó más fijar y cómo la voy a recordar?
- ¿En qué situación cotidiana voy a aplicar las cifras significativas?
- ¿Qué conexión descubro entre las cifras significativas y el valor de la honestidad?

Evalúo el proceso

Evalúa tus conocimientos y habilidades con la siguiente rúbrica analítica.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Conversiones a notación científica	Las cuatro conversiones son correctas.	Tres son correctas.	Dos son correctas.	Menos de dos son correctas.
Operaciones con cifras significativas	Aplica correctamente las reglas de multiplicación y de suma.	Aplica las reglas con un error menor.	Aplica las reglas con errores notorios.	No aplica las reglas.
Conversión con prefijos del SI	Convierte correctamente las dos cantidades.	Convierte una correctamente.	Convierte con error.	No convierte.



Actividad. Un diario de incertidumbres

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Medir de forma sistemática muestra que las magnitudes presentan valores estables dentro de un margen de variación. Esta fase es una invitación a llevar un diario de mediciones durante una semana.

- Diseña en tu cuaderno una bitácora de siete páginas, una por día, con el siguiente formato: fecha, magnitud, instrumento, valor medido, incertidumbre estimada, observación.
- Selecciona tres magnitudes a medir todos los días, por ejemplo: la temperatura ambiente al despertar, el tiempo que tarda el sol en subir desde el horizonte y la masa de un objeto cotidiano (una manzana, un libro).
- Reúne los instrumentos necesarios: termómetro, reloj, balanza.

¡Ideas en movimiento!

- Durante siete días consecutivos, registra las tres mediciones a la misma hora del día.
- Cada día anota la incertidumbre del instrumento (mitad de la apreciación: si el termómetro marca de grado en grado, su incertidumbre es ± 0.5 °C). Definir la incertidumbre de la medición en el desarrollo del tema antes de aplicarla en las actividades.
- Si una medición varía notablemente respecto al día anterior, anota una hipótesis sobre la causa.

¡Uno las piezas!

- Al final de la semana, elabora una gráfica sencilla con una de las mediciones (por ejemplo, la temperatura ambiente diaria), marcando los valores con barras de incertidumbre.
- Calcula el promedio de los siete valores y la desviación máxima respecto al promedio.
- Redacta una página titulada «Lo que aprendí al medir» en la que reflexiones sobre la regularidad, la variabilidad y la honestidad de la medición.

¡Es hora de mostrar!

- Presenta tu diario al equipo. Compartan los promedios y comparen las gráficas.
- Si tu centro educativo organiza una feria o una jornada científica, exhibe tu diario como ejemplo de medición sistemática.
- Compartan una página del diario con su familia y conversen sobre las regularidades observadas.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué regularidad inesperada descubrí?
- ¿En qué medición fue mayor la incertidumbre y por qué?
- ¿Cómo cambia mi mirada sobre la realidad después de una semana midiendo?

Evalúo el proceso

Evalúa tus conocimientos y habilidades con la siguiente rúbrica analítica.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Constancia del registro	Registra las tres magnitudes durante los siete días.	Registra cinco o seis días completos.	Registra entre tres y cuatro días.	Registra menos de tres días.
Manejo de la incertidumbre	Reporta cada medición como valor $\pm$ incertidumbre con coherencia.	Reporta la incertidumbre con leves descuidos.	Reporta la incertidumbre de forma general.	No reporta incertidumbre.
Gráfica y promedio	Gráfica clara con barras de incertidumbre y promedio bien calculado.	Gráfica clara sin barras de incertidumbre.	Gráfica con errores notorios.	Sin gráfica.
Reflexión final	Texto sustantivo con dos hallazgos personales.	Texto con un hallazgo claro.	Texto general.	Sin texto.

Tu reto de hoy

Investiga qué es un metro patrón y dónde se guarda. Ahora que el metro se define a partir de la luz, ¿para qué sirve el patrón físico? Escribe una breve reflexión de cinco líneas.

Recomendaciones

Siempre revisa que las unidades coincidan antes de sumar, restar o sustituir en las fórmulas.

Guarda una tarjeta con los prefijos del SI: giga, mega, kilo, mili, micro, nano, pico.

Cuando conviertas unidades, usa «factores de conversión» como fracciones iguales a 1.



¿Cómo estuvo la ruta?

El universo es vasto, pero cabe en nuestras libretas gracias a la notación científica. Las cosas pequeñas y las enormes hablan el mismo idioma cuando se escriben con cuidado. Has aprendido a medir con humildad y rigor, como sugería García-Colín Scherer.

En la última lección integrarás todo lo aprendido. Descubrirás cómo la ciencia que has estudiado se convierte en una herramienta de transformación comunitaria. Se abre el proyecto final del semestre.

Referencias

- Alcubierre, M. (2009). *Los agujeros negros*. FCE, La Ciencia para Todos 210.
- BIPM (2019). *The International System of Units (SI)*. 9.^a ed. Bureau international des poids et mesures.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., y Sands, M. (1998). *Física*. Volumen I: Mecánica, radiación y calor. Addison-Wesley Iberoamericana.
- García-Colín Scherer, L. (2003). *Y, sin embargo, se mueven... Del mundo cuántico al universo en expansión*. FCE, La Ciencia para Todos 90.
- Halliday, D., Resnick, R., and Walker, J. (2014). *Fundamentos de física*. 10.^a ed. Grupo Editorial Patria.
- García Cruz, L. M. (2021). *Introducción a la física*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Ley-Koo, E. (1993). *El electromagnetismo de Maxwell*. UNAM, Temas Selectos de Física.
- Lozano Mejía, J. M. (1995). *¿Qué es la física?* FCE, La Ciencia para Todos 16.
- Morrison, P. y Morrison, P. (1988). *Potencias de diez: un recorrido por el universo a través de 42 escalas*. Prensa Científica, Scientific American Library.
- NIST (2008). *Guide for the Use of the International System of Units (SI)*. NIST Special Publication 811. National Institute of Standards and Technology.
- SEP (2023). *Programa sintético del Campo de Formación Saberes y Pensamiento Científico*. Educación Media Superior. Secretaría de Educación Pública.
- Serway, R. A. y Jewett, J. W. (2015). *Física para ciencias e ingeniería*. 9.^a ed., vol. 1. Cengage Learning.
- Taylor, J. R. (1997). *An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements*. 2.^a ed. Sausalito: University Science Books.



Mi ruta de aprendizaje



Imagen de referencia. *Portada de la lección*. Infografía-portada con dos manos en primer plano que sostienen una pequeña planta cuyas raíces se transforman en circuitos, fórmulas y ecuaciones, sobre un fondo de paisaje rural mexicano. La franja inferior, en azul, contiene el título de la lección y la leyenda «ciencia que cuida a su pueblo».

Comprender para transformar mi entorno

Nombre del módulo:

Ciencia, tecnología y pensamiento matemático.

Nombre del submódulo:

Materia, pensamiento matemático y tecnología.

¿Para qué?

Este cierre del semestre persigue cinco aprendizajes integradores. Aprenderás a:

- Identificar un problema concreto de tu comunidad que se beneficie del conocimiento científico.
- Integrar los saberes de biología, química, física y matemáticas trabajados durante el semestre.
- Diseñar y ejecutar una propuesta de mejora, pequeña pero real.
- Comunicar los hallazgos con el estilo y la ética de la divulgación científica.
- Consolidar un portafolio físico y digital que dé cuenta de tu proceso de aprendizaje.

Actividades de la lección <i>Comprender para transformar mi entorno</i>				
Nombre de la actividad	Objetivo	Recursos	Evidencia(s) / Producto(s)	Herramientas de evaluación
Diagnóstico comunitario	Detecta un problema local que pueda abordarse desde la ciencia.	Cuaderno, entrevistas, cámara	Diagnóstico escrito y priorizado	Lista de cotejo (5 criterios)
Diseño de la propuesta	Diseña una intervención con base científica.	Cuaderno, mapas, recursos	Ficha de proyecto	Rúbrica analítica (20 puntos)
Ejecución y medición	Implementa la propuesta y medir sus efectos.	Materiales del proyecto, bitácora	Bitácora con datos	Rúbrica analítica (20 puntos)
Carta al futuro y divulgación	Comunica los hallazgos con arte y rigor.	Papel, colores, herramientas digitales	Presentación o infografía	Rúbrica analítica (24 puntos)



¿Qué saberes traigo conmigo?

Actividad. Mi compromiso inicial

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Antes de abrir la última lección, mira al semestre y a tu comunidad.

- ¿Qué problemas de tu comunidad crees que podrían resolverse con la ciencia?
- De todas las lecciones del semestre, ¿cuál te pareció más útil para la vida diaria?
- ¿Qué personaje científico, conocido o cercano, te ha inspirado? ¿Por qué?
- Si tuvieras que explicar una idea compleja a una niña o a un niño pequeño, ¿cómo la explicarías?
- ¿Qué significa para ti la palabra responsabilidad científica?

¡Ideas en movimiento!

Comparte tus respuestas con tu equipo y subraya las ideas comunes y los desacuerdos respetuosos.

¡Uno las piezas!

Construye una ficha personal con dos columnas: «Lo que sé hacer hoy» y «Lo que quiero llegar a hacer al final del semestre».

¡Es hora de mostrar!

Pega tu ficha en el muro del aula. Al cierre del proyecto, la revisarán como evidencia de tu trayectoria.

¿Cómo fue mi camino?

Anota: ¿qué emoción me genera asumir un proyecto comunitario?

Evalúo el proceso

Autoevaluación cualitativa. Marca tu nivel inicial y vuelve a marcarlo al cierre de la lección.



Punto de encuentro

¿Cómo puede el conocimiento científico convertirse en una respuesta amorosa y concreta a los retos de mi comunidad?

Llegamos al último tramo del camino. A lo largo del semestre has conocido sistemas, números, sustancias y escalas. En esta lección aprenderás a tejerlos con un propósito: comprender algo de tu entorno para transformarlo. Miguel Alcubierre dice que la ciencia «no es una torre de marfil, sino una ventana abierta donde entra el viento del pueblo». Esa ventana es la que hoy abrirás en tu propia comunidad.

Biografía

Miguel Alcubierre es un físico mexicano reconocido en el mundo por su trabajo en relatividad general, en especial por un modelo teórico que describe la deformación del espacio-tiempo. Investiga cómo representar con ecuaciones los fenómenos más extremos del universo y dedica buena parte de su labor a comunicar la ciencia con claridad.

Julieta Fierro contaba que, en los años ochenta, las escuelas rurales mexicanas recibían con entusiasmo las visitas de científicas y científicos que llegaban con un telescopio o un microscopio. Aquellas niñas y aquellos niños —hoy médicas, campesinos, maestras— recordaban la emoción de mirar una estrella o una gota de saliva. Esta lección es una invitación a que tú seas esa figura para alguien más: lleva tu ciencia a tu gente. Como ella, la física Luz María García-Cruz ha dedicado décadas a la divulgación mediante la enseñanza, escribiendo libros de texto de física y termodinámica que acercan la ciencia a estudiantes de toda Iberoamérica.

Biografía

Luz María García-Cruz es física y divulgadora mexicana de la ciencia. Investigó el magnetismo y la estructura electrónica de los metales de transición, base de la nanotecnología y los nuevos materiales; su mayor huella está en la enseñanza. Durante décadas escribió libros de texto de física y termodinámica que acercan la ciencia a estudiantes de toda Iberoamérica.



Imagen 1. *Ocho voces de la divulgación científica mexicana*. Infografía con un mosaico de ocho retratos en escala de grises (Julieta Fierro, Mario Molina, Miguel Alcubierre, Marcos Moshinsky, Leopoldo García-Colín Scherer, Eugenio Ley-Koo, Juan Manuel Lozano Mejía y Luz María García Cruz); junto a cada retrato aparece una frase breve y un atributo distintivo de su estilo: poesía, rigor ético, claridad narrativa, elegancia teórica, cariño formativo, disciplina cuantitativa, pedagogía de la física y enseñanza rigurosa.

Recordatorio

Transformar no es imponer, es acompañar. La ciencia comunitaria escucha antes de proponer.

La divulgación científica como encuentro

Divulgar la ciencia no es bajar un saber a un público incapaz: es un encuentro entre personas con saberes distintos. Julieta Fierro habla de compartir el asombro. Mario Molina, desde la química atmosférica, nos enseñó que la ciencia se compromete con la política y la ética. Miguel Alcubierre nos recuerda que es posible hablar de relatividad y agujeros negros con asombro, sin simplificar al punto del error.

Una buena divulgación cumple seis rasgos: es exquisita en el lenguaje, fina en los detalles, coherente con los hechos, actual en las fuentes, innovadora en las formas y puntual en las citas. Estos seis adjetivos son la brújula que guía este libro.

De la comprensión a la transformación

Comprender es el primer paso; transformar, el segundo. El ciclo de indagación comunitaria tiene seis fases: observar, preguntar, explicar, actuar, evaluar y comunicar. Cada fase alimenta a la siguiente y la retroalimenta.

Microproyecto 1: Aislamiento Térmico

¿Qué materiales de uso cotidiano aíslan mejor el calor y ayudan a mantener una bebida fría por más tiempo?

PREGUNTA

¿Cuál de los materiales disponibles en mi comunidad aísla mejor el calor y mantiene una bebida fría por más tiempo?

HIPÓTESIS

Si envuelvo un vaso con materiales como cartón, periódico, hojas secas o aserrín, entonces el que mantendrá la bebida fría por más tiempo será _____ porque _____

MATERIALES (COSTO CERO)

- 5 vasos o botellas de plástico transparentes (iguales)
- Agua
- Hielo
- 5 tipos de materiales para aislar (ejemplos):
 - Cartón corrugado
 - Periódico
 - Hojas secas
 - Aserrín seco
 - Tela de algodón usada
- Cinta adhesiva o hilo
- Termómetro (si no tienes, usa una tira de papel y marca con pluma el nivel del agua como referencia)
- Cronómetro (celular)
- Marcador permanente

PROCEDIMIENTO COMPLETO

- Coloca la misma cantidad de hielo y agua fría en los 5 vasos o botellas.
- Envuelve cada vaso con un material diferente. Asegura con cinta o hilo.
- Deja un vaso sin envolver. Este será tu control.
- Coloca todos los vasos en un lugar fresco y sin sol directo.
- Mide la temperatura del agua (o el nivel de agua si no tienes termómetro) cada 15 minutos durante 1 hora.
- Registra tus datos en la tabla.
- Analiza los resultados y responde: ¿Qué material aisló mejor? ¿Por qué crees que ocurrió?

TABLA DE DATOS

Temperatura del agua (°C) cada 15 minutos

Tiempo (min)	Sin aislante (control)	Materiales de aislamiento				
		Cartón	Periódico	Hojas secas	Aserrín seco	Tela de algodón
0 (inicial)						
15						
30						
45						
60						

NOTA: Si no tienes termómetro, marca con una línea el nivel del agua inicial y mide cuánto baja el nivel de agua en cada tiempo. Menor descenso = mejor aislamiento.

CRITERIO DE ÉXITO

El microproyecto será exitoso si:

- Se mantienen constantes las condiciones del experimento.
- Los datos están completos y ordenados.
- Se identifica y justifica qué material aisló mejor el calor.

ÉXITO: El material que tenga la temperatura más baja (o el menor descenso de nivel de agua) al final del tiempo será el mejor aislante térmico.

Imagen 2. Microproyecto 1: Aislamiento Térmico. Pregunta, hipótesis, materiales (costo cero), procedimiento completo, tabla de datos y criterio de éxito.



Imagen 3. Ciclo de investigación científica escolar TBC: 5 etapas (Pregunta → Hipótesis → Experimento → Análisis → Conclusión/Comunicación) con retroalimentación.

Biografía

El químico mexicano **Mario José Molina** descubrió, junto con F. S. Rowland, que los clorofluorocarbonos (CFC) destruían la capa de ozono. Por este hallazgo recibió el Premio Nobel de Química en 1995. Su trabajo combinó la investigación más rigurosa con la toma de decisiones en política ambiental internacional, y demostró que un químico puede ayudar a proteger el planeta si comunica con claridad y convicción.

Ciencia, cultura y territorio

La ciencia no es ajena a la cultura. Las y los agricultores de Oaxaca saben leer el cielo tanto como un meteorólogo; las parteras tradicionales dominan la anatomía con una sabiduría acumulada. Integrar saberes locales con la ciencia formal enriquece ambas formas de conocimiento. Esto se llama diálogo de saberes y es uno de los principios de la Nueva Escuela Mexicana.

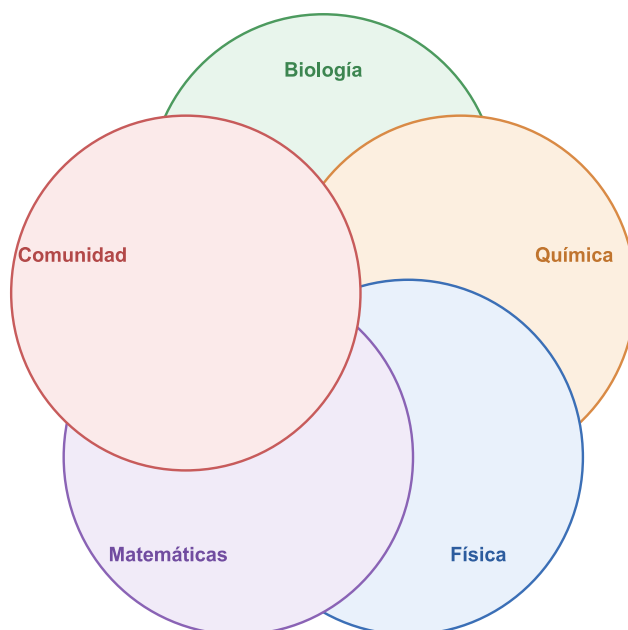


Imagen 4. *Integración de los campos del semestre.* Infografía con cuatro círculos superpuestos en forma de pétalo, cada uno coloreado y rotulado: biología (verde), química (cobre), física (azul) y matemáticas (morado).

El ejemplo del ozono: ciencia que protegió un planeta

El trabajo de Mario Molina mostró que un refrigerante aparentemente inofensivo, los CFC, destruía la capa de ozono estratosférica, que protege a la vida del daño UV solar. Su investigación llevó al Protocolo de Montreal de 1987, un acuerdo internacional que ha permitido recuperar, poco a poco, la capa de ozono. Es uno de los mayores éxitos ambientales de la humanidad.

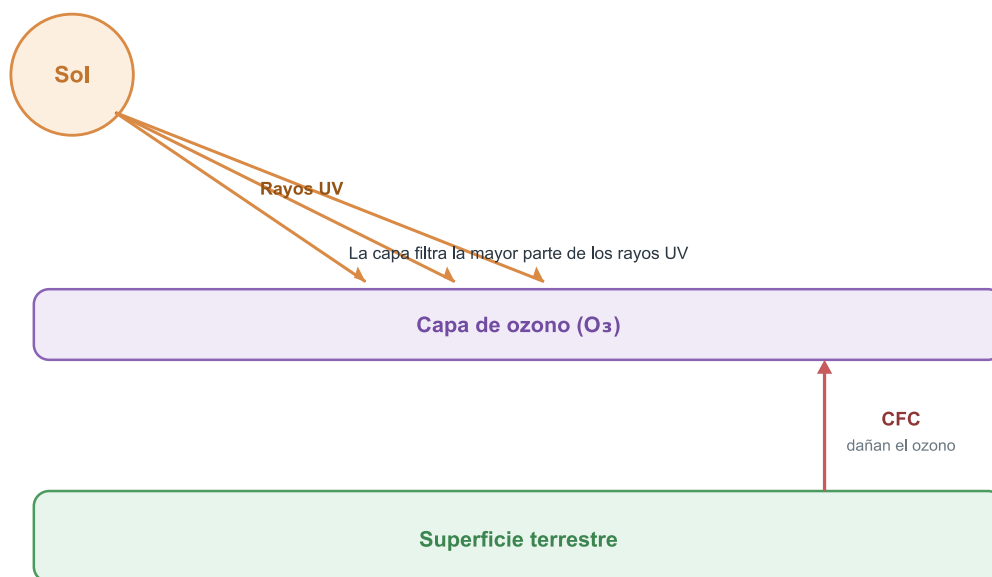


Imagen 5. *La capa de ozono y la transformación planetaria*. Infografía con una sección transversal estilizada de la atmósfera: el sol emite radiación UV (en flechas amarillas) que son detenidas casi por completo por una banda azul que representa la capa de ozono estratosférica. Una segunda escena muestra moléculas de CFC ascendiendo y rompiendo enlaces de ozono, con una placa que sintetiza el aporte de Mario Molina y F. S. Rowland.

Aprende más...

Marcos Moshinsky (1921-2009), físico mexicano pionero en mecánica cuántica, decía: «No hay ciencia sin asombro, ni asombro sin preguntas cuidadosas». Es un recordatorio para tu proyecto final: comienza con una pregunta genuina, no con una solución preempaquetada.

Microproyecto 2: Sombra y Temperatura del Suelo

¿Cómo afecta la sombra de diferentes materiales la temperatura del suelo?

Aprovecha el entorno natural TBC
 Costo cero
 3 días de observación
 Aplicación agrícola directa

PREGUNTA

¿Qué tipo de cobertura (sombra) mantiene más fresca la temperatura del suelo?

Sin sombra (control) Hoja de árbol Cartón Pasto seco (o paja)

HIPÓTESIS

Si cubro el suelo con diferentes materiales, entonces el que esté bajo _____ (hojas/cartón/pasto seco) tendrá una temperatura más baja, porque _____.

MATERIALES (COSTO CERO)

- 4 termómetros (de cocina, ambientales o caseros con alcohol)
- 4 palitos o varillas (para marcar)
- Hojas de árboles (del entorno)
- Cartón reciclado
- Pasto seco o paja
- Cuaderno de registro y lápiz
- Reloj o celular (para la hora)

PROCEDIMIENTO

- Selecciona un lugar con suelo desnudo y que reciba sol directo la mayor parte del día.
- Marca 4 áreas iguales (aprox. 20 cm x 20 cm).
- Deja una sin cobertura (control).
- Cubre cada área con: hojas de árbol, cartón y pasto seco.
- Inserta un termómetro en cada área (a la misma profundidad, 2-3 cm).
- Mide y anota la temperatura 3 veces al día: mañana (8:00 a.m.), mediodía (12:00 p.m.) y tarde (4:00 p.m.) durante 3 días.

TABLA DE DATOS

Registra la temperatura del suelo (°C) en cada condición

Día	Hora	Temperatura del suelo (°C) en cada condición			
		Sin sombra (control)	Hoja de árbol	Cartón	Pasto seco o paja
Día 1	8:00 a.m.				
	12:00 p.m.				
	4:00 p.m.				
Día 2	8:00 a.m.				
	12:00 p.m.				
	4:00 p.m.				
Día 3	8:00 a.m.				
	12:00 p.m.				
	4:00 p.m.				

RECOMENDACIONES

- Usa el mismo tipo de termómetro y colócalo siempre a la misma profundidad.
- No muevas las coberturas durante las mediciones.
- Asegúrate de que todas las áreas reciban sol directo.
- No riegues el suelo durante los 3 días.
- Se constante con los horarios de medición.

OBSERVA Y ANOTA

Además de la temperatura, observa:

- Color del suelo
- Humedad al tacto
- Presencia de insectos o lombrices

CRITERIO DE ÉXITO

El microproyecto será exitoso si:

- Completas las 9 mediciones (3 por día durante 3 días).
- Organizas correctamente tus datos en la tabla.
- Identificas qué cobertura mantuvo el suelo más fresco.
- Explicas por qué esa cobertura ayuda a conservar la humedad y mejora el suelo.

APLICACIÓN AGRÍCOLA DIRECTA

Usar hojas, pasto seco o cartón como cobertura (acolchado) ayuda a mantener el suelo más fresco y húmedo, reduce la evaporación del agua y mejora los cultivos.

Cuidemos el agua y el suelo, sembrando conocimiento para el futuro.
 Sol
 Hojas
 Cartón
 Pasto seco
 Temperatura
 TELEBACHILLERATO COMUNITARIO
 TBC

Imagen 6. *Microproyecto 2: Sombra y Temperatura del Suelo*. Aprovecha el entorno natural TBC, costo cero, 3 días de observación, aplicación agrícola directa.

Microproyecto 3: Tasa de Evaporación

¿Qué tan rápido se evapora el agua en diferentes condiciones?

Relevante para el manejo del agua en comunidades agrícolas.

Cuidemos cada gota, porque el futuro de nuestra comunidad depende del agua.
 Sol
 Sombra
 Viento
 Cubierta
 TELEBACHILLERATO COMUNITARIO
 TBC

PREGUNTA

¿En cuál de estas condiciones se evapora más rápido el agua?

Al sol A la sombra Con viento Cubierta

HIPÓTESIS

Creo que el agua se evaporará más rápido en _____, porque _____.

MATERIALES (COSTO CERO)

- 4 cubetas o recipientes iguales
- Agua
- Regla (en centímetros)
- Marcador permanente
- 1 cuaderno de registro
- Tapas de cartón o tela (para cubrir una cubeta)
- Piedra pequeña (para sujetar la cubierta)

PROCEDIMIENTO

- Coloca la misma cantidad de agua en las 4 cubetas y marca el nivel inicial con el marcador.
- Coloca cada cubeta en la condición indicada:
 - Al sol directo
 - A la sombra
 - Donde haya viento
 - Tapada (cubierta con cartón o tela)
- Mide y anota cada día el nivel del agua a la misma hora.
- Repite la medición durante 5 días.

TABLA DE DATOS

Anota el nivel del agua (en cm) cada día a la misma hora.

Día	Nivel del agua (cm)			
	Al sol	A la sombra	Con viento	Cubierta
Día 0 (inicial)				
Día 1				
Día 2				
Día 3				
Día 4				
Día 5				

RECOMENDACIONES

- Usa recipientes iguales.
- No cambies el lugar de las cubetas.
- Asegúrate de que la marca inicial sea visible y clara.
- Evita mover o inclinar los recipientes.
- Si llueve, protege las cubetas sin cambiar su condición.

OBSERVA CADA DÍA

Además del nivel del agua, observa: temperatura, nubes, viento, humedad, y anota lo que notes.

CRITERIO DE ÉXITO

El microproyecto será exitoso si:

- Registras todos los datos durante 5 días.
- Organizas tus datos en la tabla.
- Identificas en cuál condición se evaporó más y en cuál menos.
- Explicas tus resultados con base en lo observado y lo aprendido.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

Saber cómo se evapora el agua nos ayuda a tomar mejores decisiones en el riego, almacenamiento y cuidado del agua en nuestra comunidad, especialmente en la agricultura.

Imagen 7. *Microproyecto 3: Tasa de Evaporación*. Cubetas, regla y observación diaria; relevante para manejo del agua en comunidades agrícolas.

Seis atributos de una divulgación ejemplar

Para que tu proyecto de cierre sea digno de la mejor tradición mexicana de divulgación, atiende estos seis atributos:

- Exquisito: elige cada palabra con cuidado, como quien teje un sarape.
- Fino: cuida los detalles tipográficos, las gráficas y las citas.
- Coherente: que cada idea se conecte con la anterior y con la siguiente.
- Actual: usa fuentes recientes y reconoce los debates vigentes.
- Innovador: no repitas lo de siempre; sorprende al lector.
- Puntual: cita con el formato acordado y respeta los plazos.

¿Sabías que... Julieta Fierro insistió en que divulgar la ciencia es «traducir al idioma del corazón sin perder la precisión del cerebro»? Escribir con calidez no está reñido con escribir con rigor: es, de hecho, lo más difícil y lo más valioso.

Glosario

Divulgación científica: comunicación de la ciencia al público en general con rigor y claridad.

Diálogo de saberes: diálogo respetuoso entre los conocimientos científicos y los tradicionales.

Proyecto integrador: propuesta de intervención que articula varios campos formativos.

Portafolio: colección organizada de evidencias del proceso de aprendizaje.



Actividad. Diagnóstico comunitario

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

La fase inicial de un proyecto comunitario es de escucha. No se diseña ninguna intervención que no haya sido antes escuchada con respeto, pacientemente, con la presencia entera. Esta fase se construye con la sabiduría que han recogido las parteras tradicionales, los promotores de salud y las maestras rurales: primero, observar; luego, preguntar; después, proponer.

- Forma con tu equipo un grupo de tres a cinco integrantes y acuerda un horario para caminar juntos por la comunidad durante al menos dos sesiones de 90 minutos cada una.
- Lleven un cuaderno, un lápiz, una cámara o un celular y una hoja con seis dimensiones a observar: agua, residuos, salud, energía, alimentación y biodiversidad.
- Entrevisten a tres personas de edades distintas (una niña o un niño, una persona joven y una persona mayor): ¿Qué problemas observan? ¿Desde cuándo? ¿Qué saberes tradicionales conoce sobre el tema?
- Construyan una tabla de problemas con cuatro columnas: problema observado, posible causa, evidencia (fotografía, dato, testimonio) y relevancia comunitaria valorada en alta, media o baja.
- Elijan, por consenso y con criterios explícitos, un problema único para trabajar durante el resto de la lección. Justifiquen la elección en una página.

¡Ideas en movimiento!

Pasar del listado al problema priorizado requiere diálogo, datos y acuerdos.

- Compartan en plenaria su tabla con otro equipo. Identifiquen problemas comunes y diferencias según el barrio, la edad o el género.

- Validen el problema elegido con una persona de autoridad moral en la comunidad: una abuela, un médico tradicional, una maestra, un agente municipal.
- Investiguen rápidamente en una fuente académica reciente qué dice la ciencia sobre ese problema. ¿Hay datos para su región? ¿Existen experiencias similares en otras comunidades?
- Discutan los principios éticos que guiarán el proyecto: respeto, reciprocidad, consentimiento informado, devolución de hallazgos.

¡Uno las piezas!

- Redacten un diagnóstico comunitario escrito de dos páginas con la siguiente estructura: contexto, problema priorizado, evidencias, voces de la comunidad, principios éticos del proyecto, justificación científica.
- Acompañen el diagnóstico con tres fotografías y un mapa sencillo de la comunidad que muestre la ubicación del problema.
- Citen las dos fuentes consultadas en un formato uniforme (autor, año, título, editorial).

¡Es hora de mostrar!

- Compartan el diagnóstico con la persona o las personas entrevistadas. Pídanles que validen si la descripción es justa y completa.
- Presenten el diagnóstico a la dirección del centro educativo y, si es posible, a la asamblea comunitaria.
- Coloquen el diagnóstico en un lugar visible del aula o de la comunidad y abran un buzón para recibir aportaciones.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué problema descubrí al caminar que antes no había visto?
- ¿Qué voz de la comunidad me marcó y por qué?
- ¿Qué principio ético guiará mi participación en el proyecto?

Evalúo el proceso

Evalúa tus conocimientos y habilidades con la siguiente rúbrica.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Cobertura del recorrido	Realizaron al menos dos recorridos completos por la comunidad.	Realizaron un recorrido completo.	Realizaron un recorrido parcial.	No realizaron un recorrido.
Calidad de la entrevista	Entrevistaron a tres personas de distintas edades con preguntas pertinentes.	Entrevistaron a tres personas con preguntas generales.	Entrevistaron a una o dos personas.	No entrevistaron.
Tabla de problemas	Tabla completa con evidencias y valoración.	Tabla con evidencias parciales.	Tabla incompleta.	Sin tabla.
Justificación de la elección	Justifican el problema con criterios explícitos.	Justifican con criterios generales.	Justifican brevemente.	No justifican.
Consideraciones éticas	Definen explícitamente los principios éticos del proyecto.	Mencionan algunos principios.	Mencionan los principios de manera muy general.	No mencionan.



Actividad. Diseño de la propuesta

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Con el problema escuchado y priorizado, llega el momento de diseñar una propuesta científica viable. Una buena propuesta es modesta, factible y rigurosa.

- Reúnan los recursos disponibles: tiempo, materiales, personas aliadas, espacios.
- Definan en una sola oración la pregunta científica que guiará el proyecto. Por ejemplo: ¿cómo reducir en un 20 % los residuos orgánicos del comedor escolar mediante composta?.
- Formulen una hipótesis que pueda comprobarse o refutarse con datos.
- Identifiquen qué saberes de las lecciones del semestre les serán útiles: sistemas (lección 3), números y MCM (lección 8), sustancias y mezclas (lección 9), escalas y mediciones (lección 10).

¡Ideas en movimiento!

- Diseñen una ficha de proyecto con once apartados: nombre, problema, pregunta científica, hipótesis, objetivo general, objetivos específicos, materiales, cronograma, responsables, indicadores de éxito y consideraciones éticas.
- Consulten al menos dos fuentes recientes con el formato de citación elegido (modelo IX.2 sugerido por la SEP) y anótenlas en la ficha.
- Pidan retroalimentación a su docente y a una persona experta de la comunidad antes de ejecutar.

¡Uno las piezas!

- Pasen en limpio la ficha de proyecto cuidando que cada apartado sea claro, breve y comunicable.
- Acompañen la ficha con un cronograma visual (línea de tiempo o calendario) y un esquema del proceso.
- Anexen una página titulada «Articulación curricular» en la que expliquen, en un párrafo, qué saber del semestre aporta a cada paso.

¡Es hora de mostrar!

- Presenten la ficha al docente, a una persona experta y a la asamblea comunitaria. Reciban las observaciones y registren los ajustes acordados.
- Coloquen la ficha en el muro del aula como un contrato pedagógico y comunitario.
- Si es posible, presenten también la ficha a la dirección del centro y a las autoridades municipales.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué decisión de diseño me costó más tomar y por qué?
- ¿Qué de cada lección me hizo sentir mejor preparado o preparada para articular?
- ¿Qué riesgo del proyecto necesitamos prevenir?

Evalúo el proceso

Evalúa tus conocimientos y habilidades con la siguiente rúbrica analítica.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Pregunta e hipótesis	Pregunta clara y verificable, hipótesis bien formulada.	Pregunta clara con hipótesis general.	Preguntas o hipótesis incompletas.	Sin pregunta ni hipótesis.
Articulación curricular	Articula con claridad los saberes de las cuatro lecciones aportantes.	Articula tres lecciones.	Articula dos lecciones.	Articula una sola lección.
Cronograma y recursos	Cronograma realista con recursos identificados.	Cronograma claro con recursos parciales.	Cronograma incompleto.	Sin cronograma.
Citas y fuentes	Cita de fuentes con formato uniforme.	Cita una fuente con formato.	Cita sin formato.	No cita fuentes.



Actividad. Ejecución y medición

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Llegó el momento de poner en marcha la propuesta. Esta fase exige rigor, paciencia y bitácora.

- Reúnan los materiales necesarios y verifiquen que cuentan con los permisos requeridos.
- Diseñen una bitácora con el siguiente formato por día: fecha, acción realizada, mediciones (con unidades del SI), incidentes, fotografías, ajustes.
- Establezcan los indicadores que medirán: porcentaje de mejora, ahorro, reducción de residuos, número de personas alcanzadas.

¡Ideas en movimiento!

- Ejecuten la propuesta durante al menos una semana, con la presencia diaria del equipo.
- Registren las mediciones cada día en la bitácora, usando unidades del SI y la notación científica cuando convenga.
- Calculen, al final de cada día o de cada hito, los porcentajes de avance respecto al objetivo.
- Si algo no funciona, ajusten la hipótesis y documenten el cambio con honestidad: la ciencia avanza también con los errores reconocidos.

¡Uno las piezas!

- Al cierre de la semana, redacten un informe de ejecución de tres páginas con la siguiente estructura: actividades realizadas, mediciones obtenidas, comparación con la hipótesis, ajustes y aprendizajes.

- Incluyan una gráfica con los datos más relevantes (barras o líneas) con título, ejes, unidades y fuente.
- Anexen al informe la bitácora completa y un fotomontaje con tres imágenes representativas del proceso.

¡Es hora de mostrar!

- Compartan el informe con la persona o las personas que validaron el diagnóstico inicial.
- Presenten al grupo, en cinco minutos, los hallazgos más significativos y los retos enfrentados.
- Suban el informe al portafolio digital del grupo o al portafolio físico del centro educativo.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué medición me sorprendió y por qué?
- ¿Qué ajuste tuvimos que hacer y qué nos enseñó?
- ¿Qué saber de las lecciones del semestre se me reveló más útil?

Evalúo el proceso

Evalúa tus conocimientos y habilidades con la siguiente rúbrica analítica.

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Bitácora	Bitácora completa, diaria, con datos, fotos y ajustes.	Bitácora con descuidos menores.	Bitácora incompleta.	Sin bitácora.
Mediciones con unidades SI	Reporta todas las mediciones con las unidades correctas.	La mayoría reporta unidades correctas.	Reporta con errores notorios.	No reporta unidades.
Porcentajes y gráfica	Calcula los porcentajes y presenta una gráfica clara.	Calcula porcentajes con gráfica simple.	Calcula con error.	No calcula ni grafica.
Honestidad y ajustes	Reconoce los errores, ajusta las hipótesis y documenta el cambio.	Reconoce errores sin documentar.	Menciona errores brevemente.	No reconoce errores.



Actividad. Carta al futuro y divulgación

Realiza la siguiente actividad

¿Por dónde empiezo?

Comunicar lo aprendido es devolver a la comunidad lo recibido. Esta fase final integra arte, rigor y esperanza.

- Reúnan los productos de las actividades anteriores: diagnóstico, ficha de proyecto, informe de ejecución, fotografías.
- Lean en grupo los seis atributos de una divulgación ejemplar: exquisita en el lenguaje, fina en los detalles, coherente con los hechos, actual en las fuentes, innovadora en las formas y puntual en las citas.
- Acuerden el formato de divulgación: cartel, infografía, video corto, programa de radio comunitaria, taller infantil, publicación digital.

¡Ideas en movimiento!

- Redacten una carta al futuro (a cinco o diez años) en la que cuenten al lector imaginario el problema, la acción tomada, los aprendizajes y la esperanza. Mínimo dos cuartillas, escritas con cuidado y belleza.
- Diseñen una infografía o un cartel que sintetice el proyecto y cumpla con los seis atributos. Cuiden la jerarquía visual, la cita correcta y la verificación de los datos.
- Si optan por video o radio, elaboren un guion de tres minutos con introducción, datos, voz comunitaria y cierre con un llamado a la acción.

¡Uno las piezas!

- Pasen en limpio la carta al futuro con tipografía clara, márgenes y firma.
- Pasen en limpio la infografía o el cartel, con calidad, para su impresión y difusión digital.

- Construyan un portafolio físico y digital con los cuatro productos de la lección: diagnóstico, ficha, informe y carta/infografía.

¡Es hora de mostrar!

- Organicen una presentación pública en su comunidad, de 3 minutos por persona. Cuiden la mirada, la voz, el respeto al tiempo del público.
- Compartan el portafolio con la dirección del centro educativo y las autoridades comunitarias.
- Recojan dos comentarios escritos por personas del público y guárdenlos como evidencia final del semestre.
- Realicen un ritual de cierre: una foto colectiva, una siembra simbólica, una canción. La ciencia, cuando se vive, también se celebra.



LISTA DE VERIFICACIÓN DEL PROYECTO CIENTÍFICO

Evalúa tu proyecto en cada fase. Marca el nivel que mejor describa tu trabajo.



CRITERIOS (12)	1. PLANIFICACIÓN Antes de experimentar					2. DATOS Durante el experimento					3. ANÁLISIS Después de obtener datos					4. COMUNICACIÓN Para compartir resultados				
	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
1 La pregunta de investigación es clara y relevante.																				
2 La hipótesis responde a la pregunta planteada.																				
3 Los materiales son adecuados, accesibles y costo cero.																				
4 El procedimiento es claro, ordenado y seguro.																				
5 Los datos se registran completos y de forma organizada.																				
6 Las mediciones son precisas y consistentes.																				
7 Los datos se representan en tablas o gráficas adecuadas.																				
8 El análisis identifica patrones y relaciones importantes.																				
9 Las conclusiones responden a la pregunta e hipótesis.																				
10 El informe o presentación es clara y bien estructurada.																				
11 Los recursos visuales (tablas, gráficas, imágenes) son útiles y comprensibles.																				
12 El proyecto muestra impacto o aplicación en la comunidad (o entorno agrícola).																				
	Subtotal (0-36)					Subtotal (0-36)					Subtotal (0-36)					Subtotal (0-36)				

PUNTAJE TOTAL (0-144)

INTERPRETACIÓN DEL DESEMPEÑO

12 = EXCELENTE

Cumple de manera sobresaliente con todos los criterios. Proyecto completo, preciso y con impacto.

9 – 11 = MUY BUENO

Cumple casi todos los criterios con pequeños detalles por mejorar.

6 – 8 = EN DESARROLLO

Cumple con varios criterios, pero necesita mejorar aspectos importantes.

< 6 = REPLANTEAR

Faltan muchos criterios esenciales. Revisa tu proyecto y replantea tu trabajo.

RECOMENDACIONES GENERALES

-  Usa recursos del entorno y cuida el medio ambiente.
-  Trabaja en equipo, con respeto y responsabilidad.
-  Observa, pregunta, registra y reflexiona.
-  Comparte tus resultados para aprender juntos y beneficiar a tu comunidad.

Imagen 8. Lista de verificación del proyecto científico. 12 criterios en 4 fases (Planificación, Datos, Análisis, Comunicación). Escala: 12=Excelente a <6=Replantear.

¿Cómo fue mi camino?

- ¿Qué aprendí sobre mí durante este proyecto?
- ¿Qué saber tradicional valoré de nueva manera?
- ¿Qué duda sigo cargando para el próximo semestre?
- ¿Qué compromiso asumo de cara a mi comunidad?

Evalúo el proceso

Rúbrica analítica final del proyecto integrador:

Criterio	Excelente	Suficiente	En proceso	Inicial
Pertinencia comunitaria	Problema real, priorizado con participación; propuesta respetuosa.	Problema real con consulta básica.	Problema sugerido sin consulta.	Problema ajeno a la comunidad.
Integración de saberes	Integra sistemas, números, sustancias y escalas con claridad.	Integra al menos tres áreas.	Integra dos áreas.	Menciona un solo saber.
Rigor y medición	Datos con unidades del SI, notación y cifras significativas correctas.	Datos claros con pocos errores.	Datos con errores notables.	Datos ausentes o imprecisos.
Divulgación	Cumple con los seis atributos (exquisito, fino, coherente, actual, innovador y puntual).	Cumple cuatro atributos.	Cumple dos atributos.	No cumple los atributos.

Tu reto de hoy

Entrevista a una persona mayor de tu comunidad sobre una práctica tradicional (herbolaria, siembra, cocina). Registra qué saberes podrían dialogar con la ciencia formal y compártelo con tu equipo.

Recomendaciones

Conserva el portafolio digital y el físico que elaboraste; ambos formarán parte de tu historial académico. Comprométete con una acción mínima por el medio ambiente: regar un árbol, separar tus residuos, cuidar un río.

Agradece a la comunidad: la ciencia es un regalo que se devuelve.



¿Cómo estuvo la ruta?

Has terminado el primer semestre del Telebachillerato Comunitario. Este libro se cierra, pero no tu aventura. Julieta Fierro, Mario Molina, Miguel Alcubierre, Marcos Moshinsky, Leopoldo García-Colín Scherer, Juan Manuel Lozano Mejía, Eugenio Ley-Koo y Luz María García-Cruz te dejan una consigna común: divulgar con generosidad, medir con humildad, investigar con pasión y transformar con cariño. Ahora es tu turno de honrar a la ciencia de tu tiempo y de tu comunidad.

Llegamos al final. Ojalá este libro te haya acompañado como una brújula amiga. Que la ciencia siga siendo para ti asombro, rigor, comunidad y cariño.

Referencias

- Alcubierre, M. (2009). *Los agujeros negros*. FCE, La Ciencia para Todos 210.
- CONACYT (2022). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2020-2024*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Fierro, J. (2001). *La familia del Sol*. SEP-FCE, Libros del Rincón.
- Fierro, J. (2013). *La astronomía en México*. Lectorum.
- Fierro, J. y Herrera, M. A. (2017). *La luz de las estrellas: una introducción a la astronomía*. FCE, La ciencia para todos.
- García Cruz, L. M., Luna García, H. M., Navarrete González, T. D. y Rocha Martínez, J. Á. (2018). *Elementos de termodinámica* (2.ª ed.). UAM-Azcapotzalco.
- García-Colín Scherer, L. (2014). *De la máquina de vapor al cero absoluto (calor y entropía)*. FCE, La Ciencia para Todos 5.
- Ley-Koo, E. (1993). *El electromagnetismo de Maxwell*. UNAM, Temas Selectos de Física.
- Lozano Mejía, J. M. (1995). *¿Qué es la física?* FCE, La Ciencia para Todos 16.
- Molina, M. J. y Rowland, F. S. (1974). *Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalyzed destruction of ozone*. *Nature*, 249, 810-812.
- Molina, M. J. (1996). *Polar ozone and climate change*. Nobel Lecture, December 8, 1995. The Nobel Foundation.
- Moshinsky, M. (1990). *La ciencia y la tecnología en el desarrollo nacional*. El Colegio Nacional.
- ONU (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Resolución A/RES/70/1. Nueva York: Naciones Unidas.
- SEP (2023). *Plan de estudios de la educación media superior*. Marco Curricular Común. Secretaría de Educación Pública.
- Tonda, J. (coord.) (2010). *Ciencia de frontera en México*. FCE-Academia Mexicana de Ciencias.
- UNESCO (2021). *Recomendación de la UNESCO sobre la ciencia abierta*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.