

Ciencia General a través de la indagación

Guía del Maestro

PASCO®

Ciencia General a través de la indagación

Escuela Secundaria

Guía del Maestro

Ciencia del siglo XXI

PASCO scientific

10101 Foothills Blvd.

Roseville, CA 95747-7100

Toll Free 800-772-8700

916-786-3800

Fax 916-786-8905

Copyright© 2013 por PASCO scientific

La compra de la Guía del docente y del CD que la acompaña incluye una licencia para el aula que autoriza a un docente en un centro educativo a reproducir desde los archivos de origen (modificados o como se encuentran) las versiones del estudiante de los experimentos para ser usados por sus estudiantes. Ninguna parte de esta publicación o del CD que la acompaña puede ser utilizada ni reproducida de otra forma sin el previo permiso por escrito de PASCO scientific, salvo en caso de citas breves utilizadas en revisiones o artículos de crítica.

SPARK Science Learning System, SPARKvue y otras marcas indicadas son marcas comerciales registradas de PASCO scientific en los Estados Unidos. Todas las demás marcas que no sean propiedad de PASCO scientific y aparezcan en el presente son propiedad de sus respectivos propietarios, que pueden o no estar afiliados, conectados o patrocinados por PASCO scientific.

Todos los derechos reservados.

Publicado por
PASCO scientific
10101 Foothills Blvd.
Roseville, CA 95747-7100
800-772-8700
916-786-3800
916-786-8905 (fax)
www.pasco.com

ISBN 978-1-937492-14-4
Primera edición
Primera impresión
Impreso en los Estados Unidos
Número de pieza: 012-14081
Número de catálogo: PS-2947

Contendio

Introducción.....	vii
Procedimientos de Seguridad de Laboratorio Habituales	xv
Lista Maestra de Materiales y Equipos	xix
Actividad por sensores PASCO	xxix

Biología

Fuentes de Energía para la Levadura	3
Acción Enzimática	15
Respiración de los Brotes.....	31
Respiración Vegetal y Fotosíntesis	45
Ejercicio y Homeostasis	57
Ejercicio y Frecuencia Cardíaca	71
Fatiga Muscular	81

Física

Aceleración.....	95
Primera Ley de Newton	105
Segunda Ley de Newton	115
Tercera Ley de Newton	129
Movimiento Armónico Simple	145
La Temperatura Frente el Calor	163
Ley de Hooke	175
Ley de Inducción de Faraday	185

Química

Conservación de la Materia	199
Cambio de Estado.....	213
Porcentaje de Oxígeno en el Aire	229
Calores de Reacción y Disolución	243
Velocidades de Reacción	267
El pH de los Productos Químicos Domésticos	291
Valoración Ácido–Base	307

Ciencias Ambientales

Batería Electroquímica: Energía de los Electrones	335
La Lluvia Ácida y el Crecimiento Vegetal	353
El pH del Suelo.....	367
La Luz Solar y la Fotosíntesis en Plantas Acuáticas.....	381

Introducción

Las guías de ciencia de PASCO se centran en la ciencia a través de la indagación. Aprender ciencia a través de actividades orientadas a la indagación reemplaza el enfoque de verificación tradicional por una investigación científica que involucra un eje de descubrimiento del estudiante. Observando un gráfico que resume los datos durante una investigación, los estudiantes no solo pueden conocer esa representación gráfica en particular, sino que también pueden conectar esa representación en tiempo real con el contexto de la investigación, inspirando preguntas que analizan el diseño experimental y los resultados.

Las actividades de laboratorio están estructuradas de forma tal que los estudiantes completen las investigaciones con éxito y aprendan el proceso de la indagación científica a medida que progresan, y, en definitiva, puedan diseñar y realizar amplias investigaciones de indagación. A medida que llevan a cabo estas actividades, los estudiantes desarrollan habilidades que incluyen el pensamiento crítico (formulando buenas preguntas, elaborando estrategias experimentales, detectando y solucionando errores operativos), conocimiento sobre los procedimientos (calibración de equipos, recopilación de datos), dominio del diseño y de la construcción (ensamblaje de aparatos, seguimiento de los procedimientos de seguridad, soluciones combinadas) y habilidades analíticas (gráficos, modelado, estadística). Incorporar la ciencia a través de la indagación requiere un cambio en el programa general de ciencia y la introducción de nuevas herramientas y materiales que cubran esas habilidades.

La información y las herramientas informáticas son esenciales para las actividades de laboratorio orientadas a la indagación. El uso de sensores, herramientas de gráficos y análisis de datos, modelos y simulaciones, y el trabajo con instrumentos sustentan la indagación científica y se citan explícitamente en las normas científicas. Las actividades de laboratorio brindan a los estudiantes experiencias de aprendizaje prácticas y teóricas, que posibilitan que dominen el proceso de indagación científica y las herramientas que los preparan para realizar amplias investigaciones científicas.

Acerca de las guías de ciencia de PASCO

Este manual presenta actividades de laboratorio ideadas por docentes usando tecnologías del siglo XXI para permitir que usted y sus estudiantes exploren temas, desarrollen habilidades de indagación científica y se preparen para exámenes estandarizados. El uso de los dispositivos de recopilación, exhibición y análisis de datos del sensor en la clase ofrece varios beneficios: Estudiantes

- ◆ Observar fenómenos que ocurren con demasiada rapidez o son demasiado pequeños, se producen en un período demasiado largo o trascienden el límite de observación de los sentidos humanos al natural
- ◆ Realizar mediciones usando equipos que pueden usarse repetidamente a lo largo de los años
- ◆ Recolectar datos exactos con estampas exactas de tiempo o ubicación
- ◆ Recolectar rápidamente, ilustrar con gráficos y analizar datos de forma tal que se aproveche el tiempo en el aula
- ◆ Practicar mediante el uso de equipos y la interpretación de datos producidos por equipos similares a las herramientas que podrían usar en sus carreras y actividades personales

Acerca de la guía de ciencia general

La guía de ciencia general consolida las actividades de cuatro disciplinas científicas. En las actividades de cada una de las disciplinas, se destacan los siguientes temas:

- ♦ Biología: Enzimas, ciclo de carbono, respiración, fisiología y el método científico
- ♦ Química: Estados de la materia, ácidos y bases, gases, materia y cinética
- ♦ Física: Mecánica, ondas, termodinámica, y electricidad y magnetismo
- ♦ Ciencias ambientales: Lluvia ácida, pH del suelo, interacción de plantas y animales, voltaje

Las actividades preparan a los estudiantes para estudios científicos más exhaustivos. Los estudiantes logran comprender las leyes y principios físicos que rigen el comportamiento de toda la materia. De este modo, adquieren un conocimiento que los ayuda a abordar las cuestiones y los problemas que enfrentan en su vida cotidiana.

Realizar con éxito actividades de laboratorio basadas en la indagación

1. Establecer las bases

Los estudiantes necesitan una base en el desarrollo conceptual, habilidades en la mesa de laboratorio, el uso de los equipos electrónicos de recopilación y exhibición de datos y la interpretación de datos. Las siguientes estrategias permiten que los estudiantes establezcan las bases para el aprendizaje basado en la indagación.

- ♦ Comenzar con actividades sencillas que usen un solo sensor y no requieran calibración.
- ♦ Demostrar las primeras actividades para ejemplificar el uso correcto de los equipos y los materiales.
- ♦ Trabajar con los estudiantes para completar todas las secciones de varias actividades de laboratorio hasta que comprendan sus expectativas.
- ♦ Fomentar el aprendizaje cooperativo. Los estudiantes aportan diferentes habilidades e intereses cuando cooperan como equipo.
- ♦ Crear equipos con responsabilidades definidas para los miembros. Diseñar un método para el seguimiento de los papeles que haya desempeñado cada estudiante. Garantizar que cada estudiante tenga varias oportunidades de desempeñar cada papel. Un *líder de equipo* podría ser responsable de la conducción general y la generación de informes orales, y puede asegurarse de que el equipo cuente con todos los materiales y los equipos necesarios. Un *registrador del equipo* podría ser responsable de documentar la finalización de la actividad y de asegurarse de que se hayan respondido todas las preguntas. Los *técnicos del equipo* podrían ser responsables del funcionamiento de los equipos electrónicos y de laboratorio.
- ♦ Crear oportunidades para que los estudiantes repitan las actividades que no hayan comprendido en la primera ejecución, tal vez con modificaciones sugeridas por los estudiantes. Verá mejoras sustanciales a medida que los estudiantes reciban más oportunidades de trabajar con los equipos y de analizar los datos.

2. Fomentar las habilidades de indagación

Fomentar el crecimiento y el desarrollo de las habilidades de indagación. Brindar varias oportunidades para que los estudiantes trabajen con los equipos, analicen datos, y comuniquen y examinen las conclusiones.

- ♦ Invitar a los estudiantes a completar actividades de laboratorio más avanzadas.
- ♦ Ejemplificar las tareas técnicas más complejas, como la calibración de sensores, el desarrollo de diagramas de dispersión y cálculos matemáticos.
- ♦ Brindar varias y distintas oportunidades para practicar con actividades prácticas usando herramientas del siglo XXI.
- ♦ Recopilar y comparar los datos de la clase cuando sea posible. Analizar las fuentes de variación en los datos y la mejor interpretación de los datos.
- ♦ Invitar a los estudiantes a usar sus datos recopilados como prueba para respaldar la hipótesis y debatir problemas actuales.
- ♦ Solicitar a los estudiantes que piensen y presenten preguntas relacionadas que deseen explorar en sus propias investigaciones.

3. Cultivar la indagación dirigida por los estudiantes

A medida que los estudiantes completen las actividades dirigidas por el instructor en este manual, sus intereses se estimularán con respecto a uno o más temas. Invitar a los estudiantes a ser curiosos y brindarles oportunidades y orientación para la indagación dirigida por los estudiantes.

- ♦ Solicitar un plan escrito con procedimientos. Usar preguntas que destaquen la identificación de variables independientes y dependientes para ayudar a los estudiantes a elaborar estos planes. Examinar estos planes y orientar a los estudiantes según corresponda. Garantizar que los estudiantes definan proyectos que sean prácticos en las condiciones del entorno del aula.
- ♦ Proporcionar abundante tiempo, material y recursos de equipos.
- ♦ Incorporar puntos de verificación para evaluar el progreso.
- ♦ Para guiar a los estudiantes, formule preguntas, tales como: ¿Cómo la frecuencia de muestreo afecta el resultado? ¿Qué esperan que suceda? ¿Cuáles son las posibles fuentes de error? ¿Puede eliminarse alguna de ellas en el procedimiento?
- ♦ Solicitar a los estudiantes que generen sus propias preguntas. Facilitar una sesión de intercambio de ideas o discusión grupal para que los estudiantes respondan las preguntas.

4. Comunicar los resultados de la indagación dirigida por los estudiantes

Brindar oportunidades a los estudiantes para que comuniquen los resultados de la indagación dirigida por los estudiantes.

- ♦ Los artículos de investigación formal, las presentaciones, las producciones de video y las presentaciones en carteles son formas en que los estudiantes pueden compartir la ciencia que han aprendido.
- ♦ Las indagaciones dirigidas por los estudiantes vinculadas con recursos de la comunidad pueden ser de interés para los grupos de conservación o noticias locales. Solicitar a los estudiantes que informen sus hallazgos en un lugar de la comunidad, el sitio web de la escuela, periódicos locales u otras publicaciones.

El sistema de recopilación de datos

El "sistema de recopilación de datos" se refiere a los dispositivos de recopilación, exhibición y análisis de datos usados para realizar las diferentes actividades. Estos incluyen el SPARK Science Learning System™ y el software SPARKvue™ de PASCO para computadoras de escritorio, computadoras portátiles y tabletas.

Contenidos de la Guía del docente y del estudiante

Todos los materiales del docente y del estudiante están incluidos en el dispositivo de almacenamiento que acompaña la Guía del docente. La versión impresa de la Guía del estudiante: Las plantillas maestras se venden por separado.

Componentes de la actividad de laboratorio

Cada actividad posee dos componentes: Información del docente, Hojas de trabajo de indagación del estudiante.

Información para el Docente se encuentra en la carpeta de la Guía del docente y contiene información para seleccionar, planificar e implementar la actividad de laboratorio, así como la sección de respuestas. Información del docente comprende todas las secciones de una actividad de laboratorio, incluidos objetivos, descripción general de procedimientos, requisitos de tiempo y breve descripción de materiales y equipos .

Las Hojas de Indagación del Estudiante comienzan con una pregunta clave, lo que ofrece a los estudiantes un formato científico coherente que comienza formulando una pregunta para responder en el proceso de realización de una investigación científica. Las Hojas de trabajo de indagación del estudiante se incluyen en formato electrónico en el dispositivo de almacenamiento que acompaña este manual.

Información para el Docente y Hoja de Indagación del Estudiante incluyen las siguientes secciones.

INFORMACIÓN PARA EL DOCENTE	HOJA DE INDAGACIÓN DEL ESTUDIANTE
Objetivos	Preguntas Clave
Descripción General del Procedimiento	Antecedentes (versión del estudiante)
Requisitos de Tiempo	
Materiales y Equipos	Materiales y Equipos
Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer	
Antecedentes	
Debate y Actividad Previos al Laboratorio	
Preparación del Laboratorio	
Seguridad	Seguridad
Desafío de Secuenciación	Desafío de Secuenciación
Procedimiento con Preguntas de Indagación	Procedimiento
Ejemplo de Datos	
Análisis de Datos	Análisis de Datos
Preguntas de Análisis	Preguntas de Análisis
Preguntas de Síntesis	Preguntas de Síntesis
Preguntas de Elección Múltiple	Preguntas de Elección Múltiple
Desafío de la Palabra Clave	Desafío de la Palabra Clave
	Banco de Palabras de Desafío de la Palabra Clave
Otras Sugerencias de Investigación	

Materiales electrónicos

El dispositivo de almacenamiento que acompaña este manual contiene lo siguiente:

- ♦ Guía del docente y Guía del estudiante (con las Hojas de indagación del estudiante) completas en formato PDF (compatibles con Acrobat™ 5.0)
- ♦ Hojas de indagación del estudiante de las actividades de laboratorio en un formato editable (formato MS Word™ 97–2003). PASCO suministra archivos editables de las actividades de laboratorio del estudiante para que los docentes puedan personalizar las actividades según sus necesidades.
- ♦ Guía del usuario de SPARK Science Learning System y SPARKvue.

Descripción general de los componentes de la actividad de laboratorio

La primera página de cada actividad de laboratorio presenta información para ayudar al docente a elegir y planificar las actividades apropiadas para incluir en los planes de clase: 1) Objetivos, 2) Descripción general del procedimiento, 3) Requisito de tiempo y 4) Lista de materiales y equipos.

Objetivos. Esta sección contiene una descripción general de la investigación. Las versiones del estudiante de las actividades de laboratorio incluyen la pregunta o preguntas principal(es), las preguntas clave, que se investigan, en lugar de los objetivos.

Descripción general del procedimiento. Esta sección incluye los procedimientos generales de laboratorio o investigación que realizan los estudiantes.

Requisitos de tiempo. Se definen tres plazos: la cantidad de tiempo necesaria para 1) la preparación, 2) la discusión y la actividad previas a la actividad de laboratorio y 3) la actividad de laboratorio. Si no se necesita preparación del laboratorio, se designan diez minutos. En este caso, se tiene en cuenta el tiempo requerido para recopilar los materiales, hacer copias del procedimiento y otras preparaciones habituales.

Materiales y equipos. Esta sección enumera todos los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo el procedimiento de la actividad. Si los elementos de esta lista deben crearse usando materiales adicionales, se indican con una nota al pie, y se incluyen instrucciones para prepararlos en la sección Preparación del laboratorio.

Conceptos que los alumnos ya deben conocer. Esta sección enumera los conceptos que los estudiantes deberían comprender antes de realizar la actividad. Use esta sección para determinar cuándo incluir esta actividad en los planes de clase, al evaluar requisitos para aprendizaje previo y como guía para una revisión o debate antes de comenzar la actividad de laboratorio.

Antecedentes. La información básica en la actividad del estudiante puede ser la misma información que figura en la versión del docente, o bien puede ser más corta o simplificada. Los antecedentes se limitan a la información que encuadrará adecuadamente la actividad en el contexto de materiales curriculares relacionados. Para obtener información más amplia y detallada sobre un tema, consulte otros materiales de referencia.

Debate y actividad previos al laboratorio. Las actividades previas a la actividad de laboratorio logran algunos de los siguientes objetivos o todos ellos:

- ◆ Captar la atención de los estudiantes
- ◆ Acceder a conocimientos previos
- ◆ Identificar conceptos erróneos
- ◆ Ejemplificar la técnica de laboratorio correcta
- ◆ Ejemplificar procedimientos para cálculos matemáticos requeridos en la actividad
- ◆ Generar preguntas de los estudiantes

Preparación del laboratorio. Aquí se incluyen instrucciones para preparar el laboratorio, tales como:

- ◆ Encontrar equipos o materiales no enumerados en la lista de materiales y equipos. Se trata de elementos que suelen usarse en una demostración previa a la actividad de laboratorio.
- ◆ Concebir soluciones usadas en la actividad e ideas para reemplazar materiales
- ◆ Instalar estaciones en el aula o preparar una excursión

Seguridad. Esta sección enumera los procedimientos de seguridad correspondientes para este laboratorio. La sección Procedimientos de seguridad de laboratorio habituales de esta guía enumera los procedimientos de seguridad estándares que siempre deben cumplirse. La versión del docente de la sección de Seguridad puede incluir otras consideraciones de seguridad que el docente siempre debe recordar.

Desafío de secuenciación. Esta actividad invita a los estudiantes a reflexionar sobre el experimento que están por realizar. Las operaciones principales que ellos deberán realizar se resumen, pero sin seguir el orden correspondiente. Entonces, se solicita a los estudiantes que coloquen las tareas en la secuencia en que deben realizarse para que puedan formar un esquema mental de la actividad.

Procedimiento con preguntas de indagación. Las tareas se enumeran con casillas de verificación para ayudar a los estudiantes a seguir su progreso. Las preguntas incluidas en el procedimiento alientan a los estudiantes a predecir los resultados de la actividad y a analizar y evaluar determinados procedimientos y el diseño experimental. Esta sección figura en la versión del estudiante como Procedimiento y no como Procedimiento con indagación. El contenido es el mismo.

Ejemplo de datos. Esta sección contiene ejemplos de datos del sensor que podrían recopilarse y exhibirse en el proceso de la actividad. Use los ejemplos de datos para determinar si los estudiantes "van por el camino correcto" en sus exploraciones. Debido a las variaciones en el método experimental, la calibración de equipos y otros factores, los diferentes estudiantes suelen registrar amplias variaciones en los puntos de datos reales, pero las características de datos deben ser similares.

Análisis de datos. Se invita a los estudiantes a analizar sus datos de varias formas, tales como: completar un cuadro de datos, diseñar un gráfico de las variables dependientes en función del tiempo como aparece en la pantalla del equipo o identificar partes clave de los gráficos de datos. La Información del docente contiene ejemplos de datos en gráficos o cuadros para exhibir los modelos previstos. Sin embargo, los datos del estudiante pueden variar y son útiles para analizar la variación en los datos científicos.

Preguntas de análisis. Los estudiantes establecen comparaciones, resúmenes, cálculos y conclusiones de acuerdo con sus datos, y se les puede solicitar que evalúen el diseño del experimento para identificar las variables independientes, dependientes y controladas.

Preguntas de síntesis. Estas preguntas están destinadas a integrar información no cubierta en el laboratorio. Esto requiere que los estudiantes logren comprender en mayor profundidad los conceptos y pone a prueba si los estudiantes pueden transferir el conocimiento adquirido en el laboratorio a otras situaciones. En el caso de algunas preguntas, es necesario que los estudiantes consulten otras fuentes de información.

Preguntas de elección múltiple. Estas preguntas refuerzan la información clave adquirida de la actividad o la información relacionada con el tema que va más allá de la actividad.

Desafío de la palabra clave. Esta sección constituye un buen desafío para ayudar a los estudiantes a examinar la información básica y las palabras clave. Invite a los estudiantes a completar primero el desafío sin consultar el Banco de palabras del desafío de la palabra clave. O complete el desafío con toda la clase antes y después de la actividad de laboratorio para observar el progreso del aprendizaje de los estudiantes.

Otras sugerencias de indagación. Estas sugerencias son extensiones naturales de la actividad y pueden usarse para otras indagaciones de los estudiantes. Incluyen ideas para otros experimentos y exploración práctica, discusiones en el aula, excursiones o artículos de investigación.

Procedimientos de Seguridad de Laboratorio Habituales

Descripción General

PASCO se preocupa por su seguridad y, debido a ello, ofrecemos algunos lineamientos y precauciones para tener en cuenta al explorar las actividades de laboratorio en nuestra guía Ciencias generales. Esta es solo una lista de lineamientos generales; no es totalmente inclusiva o exhaustiva en absoluto. Por supuesto, es necesario aplicar el sentido común y seguir las prácticas de seguridad de laboratorio estándares.

Con respecto a la seguridad química, algunas de las sustancias y productos químicos mencionados en este manual se rigen por distintas leyes de seguridad (locales, estatales, nacionales o internacionales). Siempre lea y siga las instrucciones de seguridad disponibles para cada sustancia o producto químico a fin de determinar su almacenamiento, uso y desecho apropiados.

Como los procedimientos de manipulación y desecho varían, nuestras precauciones de seguridad y comentarios de desecho son genéricos. Según su laboratorio, indique a los estudiantes los métodos de desecho apropiados. Cada una de las actividades de laboratorio también tiene una sección de Seguridad para los procedimientos necesarios para esa actividad.

Procedimientos y Precauciones de Seguridad de Laboratorio Generales

- ♦ Cumpla con todos los procedimientos de laboratorio estándares
- ♦ Queda absolutamente prohibido el consumo de alimentos, bebidas o goma de mascar en el laboratorio.
- ♦ Manténgase alejado de los tomacorrientes.
- ♦ Use protección ocular (gafas a prueba de salpicaduras), delantal de laboratorio y guantes protectores.
- ♦ No se toque el rostro con las manos enguantadas. Si necesita estornudar o rascarse, quítese los guantes, lávese las manos y luego ocúpese de la situación.
- ♦ No salga del laboratorio con los guantes puestos.
- ♦ Lávese las manos después de manipular productos químicos, contenedores de vidrio y equipos.
- ♦ Tenga incorporadas las funciones de seguridad de su laboratorio, tales como las estaciones para el lavado de ojos, extinguidor de incendios, equipos de primeros auxilios o uso del teléfono de emergencia.
- ♦ No olvide de sujetarse el cabello y la indumentaria en el laboratorio.
- ♦ Manipule los contenedores de vidrio con cuidado.

Procedimientos de Seguridad de Laboratorio Habituales

- ◆ Asegúrese de tener un espacio libre adecuado alrededor de los equipos de laboratorio antes de comenzar una actividad.
- ◆ No use zapatos de punta abierta ni pantalones cortos en el laboratorio.
- ◆ Permita que los objetos y líquidos calentados vuelvan a temperatura ambiente antes de moverlos.
- ◆ Nunca corra ni haga bromas alrededor del laboratorio.
- ◆ No realice experimentos sin autorización.
- ◆ Los estudiantes deben trabajar en equipos de dos o más en caso de que surjan problemas o se necesite ayuda.
- ◆ Mantenga el área de trabajo limpia y libre de objetos innecesarios.
- ◆ Si tiene alguna alergia, padece alguna enfermedad o toma alguna medicación, debe informárselo al instructor. Esta información podría ser importante en caso de emergencia.
- ◆ Intente evitar el uso de lentes de contacto. Si se salpica una solución en los ojos, la presencia de una lente de contacto dificulta los primeros auxilios y podría ocasionar un daño permanente. Asimismo, los solventes orgánicos tienden a disolver las lentes de contacto blandas, lo que genera irritación en los ojos.
- ◆ Toda lesión debe informarse de inmediato al instructor; el estudiante o un testigo debe completar un informe de accidente.

Precauciones y Procedimientos de Seguridad Relacionados con el Agua

- ◆ Manténgase alejado de los tomacorrientes.
- ◆ Mantenga el agua alejada de todos los equipos eléctricos.
- ◆ Si se hierva agua para un experimento en que se use calor, asegúrese de supervisarla en todo momento. Recuerde, también, que la placa caliente se mantendrá caliente después de desenchufarla o apagarla.

Precauciones y Procedimientos de Seguridad Relacionados con los Equipos Eléctricos

- ◆ Manténgase alejado de los tomacorrientes.
- ◆ Mantenga el agua alejada de todos los equipos eléctricos.
- ◆ Nunca ponga en cortocircuito un terminal en una fuente de alimentación, batería u otra fuente de voltaje, a menos que reciba instrucciones al respecto.
- ◆ Asegúrese de usar cables de alambre y cables de conexión que tengan un aislamiento suficiente al crear circuitos eléctricos.
- ◆ Evite usar corriente alta (más de 1 amperio) en aplicaciones en que no se indica corriente alta.

- ◆ Nunca pruebe el voltaje y la capacidad de la batería con un instrumento que no sea un sensor de voltaje o voltímetro.

Precauciones y Procedimientos de Seguridad Química

- ◆ Consulte las Hojas de datos de seguridad del material (MSDS, por su sigla en inglés) del fabricante para obtener instrucciones sobre la manipulación, el almacenamiento y el desecho de productos químicos. El docente debe entregar la MSDS de los productos químicos utilizados. Conserve estas instrucciones disponibles en caso de accidentes.
- ◆ Muchos productos químicos son peligrosos para el medio ambiente y no deben desecharse por el drenaje. Siempre siga las instrucciones del docente para desechar los productos químicos.
- ◆ El hidróxido de sodio, el ácido clorhídrico y el ácido acético son irritantes corrosivos. Evite el contacto con los ojos y lávese las manos después de manipularlos. En caso de exposición de la piel, lávese con abundante agua.
- ◆ Siempre agregue ácidos y bases al agua, y no al revés, ya que las soluciones pueden hervir con fuerza.
- ◆ La disolución de ácidos y bases produce calor; tenga sumo cuidado cuando manipule soluciones recién preparadas y contenedores de vidrio, dado que podrían estar muy calientes.
- ◆ Manipule los ácidos y las bases concentrados en una campana extractora; los gases son cáusticos y tóxicos.
- ◆ Utilice protección ocular, un delantal de laboratorio y guantes protectores cuando manipule ácidos. Se recomiendan anteojos a prueba de salpicaduras. Los guantes pueden ser de látex o de nitrilo. Use guantes de nitrilo si tiene alergia al látex.
- ◆ Lea las etiquetas de todos los productos químicos y preste especial atención a los iconos de riesgo y a las advertencias de seguridad.
- ◆ Cuando manipule especies bacterianas, siga técnicas asépticas.
- ◆ Lávese las manos antes y después de la sesión de laboratorio.
- ◆ Si las soluciones ácidas entran en contacto con la piel o los ojos, enjuáguelos inmediatamente con abundante agua corriente durante, al menos, 15 minutos.
- ◆ Consulte la etiqueta para verificar que sea la sustancia correcta antes de usarla.
- ◆ Nunca apunte el extremo abierto de un tubo de ensayo que contenga una sustancia hacia usted o hacia otras personas.
- ◆ Use un movimiento ágil cuando huela productos químicos.
- ◆ No devuelva productos químicos sin usar a su contenedor original.
- ◆ Mantenga los productos químicos inflamables lejos de las llamas.

Precauciones de Seguridad al Aire Libre

- ♦ Proceda con el cuidado debido cerca de masas de agua, terrenos empinados y plantas o animales peligrosos.
- ♦ No permita que los estudiantes ingresen en arroyos.
- ♦ No recolecte muestras de suelo de pastos contaminados con materia fecal de animales.
- ♦ Lleve agua purificada o paños sanitarios a las excursiones para que los estudiantes se laven las manos después de trabajar en arroyos o suelos.
- ♦ Trate las plantas, los animales y el medio ambiente con respeto.
- ♦ Inspeccione todos los equipos para detectar daños (rajaduras, defectos, etcétera).
- ♦ Solicite a los estudiantes que usen un sistema de parejas y que especifiquen el procedimiento para usar en caso de problemas.

Otras Precauciones de Seguridad

- ♦ Los experimentos que involucren masas en movimiento pueden ser peligrosos. Considere las masas en movimiento y evite el contacto.
- ♦ Si se calienta agua u otros materiales para un experimento en que se use calor, asegúrese de supervisarlos en todo momento. Recuerde, también, que la placa caliente se mantendrá caliente después de desenchufarla o apagarla.
- ♦ Mantenga los cables de extensión del sensor y los cables de la sonda de temperatura alejados de las placas calientes.
- ♦ Proceda con la precaución debida cuando manipule fósforos, quemadores, comidas calientes y otros materiales calientes.
- ♦ Tenga cuidado cuando use un cuchillo o un bisturí.

Recursos Adicionales

- ♦ Flinn Scientific
- ♦ The Laboratory Safety Institute (LSI)
- ♦ National Science Education Leadership Association (NSELA)/Serie Safe Science

Lista Maestra de Materiales y Equipos

Los artículos sin *itálicas* sólo están disponibles a través de PASCO. La cantidad indicada es por estudiante o grupo. **Nota:** Algunas actividades también requieren equipos de protección para cada estudiante (por ejemplo, gafas de seguridad, guantes, delantal o bata de laboratorio).

Los docentes pueden realizar algunas actividades de laboratorio con sensores y sondas que no figuren en la lista. Para obtener asistencia con el reemplazo de sensores y sondas compatibles para una actividad de laboratorio, comuníquese con el Centro de Asistencia para Docentes de PASCO (800-772-8700 dentro de los Estados Unidos o visite <http://www.pasco.com/support>).

Act	Titulo	Materiales y equipos	Ctd
Biología			
1	Fuentes de Energía para la Levadura Use un sensor de gas de dióxido de carbono para medir la producción de gas de dióxido de carbono por la levadura en condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Determine si la alta temperatura afecta la respiración de la levadura.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de temperatura o termómetro Sensor PASPORT de dióxido de carbono Cable de extensión del sensor PASPORT* Frasco de muestreo* <i>Probeta de 50 mL</i> <i>Vasos de precipitado de 100 mL</i> <i>Vaso de precipitado de 100 mL o vaso de poliestireno</i> <i>Varillas agitadoras</i> <i>Cuchara de medición, 1/4 de cucharadita</i> <i>Solución de sacarosa, 30 mL</i> <i>Solución de almidón, 30 mL</i> <i>Levadura seca altamente activa</i> <i>Agua tibia</i> <i>Agua a temperatura ambiente</i> <i>Almidón de maíz-maicena</i> <i>Fuente adicional de energía, tal como glucosa, maltosa, lactosa, edulcorantes artificiales, leche, jugos o bebidas energéticas</i>	1 1 1 1 1 1 3 1 3 1 30 mL 30 mL ¼ de Cda (más según sea necesario) 60 mL 30 mL 50 g Según sea necesario
2	Acción Enzimática Use un sensor de gas de oxígeno para comprender cómo las condiciones ambientales óptimas, como la temperatura, tienen un papel esencial en la función enzimática.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de oxígeno Frasco de muestreo* <i>Tubo de ensayo de 25 mL</i> <i>Probeta de 25 mL</i> <i>Peróxido de hidrógeno al 3%</i> <i>Baño María, entre 35 y 40 °C</i> <i>Suspensión de levadura (fuente de catalasa)</i>	1 1 1 1 1 30 mL 1 por clase 30 mL

Lista Maestra de Materiales y Equipos

Act	Título	Materiales y equipos	Ctd
3	Respiración de los Brotes Use un sensor de gas de dióxido de carbono para comprender las velocidades comparativas de la producción de gas de CO ₂ para semillas latentes secas; para brotes húmedos a temperatura ambiente; y para brotes húmedos y fríos.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de dióxido de carbono Cable de extensión del sensor PASPORT* Frasco de muestreo* <i>Vaso de precipitado o taza de 250 mL</i> <i>Frijoles secos</i> <i>Hielo</i> <i>El agua</i>	1 1 1 1 1 75 mL 250 mL 250 mL
4	Respiración Vegetal y Fotosíntesis Use un sensor de gas de dióxido de carbono para comprender las concentraciones comparativas de CO ₂ para una pequeña planta en la oscuridad y en luz brillante, y qué dice esto acerca de la fotosíntesis y el ciclo de CO ₂ .	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de dióxido de carbono Cable de extensión del sensor PASPORT* Frasco de muestreo* <i>Papel de aluminio (30 cm de largo, del expendedor)</i> <i>Lámpara de 100 W (o equivalente), fluorescente o con bombilla halógena, de un tamaño adecuado para un casquillo estándar</i> <i>Hojas de espinaca fresca</i>	1 1 1 1 1 1 1 o 2
5	Ejercicio y Homeostasis Use un sensor de pH y un sensor de dióxido de carbono para medir el efecto del CO ₂ en el pH, determinar cómo el ejercicio afecta la producción de CO ₂ y comprender cómo el cuerpo mantiene la homeostasis cuando cambian las condiciones internas.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de dióxido de carbono Sensor PASPORT de pH Cable de extensión del sensor PASPORT* <i>Vasos de precipitado de 250 mL</i> <i>Pipetas de plástico de 1 mL</i> <i>Probeta de 100 mL</i> <i>Bolsas de plástico de un litro con cierre</i> <i>Pajilla de plástico</i> <i>Azul de bromotimol (ATB)</i> <i>Hidróxido de sodio diluido</i> <i>Ácido clorhídrico diluido</i> <i>Agua destilad</i>	1 1 1 1 3 2 1 2 1 5 mL 10 gotas 10 gotas 300 mL
6	Ejercicio y Frecuencia Cardíaca Use un sensor de frecuencia cardíaca para monitorear el efecto del esfuerzo físico en relación con el estado físico. Determine la frecuencia cardíaca promedio antes, durante y después del ejercicio.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de frecuencia cardíaca con empuñadura	1 1

Act	Título	Materiales y equipos	Ctd
7	Fatiga Muscular Use un sensor de fuerza para determinar la fuerza de prensión y comparar la fatiga muscular de los músculos de la mano provocada por el ejercicio isotónico ("misma tensión") y el ejercicio isométrico ("misma longitud").	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de fuerza <i>Temporizador (cronómetro o equivalente)</i> <i>Pelota de goma, pelota de tenis o equivalente (de aproximadamente 7 cm de diámetro)</i>	1 1 1 1
Física			
8	Aceleración Use un sensor de movimiento para introducir el concepto de representar el movimiento como un cambio de posición de forma gráfica.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de movimiento Carrito Dinámico Pista Dinámica Pinza giratoria para pista Dinámica Tope fijo de pista Dinámica <i>Soporte de varilla</i>	1 1 1 1 1 1 1
9	Primera Ley de Newton Use un sensor de movimiento para determinar la influencia de la fuerza en el movimiento de un objeto, y que el movimiento de un objeto no se modifica en ausencia de una fuerza externa.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de movimiento Carrito Dinámico PAScar Pista Dinámica con pies Tope de pista Dinámica <i>Conjunto de masas y ganchos</i> Superpolea con abrazadera <i>Cuerda</i>	1 1 1 1 1 1 1 ~1 m
10	Segunda Ley de Newton Use un sensor de fuerza y un sensor de movimiento comprender la relación entre la fuerza neta aplicada a un objeto, la aceleración del objeto y la masa del objeto.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de fuerza Sensor PASPORT de movimiento <i>Pinza de ángulo recto</i> <i>Masa colgante</i> <i>Resorte</i> <i>Soporte de varilla</i> <i>Balanza</i> <i>Varilla corta</i>	1 1 1 1 1 1 1 1 por clase 1
11	Tercera Ley de Newton Use dos sensores de fuerza para observar la relación que existe entre una fuerza de acción y la fuerza de reacción resultante.	Accesorio para descubrir la fricción Sensor PASPORT de fuerza Carrito dinámico Pista dinámica Masa compacta para carrito, 250-g Accesorio para Descubrir la Fricción Accesorios Soporte de Fuerza Tope de resorte para sensor de fuerza Taza de colisión para sensor de fuerza <i>Banda elástica</i> <i>Balanza</i>	1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 por clase

Lista Maestra de Materiales y Equipos

Act	Titulo	Materiales y equipos	Ctd
12	Movimiento Armónico Simple Use un sensor de fuerza y un sensor de movimiento para determinar la constante del resorte midiendo la extensión del resorte debido a cada una de las tres masas diferentes que se suspenden del resorte.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de fuerza Sensor PASPORT de movimiento <i>Metro</i> <i>Soporte de varilla</i> <i>Pinza de ángulo recto</i> <i>Varilla corta</i> <i>Resorte</i> <i>Masas varias</i> <i>Balanza</i>	1 1 1 1 1 1 1 1 al menos 3 1 por clase
13	La Temperatura Contra el Calor Use un sensor de temperatura para explorar la relación entre la transferencia de calor y el cambio de temperatura en varias sustancias.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de temperatura Juego de Calorimetría Básica Vaso calorímetro Masa de cobre, 200 g Masa de aluminio, 200 g <i>Vaso de precipitado de 600 mL</i> <i>Placa calefactora</i> <i>Balanza</i> <i>Aceite vegetal</i> <i>Agua</i> <i>Cuerda, 15 cm</i> <i>Clip para papeles</i>	1 2 1 2 2 2 1 1 1 por clase 500 g 500 g 4 2
14	Ley de Hooke Use un sensor de fuerza para observar la relación que existe entre la extensión de un resorte y la fuerza resultante requerida para extender el resorte.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de fuerza <i>Resorte</i> <i>Metro</i>	1 1 1 1
15	Ley de Inducción de Faraday Use un sensor de voltaje para observar la fuerza electromotriz generada pasando un imán por una bobina.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de voltaje Bobinas de 200, 400 y 800 vueltas Imanes de diferente potencia <i>Soporte de varilla</i> <i>Pinza de tres dedos</i> <i>Papel</i> <i>Cinta</i> <i>Bolígrafo o lápiz</i> <i>Almohadilla antirrebote (opcional)</i>	1 1 1 de cada uno 3 1 1 1 Según sea necesario 1 1

Act	Título	Materiales y equipos	Ctd
Química			
16	Conservación de la Material Ponga a prueba la ley de conservación de la materia para los cambios físicos y químicos encontrando la masa de los reactivos antes de que los productos químicos reaccionen y la masa de los productos después de la reacción haya ocurrido.	<i>Balanza</i> <i>Tubo de ensayo de 15 x 100 mm</i> <i>Vaso de precipitado de 250 mL</i> <i>Botella de refresco de plástico (con tapa) de 500 mL</i> <i>Nitrato de sodio</i> <i>Sulfato de sodio de 0,1 M</i> <i>Cloruro de estroncio de 0,1 M</i> <i>Bicarbonato de sodio</i> <i>Ácido acético al 5%</i> <i>Agua destilada (desionizada)</i>	1 2 1 1 5 g 5 mL 5 mL 8 g 30 mL 10 mL
17	Cambio de Estado Use un sensor de temperatura de respuesta rápida y un sensor de temperatura de acero inoxidable para determinar cómo agregar calor a una sustancia sin que aumente su temperatura.	<i>Sistema de recolección de datos</i> <i>Sensor PASPORT de temperatura de acero inoxidable</i> <i>Placa calefactora</i> <i>Vaso de precipitado de 150 mL o más</i> <i>Probeta de 10 mL</i> <i>Tubo de ensayo de 10 x 100 mm</i> <i>Soporte para tubos de ensayo</i> <i>Soporte universal de laboratorio</i> <i>Pinza utilitaria</i> <i>Varilla agitadora</i> <i>Cuchara sopera</i> <i>Agua destilada (desionizada)</i> <i>Hielo molido para llenar el vaso de precipitado</i> <i>Sal de roca</i>	1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 103 mL 1 200 g
18	Porcentaje de Oxígeno en el Aire Use un sensor de presión absoluta para informarse sobre los componentes del aire y cómo determinar el porcentaje de oxígeno en el aire.	<i>Sistema de recolección de datos</i> <i>Sensor PASPORT de presión absoluta</i> <i>Cable de extensión del sensor PASPORT</i> <i>Conector de liberación rápida*</i> <i>Conector para tubos*</i> <i>Tubos de entre 1 y 2 cm*</i> <i>Vaso de precipitado de 150 mL</i> <i>Tubo de ensayo de 25 x 150 mm</i> <i>Tapón con un orificio que sea adecuado para el tubo de ensayo</i> <i>Varilla agitadora</i> <i>Vinagre blanco (ácido acético al ~5%), 50 a 60 mL</i> <i>Lana de acero, tejido fino (#000)</i> <i>Toallas de papel</i> <i>Glicerina</i>	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 50 a 60 mL 1,0 g Según sea necesario 2 gotas

Act	Titulo	Materiales y equipos	Ctd
19	Calores de Reacción y Disolución Use una sensor de temperatura para determinar el calor molar de disolución del hidróxido de sodio y el cloruro de amonio al disolverlos en agua y el calor molar de reacción al hacer reaccionar al magnesio con el ácido clorhídrico.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de temperatura <i>Vaso de precipitado de 250 mL</i> <i>Probeta de 50 mL</i> Balanza en centigramos <i>Vaso de poliestireno</i> <i>Espátula</i> <i>Varilla agitadora</i> <i>Toallas de papel</i> <i>Papel para pesar</i> <i>Lija o lana de acero</i> <i>Piseta y recipiente para desechos</i> <i>Lentejas de hidróxido de sodio</i> <i>Cloruro de amonio</i> <i>Cinta de magnesio</i> <i>Ácido clorhídrico de 1,0 M</i> <i>Agua destilada (desionizada)</i>	1 1 1 1 1 2 1 1 Según sea necesario 1 1 pieza 1 1 g 1 g 0,10 g 25 mL 50 mL
20	Velocidades de Reacción Use un sensor de presión absoluta para determinar el efecto de la temperatura, la concentración y la superficie sobre la velocidad de una reacción química midiendo cambios en la presión absoluta a medida que avanza la reacción.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de presión absoluta Cable de extensión del sensor PASPORT <i>Tubo de ensayo de 20 × 150 mm</i> <i>Soporte de tubos de ensayo</i> <i>Tapón con un orificio que sea adecuado para los tubos de ensayo</i> Conector de liberación rápida* Conector para tubos* Tubos de entre 1 y 2 cm* <i>Glicerina</i> <i>Ácido clorhídrico de 4,0 M</i> <i>Ácido clorhídrico de 2,0 M</i> <i>Ácido clorhídrico de 1,0 M</i> <i>Ácido clorhídrico de 0,1 M</i> <i>Baños de agua tibia y fría</i> <i>Cinta de magnesio, piezas de 1 cm</i> <i>Polvo de magnesio</i>	1 1 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 2 gotas 5 mL 5 mL 20 mL 5 mL Uno por clase 18 0,05 g

[illegible]

Lista Maestra de Materiales y Equipos

Act	Titulo	Materiales y equipos	Ctd
Ciencias ambientales			
23	Batería Electroquímica: Energía de los Electrones Use un sensor de voltaje para colocar reactivos metálicos en su orden correcto en el cuadro de potenciales de electrodos estándares.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de voltaje <i>Probeta de 50 mL</i> <i>Vasos de precipitado de 50 mL</i> Pinza de caimán, 1 negra y 1 roja <i>Piseta y recipiente para desechos</i> <i>Cuerda o lana gruesas</i> <i>Cuchillo para cortar fruta</i> <i>Toallas de papel</i> <i>Cloruro de sodio de 0,1 M</i> <i>Ácido clorhídrico de 0,1 M</i> <i>Tira de cobre</i> <i>Tira de zinc</i> <i>Tira de magnesio</i> <i>Tira de níquel</i> <i>Tira de hierro</i> <i>Limón (u otras frutas cítricas)</i> <i>Tomate (o manzana, kiwi o papa)</i>	1 1 1 2 2 1 20 cm 1 Según sea necesario 5 a 10 mL 50 mL 1 1 1 1 1 1 1
24	Lluvia Ácida y el Crecimiento Vegetal Use un sensor de pH para determinar los efectos del nitrógeno y de los contaminantes que contienen azufre sobre el pH del agua. Observe cómo la lluvia ácida afecta el crecimiento de las plantas.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de pH <i>Probeta de 25 mL</i> <i>Vaso de precipitado pequeño o vaso descartable con NaHCO₃</i> <i>Vaso de precipitado pequeño o vaso descartable con NaHSO₃</i> <i>Vaso de precipitado pequeño o vaso de 100 mL</i> <i>Vaso de precipitado de 500 mL</i> <i>Recipientes de almacenamiento para la "lluvia ácida" (Las pisetas representan una buena opción como recipientes de almacenamiento)</i> <i>Pipetas plásticas de 1 mL</i> <i>Pipeta plástica de 1 mL, cortada</i> <i>Ácido sulfúrico de 0,025 M</i> <i>Agua destilada</i> <i>Vinagre</i> <i>Plantas pequeñas (las margaritas, petunias, filodendros, plantas de frijoles y plantas pequeñas similares son buenas opciones)</i>	1 1 1 1 por clase 1 por clase 1 1 2 2 1 100 mL 50 mL 10 mL 2

Act	Título	Materiales y equipos	Ctd
25	El pH del Suelo Use un sensor de pH para determinar el pH de tres muestras de suelo.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de pH Vasos de precipitado de 50 mL Vasos de precipitado de 250 mL Probeta de 100 mL Varilla agitadora Piseta con agua destilada Herramienta de excavación Bolsa de plástico, pequeña que pueda cerrarse Solución amortiguadora de pH 4 Solución amortiguadora de pH 10 Agua destilada Marcador indeleble Toallas de papel Recipiente para desechos Muestra de suelo	1 1 2 3 1 1 1 1 3 25 mL 25 mL 400 mL 1 Según sea necesario 1 3
26	La Luz Solar y la Fotosíntesis en Plantas Acuáticas Use un sensor de pH para recopilar datos a fin de demostrar la relación entre la fotosíntesis y la luz.	Sistema de recolección de datos Sensor de pH Bolsas de plástico de 500 mL o 16 onzas, que puedan cerrarse Probeta de 250 mL Caracoles acuáticos (Si puede, obténgalos de su entorno local.) Plantas acuáticas, como por ejemplo elodea Lámpara fluorescente Papel de aluminio de 15 x 15 pulgadas Agua de arroyo o estanque Marcador	1 2 2 1 2 2 1 1 500 mL 1

*Estos productos estén incluidos con el aparato específico o sensor utilizado en el experiment.

Actividad por sensores PASCO

Esta lista muestra los sensores y otros equipos PASCO utilizados en las actividades de laboratorio.

Productos disponibles de PASCO	Ctd	Actividad Dónde Se Usa
Sistema de recolección de datos	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
Sensor PASPORT de presión absoluta	1	18, 20
Sensor PASPORT de dióxido de carbono	1	1, 3, 4
Sensor PASPORT de fuerza	1	7, 10, 12, 14
Sensor PASPORT de fuerza	2	11
Sensor PASPORT de frecuencia cardíaca con empuñadura	1	6
Cuentagotas PASPORT	1	22
Sensor PASPORT de movimiento	1	8, 9, 10, 12
Sensor PASPORT de oxígeno	1	2
Sensor PASPORT de pH ¹	1	5, 21, 22, 24, 25
Sensor PASPORT de pH ¹	2	26
Sensor PASPORT de temperatura de acero inoxidable	1	17
Sensor PASPORT de temperatura ²	1	1, 19
Sensor PASPORT de temperatura ²	2	13
Sensor PASPORT de voltaje	1	15, 23
Cable de extensión del sensor PASPORT	1	1, 3, 4, 5, 18, 20

¹La sonda de pH puede conectarse a un sensor de química, de pH o de calidad del agua.

²Puede utilizar el sensor de temperatura de respuesta rápida o el de acero inoxidable.

Ciencias Ambientales

Batería Electroquímica: Energía de los Electrones

Objetivos

Colocar de forma experimental reactivos metálicos en su orden correcto en la tabla de potenciales normales de electrodo. Mediante esta investigación, los alumnos:

- ♦ describen la electricidad como el flujo de electrones;
- ♦ aprenden que algunos metales forman iones de manera más sencilla que otros y que la facilidad con la que se forman los iones determina la cantidad de energía que estos pueden producir;
- ♦ aprenden que las pilas electroquímicas (celdas fotovoltaicas, pilas) producen energía utilizable al separar dos mitades de una reacción química espontánea en la que los productos tienen una energía potencial menor que los reactivos;
- ♦ aprenden que una pila electroquímica contiene dos metales diferentes, un camino para el movimiento de iones y una solución de electrolitos.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ Construcción de pilas electroquímicas con soluciones de electrolitos, cables y distintos electrodos metálicos.
- ♦ Medición del voltaje que se produce en una pila electroquímica al utilizar diferentes metales como ánodo y cobre como cátodo.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	30 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	30 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	40 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- ◆ Sistema de recolección de datos
- ◆ Sensor de voltaje
- ◆ Probeta de 50 mL
- ◆ Vasos de precipitado (2) de 50 mL
- ◆ Pinza de caimán (2), 1 negra y 1 roja
- ◆ Piseta y recipiente para desechos
- ◆ Cuerda o lana gruesas, 20 cm
- ◆ Cuchillo para cortar fruta
- ◆ Toallas de papel
- ◆ Cloruro de sodio (NaCl) de 0,1 M; 5 a 10 mL¹
- ◆ Ácido clorhídrico (HCl) de 0,1 M; 50 mL²
- ◆ Tira de cobre³
- ◆ Tira de zinc³
- ◆ Tira de magnesio³
- ◆ Tira de níquel³
- ◆ Tira de hierro³
- ◆ Limón⁴
- ◆ Tomate⁵

¹ Para formular la solución con sal de mesa (cloruro de sodio, NaCl), consulte el apartado sobre Preparación del laboratorio.

² Para formular la solución con ácido clorhídrico (HCl) concentrado (12 M) o diluido (6 M), consulte el apartado sobre Preparación del laboratorio.

³ Consulte el apartado sobre Preparación del laboratorio para obtener ideas sobre dónde conseguir los electrodos metálicos.

⁴ Cualquier fruta cítrica puede reemplazar al limón.

⁵ El tomate puede reemplazarse con una manzana, un kiwi o una papa.

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

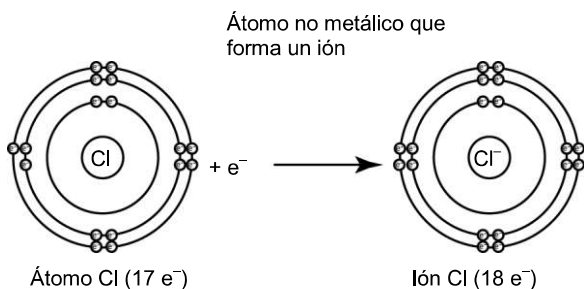
- ◆ Modelo atómico de Bohr
- ◆ Energía cinética y potencial
- ◆ Soluciones electrolíticas
- ◆ Ley de conservación de la materia
- ◆ Capas de valencia
- ◆ Formación de iones

Antecedentes

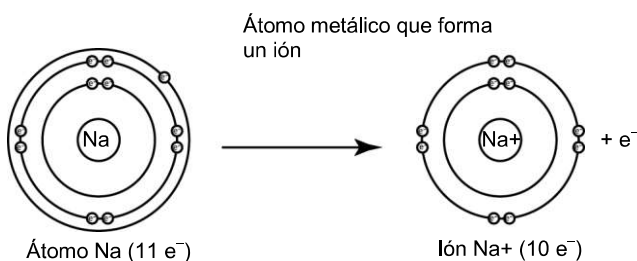
Todos los tipos de trabajo requieren el aporte de algún tipo de energía. La energía puede clasificarse como cinética o potencial. La energía cinética es energía en movimiento e incluye la luz, el sonido, el movimiento, el calor y la electricidad. La energía potencial es energía almacenada que aún no se ha liberado como energía cinética.

En química, la energía se almacena en las uniones entre los átomos. Estas uniones se forman debido a las tendencias de los átomos de sumar o restar electrones. Los únicos átomos que no tienden a unirse son los de los gases inertes. Estos átomos no se unen debido a que sus electrones ya están organizados en una configuración con baja energía potencial y, por lo tanto, son muy estables. La baja energía potencial, y la estabilidad resultante, proviene de la capa de energía más externa (capa de valencia).

Todos los demás elementos pueden disminuir su energía potencial al completar los electrones de su capa de valencia. Los átomos no metálicos pueden disminuir su energía potencial y tornarse más estables al sumar electrones para completar su capa de valencia.



Por otro lado, los átomos metálicos deben restar electrones para contar con un nivel externo de energía completo y, por lo tanto, disminuir su energía potencial para tornarse más estables.



Una pila electroquímica (celda fotovoltaica) está diseñada para sacar provecho de las tendencias relativas de los metales a perder electrones. Estos electrones perdidos deben obedecer la ley de conservación de la materia e irse a otro lado. Sin embargo, la transferencia de electrones de un átomo a otro se conoce como reacción de "reducción–oxidación". Esta es una combinación de dos "mitades de reacciones" distintas que siempre se producen juntas: la mitad de una reacción de "oxidación" en la que un reactivo pierde electrones y la mitad de una reacción de "reducción" en la que otro reactivo gana electrones. (Existen algunas reglas mnemotécnicas en inglés, entre ellas "oil rig" [Oxidation Is a Loss of electrons] (la oxidación es una pérdida de electrones , [Reduction Is a Gain of electrons] la reducción es una ganancia de electrones) y "Leo the Lion goes ger" (la pérdida de electrones es la oxidación [Loss of Electrons is Oxidation], la ganancia de electrones es la reducción [Gain of Electrons is Reduction]).



El metal en una reacción de reducción–oxidación suma o resta electrones en función de su potencial de oxidación relativo al otro reactivo. Un listado de potenciales de reducción de electrodos clasifica los elementos con base en sus tendencias de sumar electrones; los primeros del listado sumarán electrones de forma espontánea de los últimos del listado.

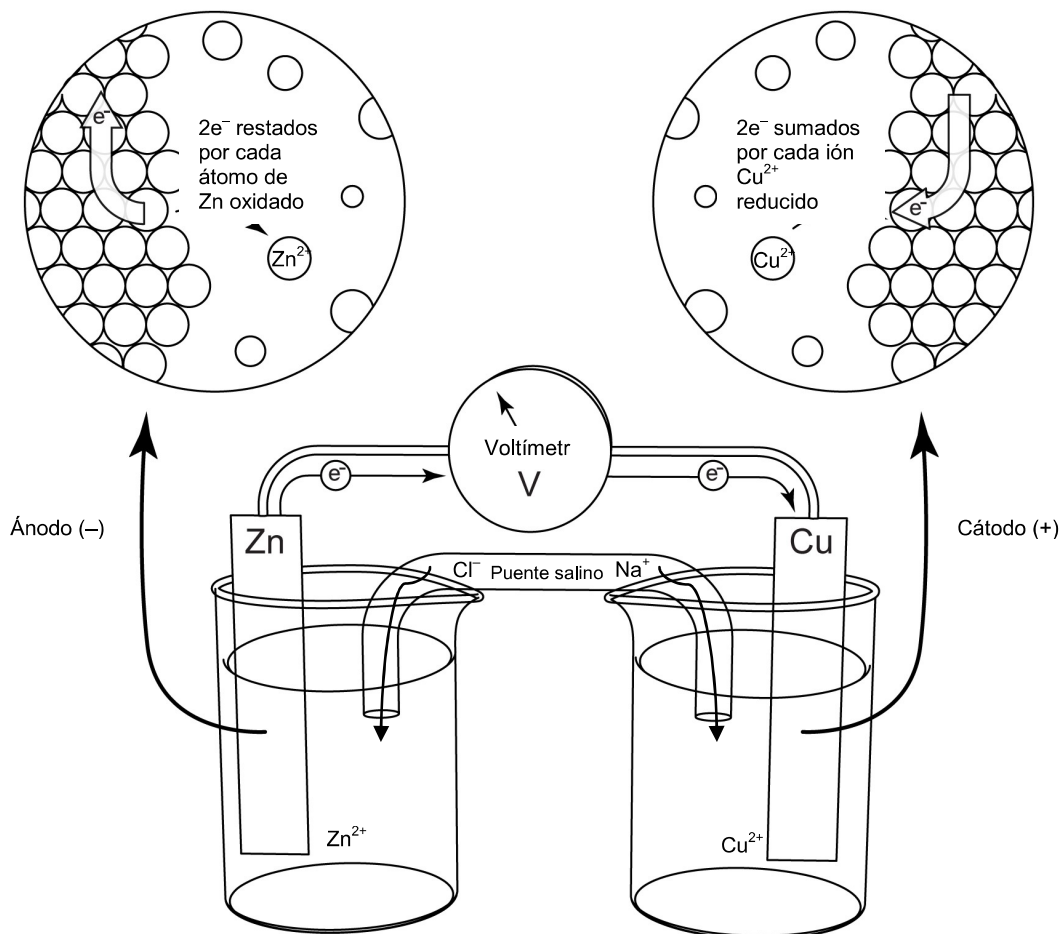
Potenciales normales de reducción en una solución acuosa a 25 °C

Mitad de reacción de reducción	E° (V)
$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-(\text{aq})$	+2,87
$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au}(\text{s})$	+1,50
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s})$	+0,80
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	0,00
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{s})$	-0,25
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	-0,44
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0,76
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	-1,66
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{s})$	-2,37
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}(\text{s})$	-2,71
$\text{K}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}(\text{s})$	-2,93

Por ejemplo, si comparamos el zinc y el cobre, este último tiene el mayor potencial de reducción del listado y sumará electrones del zinc. Sin embargo, si comparamos el zinc y el magnesio, el primero tiene el mayor potencial de reducción y, por lo tanto, sumará electrones del magnesio.

Una pila electroquímica fuerza a los electrones que se transfieren de un metal a otro a recorrer un circuito. Luego, la pila electroquímica utiliza estos electrones en circulación (corriente eléctrica) para realizar el trabajo; cuanto mayor es el flujo de electrones, mayor es el amperaje. El voltaje que produce la pila electroquímica depende de los metales que se utilicen. Los metales que se encuentran más alejados en la tabla de potenciales de reducción de electrodos tendrán mayores diferencias en el potencial electroquímico. Este potencial electroquímico se mide como voltaje (V).

Una pila electroquímica separa físicamente las dos mitades de reacciones y las une mediante un cable conductor que permite que los electrones fluyan de un metal a otro. Las mitades de reacciones también se unen mediante un puente salino que permite que los iones fluyan entre las celdas para equilibrar las cargas y completar el circuito. En las pilas electroquímicas, la reducción se produce en el polo positivo (el electrodo que suma electrones: cátodo) y la oxidación se produce en el polo negativo (el electrodo que resta electrones: ánodo).



Una pila electroquímica (celda fotovoltaica) fabricada con electrodos de zinc y cobre.

En una pila seca, las dos celdas están divididas por un separador de membrana de papel no conductor, semipermeable.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Energía

Fomente la participación de sus alumnos en un debate sobre la importancia de la energía en sus vidas y en nuestro mundo. Pídales que definan la energía, que diferencien la energía cinética de la energía potencial, que brinden ejemplos de diferentes formas de energía y que expliquen la ley de conservación de la energía.

1. ¿Qué es la energía? ¿Cuál es la importancia de la energía en su vida y en nuestro mundo?

La energía es necesaria para efectuar acciones (empujar o tirar un objeto una determinada distancia). La energía es necesaria para que los humanos puedan vivir y se utiliza para que la vida sea más sencilla (transporte, luz, lavadoras) y más agradable (teléfonos celulares, reproductores de MP3, televisores).

2. ¿Cuáles son las dos clasificaciones principales de la energía y en qué se diferencian?

Las dos clasificaciones de la energía son la energía cinética y la energía potencial. La energía cinética es energía en movimiento. Es la energía que nos permite hacer las cosas. La energía potencial se relaciona con la posición y es energía almacenada.

3. Nombre varios ejemplos de energía cinética.

Una pelota que vuela por el aire, un automóvil que se mueve por la calle y una persona que corre son ejemplos de energía cinética. Los átomos y las moléculas también exhiben energía cinética al vibrar, rotar o moverse por el espacio.

4. Nombre varios ejemplos de energía potencial.

Una pelota inmóvil en un estante, una roca al borde de un precipicio, una flecha que se retrae en un arco y un resorte comprimido son ejemplos de energía potencial. A nivel molecular, la energía está almacenada en las uniones químicas que mantienen unidos a los átomos.

5. ¿Qué establece la ley de conservación de la energía?

La ley de conservación de la energía establece que la energía no se puede crear ni destruir. Cuando se utiliza la energía, esta cambia de una forma a otra.

6. ¿Cuáles son las diferentes formas de energía cinética?

La energía potencial puede liberarse como energía cinética y observarse en forma de luz, sonido, electricidad, calor y movimiento.

Pilas

Muestre algunos ejemplos de pilas y baterías, tales como una batería de teléfono celular y una pila AA. Fomente la participación de los alumnos en un debate sobre por qué utilizamos las pilas y de dónde proviene la energía. Repase términos clave tales como la potencia, la energía y el voltaje. Muéstreles a los alumnos cómo utilizar un sensor de voltaje para probar una pila al colocar los cables en cada extremo de la pila. Finalice el debate al analizar los tipos de energía y las transformaciones energéticas que se producen en las pilas.

7. ¿Por qué utilizamos las pilas?

Utilizamos las pilas para brindarle potencia a las cosas. La potencia es energía por unidad de tiempo y se mide en watts ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$). Las pilas suministran energía eléctrica (electricidad) y esta realiza el trabajo que deseamos, como hacer funcionar nuestros teléfonos celulares o encender un motor.

8. Existen muchos tipos de pilas distintos. ¿En qué difieren las pilas que ha utilizado?

Existen muchos tipos de pilas distintos; tienen distintos tamaños, formas, voltajes, vidas útiles y algunas son reutilizables (recargables).

9. Existen muchos tipos y tamaños de pilas distintos, pero ¿qué tienen en común todas las pilas?

Todas las pilas tienen un extremo "positivo" (cátodo) y otro "negativo" (ánodo) y producen electricidad al conectar los polos.

10. ¿Cómo puedo determinar si la pila aún "sirve"?

Utilice un sensor de voltaje para medir el voltaje. Si el voltaje es igual a lo que se indica en la pila, entonces la pila todavía tiene carga. Si el voltaje es menor que lo que se indica en la pila, entonces es posible que la pila ya no sirva.

11. ¿Qué es el voltaje?

El voltaje mide la energía por unidad de carga. Proviene de la diferencia en el potencial entre un electrodo y el otro. La diferencia es importante porque es la fuerza que mueve los electrones a través del circuito. Cuanta mayor es la diferencia en el potencial, más "fuerte" es la fuerza que mueve los electrones.

12. ¿Qué tipos de energía participan? Explique cada tipo de energía.

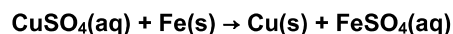
Una pila contiene energía química potencial. La energía química potencial proviene de la atracción electrostática que mantiene unidos a los átomos (uniones). Al utilizar una pila, la energía química cambia a electricidad (el flujo de electrones) y la energía eléctrica cambia a la forma de energía requerida por el aparato en el que está colocada la pila (luz, sonido o calor).

13. ¿De qué forma la energía química en las uniones se transforma en un flujo de electrones?

Se produce una reacción química. Los electrones se transfieren de un reactivo a otro en una reacción de reducción–oxidación (redox). La mitad de una celda electroquímica fuerza al reactivo que pierde electrones a ubicarse en un lugar distinto que el reactivo que gana electrones. Por lo tanto, se fuerza a los electrones a pasar por un cable antes de llegar a su receptor. Por lo tanto, puede aprovecharse la energía.

Reacción química: sulfato de cobre (II) y hierro

Demuestre la reacción de reducción–oxidación entre el cobre y el hierro al colocar una pieza de hierro (p. ej., un clavo de hierro) en un tubo de ensayo con una solución de sulfato de cobre (II) de 0,1 M:



El cobre tiene un mayor potencial de reducción que el hierro, por lo cual los iones de cobre (II) adoptarán electrones del metal hierro. Esto provoca que los iones de cobre (II) ganen electrones (reducción) y se conviertan en cobre sólido (lo cual cubrirá el clavo de hierro con una fina capa de cobre). El hierro se convertirá en iones de hierro (II) después de renunciar a algunos de sus electrones (oxidación). El color de la solución cambiará de azul a verde a medida que se consuman los iones azules.

de cobre (II) y se sustituyan por iones verdes de hierro (II). Si coloca el cobre en una solución de sulfato de hierro (II), no sucede nada porque el cobre tiene una mayor afinidad para los electrones que el hierro.

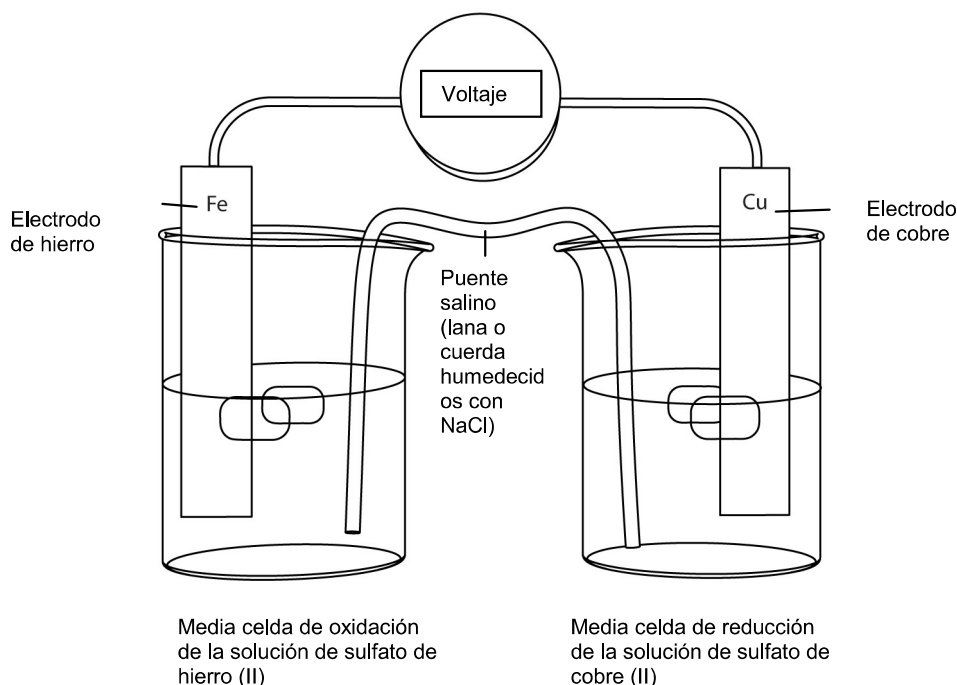
Para que los iones de cobre (II) se conviertan en cobre, deben recibir electrones. Si puede forzar a los electrones a circular por un cable en su camino hacia los iones de cobre (II), ha logrado generar una corriente eléctrica. Así funciona una pila química. El voltaje, que algunas veces se denomina potencial de celdas, es la medición del cambio en la energía potencial en la pila. Cuanto mayor es el cambio en la energía potencial que se produce en la reacción química, mayor es el voltaje.

Química del interior de una pila: Celdas electroquímicas (fotovoltaicas)

En la demostración anterior, los electrones tenían libertad para transferirse directamente entre el cobre y el hierro. Para forzar a los electrones a circular por un cable para producir una corriente de electricidad, debe separarse la reacción en sus partes individuales. Demuéstrelo con un vaso de precipitado en el que se produce una reducción y otro en el que se produce una oxidación. Nos referimos a cada vaso como media celda, o media reacción, ya que solo se produce la mitad de la reacción general de reducción-oxidación.

Construya la media celda de oxidación al colocar un electrodo de hierro en un vaso de precipitado con sulfato de hierro (II); construya la media celda de reducción al colocar un electrodo de cobre en un vaso de precipitado con sulfato de cobre (II). Conecte los dos electrodos utilizando conectores caimán a sensor de voltaje en el medio. Observe la ausencia de una lectura de voltaje. A continuación, una los dos vasos de precipitado con un trozo de lana o cuerda gruesa humedecida con una solución de cloruro de sodio para completar el circuito. Observe la lectura del voltaje.

Reemplace el electrodo de hierro con uno fabricado con un metal diferente. Observe la nueva lectura del voltaje. A medida que progresa la reacción, la solución electrolítica de la media celda de reducción puede cambiar de color mientras los iones azules de cobre (II) se convierten en cobre al depositarse en el electrodo de cobre y se reemplazan con los iones verdes de hierro (II) que viajan por el puente salino. El color de la solución electrolítica en la media celda de oxidación no cambiará el color, ya que los iones de hierro (II) se reemplazan a medida que el electrodo de hierro se oxida.



14. ¿Por qué se colocan los electrodos en vasos de precipitado separados?

Los vasos de precipitado separados evitan que el sistema entre en "cortocircuito". Al conectar los dos vasos de precipitado mediante un cable entre los electrodos, los electrones se ven forzados a viajar de un electrodo a otro a través del cable, lo cual produce una corriente eléctrica medida por el sensor de voltaje.

15. ¿En qué dirección fluyen los electrones en este sistema?

Los electrones se producen en la media celda de oxidación en el electrodo de hierro (polo –, ánodo) y fluyen hacia la media celda de reducción que contiene el electrodo de cobre (polo +, cátodo).

16. ¿Por qué el sensor de voltaje no mostró una lectura antes de agregar el puente salino?

El circuito estaba incompleto.

17. ¿Cuál es el objetivo del puente salino?

El puente salino completa el circuito y permite que los iones viajen de un vaso de precipitado a otro para equilibrar las cargas acumuladas durante la reacción. A medida que los electrones salen de la media celda de oxidación, se acumula una carga positiva a medida que el hierro se convierte en iones de hierro (II) en la solución, lo cual requiere que los iones negativos fluyan al vaso de precipitado para contrarrestarlos. Asimismo, a medida que los electrones ingresan en la media celda de reducción, se acumula una carga negativa a medida que los iones de hierro (II) salen de la solución y se convierten en cobre, lo cual requiere que los iones positivos fluyan al vaso de precipitado para reemplazarlos.

18. ¿Por qué cambió el voltaje cuando el electrodo de hierro se reemplazó con un metal diferente?

Los diferentes metales tienen diferentes tendencias para sumar o restar electrones. El voltaje es una medición de la diferencia entre las afinidades de los dos electrodos respecto de los electrones (potenciales de electrodos). Cuanta mayor es la diferencia en los potenciales de electrodos, mayor es el voltaje medido.

Preparación del Laboratorio

Estos son los materiales y los equipos que deben prepararse antes de trabajar en el laboratorio.

Cumpla con los siguientes procedimientos de seguridad al comenzar sus preparativos:

- ◆ Utilice protección ocular, una bata de laboratorio y guantes protectores al manipular ácidos. Se recomiendan anteojos a prueba de salpicaduras. Los guantes pueden ser de látex o nitrilo.
- ◆ Si las soluciones ácidas entran en contacto con la piel o los ojos, enjuáguelos inmediatamente con abundante agua corriente durante al menos 15 minutos.
- ◆ La disolución de ácidos produce calor; tenga extremo cuidado al manipular soluciones recién preparadas y objetos de vidrio, ya que podrían estar muy calientes.
- ◆ Siempre agregue ácidos al agua, no al revés, ya que las soluciones pueden hervir con fuerza.
- ◆ Manipule los ácidos concentrados en una campana extractora; los gases son cáusticos y tóxicos.

Prepare las siguientes soluciones:

1. Prepare 100 mL de solución de cloruro de sodio de 0,1 M: Disuelva 0,58 g de sal de mesa (cloruro de sodio) en 100 mL de agua destilada. Esto será suficiente para 10 grupos de laboratorio.
2. Prepare 1000 mL de ácido clorhídrico de 0,1 M a partir de HCl concentrado (12 M) o diluido (6 M). Esto será suficiente para 20 grupos de laboratorio.

A partir de HCl concentrado (12 M)

- a. Agregue aproximadamente 500 mL de agua destilada a un vaso de precipitado de 1000 mL con una varilla agitadora.
- b. Agregue lentamente 8,3 mL de HCl de 12 M al vaso de precipitado mientras lo agita continuamente.
- c. Deje que la solución se enfríe. Luego, viértala cuidadosamente en un matraz volumétrico de 1000 mL y diluya hasta la marca con agua destilada.
- d. Tape el matraz e inviértalo tres veces con cuidado para que se mezcle por completo.

A partir de HCl diluido (6 M):

- a. Agregue aproximadamente 500 mL de agua destilada a un matraz volumétrico de 1000 mL.
- b. Agregue 16,7 mL de HCl de 6 M al agua y diluya hasta la marca con agua destilada.
- c. Tape el matraz e inviértalo tres veces con cuidado para que se mezcle por completo.

3. Electrodos:

Las fuentes para obtener los metales pueden variar, según se realice un pedido directamente en línea a proveedores de ciencias, o se visite un depósito de chatarra o un reciclador de metales. Quizá ya tenga algunos de los metales a mano. Quíteles los bordes filosos.

El cobre está presente en los cables eléctricos, las tuberías de agua y las chapas disponibles en las ferreterías.

El zinc está presente en los clavos galvanizados que se venden en las ferreterías.

El magnesio generalmente se consigue solo adquiriéndolo a proveedores de productos químicos.

El hierro es bastante común y puede encontrarlo en los clavos, entre otras fuentes.

El níquel puede encontrarlo en los cables que se utilizan en la fabricación de joyería en algunas tiendas de artesanías de especialidad.

Seguridad

Incorpore las siguientes precauciones importantes de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ Tenga cuidado con los bordes filosos de los electrodos de metal.
- ♦ No ingiera ninguno de los alimentos utilizados en esta investigación. Deseche las frutas conforme a las indicaciones del docente.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

1	2	3	4
Arme la pila electroquímica con HCl de 0,1 M como el electrolito y el cobre y el zinc como los electrodos.	Pruebe el voltaje del zinc y luego reemplácelo con tres metales diferentes y pruebe el voltaje de cada uno.	Reemplace el HCl con un limón y luego con un tomate y halle el voltaje producido por cada metal.	Utilice los datos recolectados para ordenar los metales por la cantidad de voltaje que produjeron al utilizarse en una pila.

Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Preparación

1. ☐ Inicie un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
2. ☐ Conecte un sensor de voltaje al sistema de recolección de datos.
3. ☐ Conecte el conector caimán rojo al cable rojo del sensor de voltaje y el conector caimán negro al cable negro del sensor de voltaje.
4. ☐ Vierta aproximadamente 25 mL de ácido clorhídrico (HCl) de 0,1 M en cada vaso de precipitado de 50 mL. El HCl es la solución electrolítica.

5. ☐ ¿Qué es una solución electrolítica? ¿Qué hace que esta solución sea electrolítica?

Una solución electrolítica es una solución que conduce electricidad. Para que una solución conduzca electricidad debe contener iones. Esta solución contiene iones hidrógeno (H^+) e iones cloruro (Cl^-).

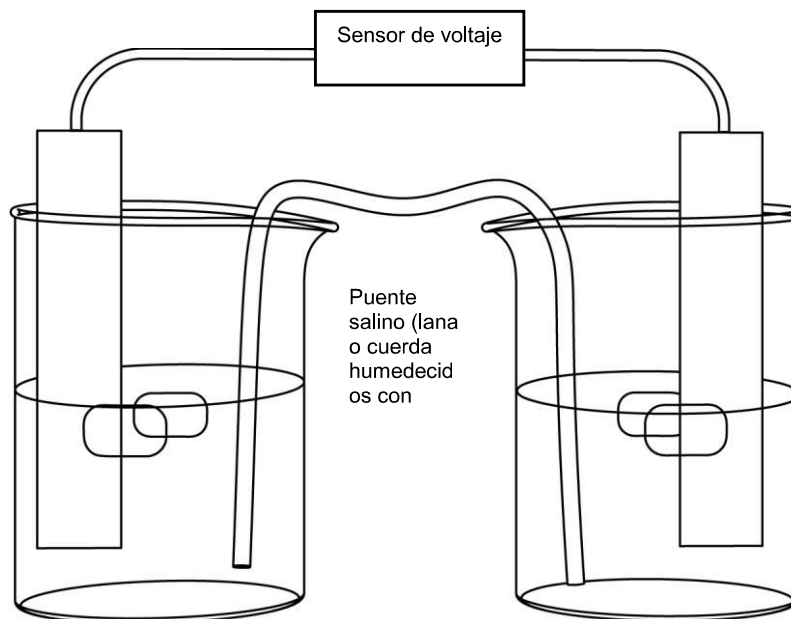
6. ☐ Coloque una tira de zinc en un vaso de precipitado y una tira de cobre en el otro.

Nota: El cobre se utilizará en todas las pilas electroquímicas como referencia para la comparación con los otros metales.

7. ☐ ¿Es necesario tener un vaso de precipitado para la tira de cobre y otro para la tira de zinc? Explique.

Para que se produzca la reacción, el cobre y el zinc no tienen que estar separados en dos vasos de precipitado. No tienen que estar separados porque el electrolito en cada vaso de precipitado es el mismo. Debe asegurarse de que los dos electrodos no se toquen entre sí.

8. ☐ Humedezca un pedazo de cuerda de 20 cm con la solución de cloruro de sodio de 0,1 M y cuélguelo entre los dos vasos de precipitado con los extremos sumergidos en la solución electrolítica. La cuerda se denomina puente salino y permite que los iones se muevan entre los dos vasos de precipitado para mantener neutras las soluciones.



9. ☐ ¿Cuál es la variable dependiente y la variable independiente y las unidades que se utilizan para cada una en este experimento?

La variable dependiente es el voltaje y se mide en voltios.

La variable independiente es el tipo de metal.

Recolecte los Datos

10. ☐ Monitoree los datos de voltaje en vivo en una pantalla de dígitos.
11. ☐ Conecte el cable negro del sensor de voltaje a la tira de zinc y el cable rojo a la tira de cobre mediante los conectores caimán.

- 12.** ☐ Registre el voltaje del electrodo de zinc en la columna HCl de 0,1 M de la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Lecturas del voltaje de metales en diferentes pilas electroquímicas

Metal	Pila de HCl de 0,1 M (V)	Pila de limón (V)	Pila de tomate (V)
Zinc (Zn)	0,90	0,81	0,79
Magnesio (Mg)	1,59	1,69	1,58
Níquel (Ni)	0,04	0,04	0,00
Hierro (Fe)	0,24	0,29	0,37

- 13.** ☐ Desconecte el cable negro, quite la tira de zinc, reemplácela con una tira de magnesio y reconecte el cable negro.
- 14.** ☐ Registre el voltaje producido con el magnesio en la columna HCl de 0,1 M de la Tabla 1 que se encuentra más arriba.
- 15.** ☐ Repita este proceso con una tira de níquel y una tira de hierro y registre los voltajes en la columna HCl de 0,1 M de la Tabla 1 que se encuentra más arriba.
- 16.** ☐ Cuando haya recolectado todos sus datos para el HCl de 0,1 M, desconecte los cables del sensor de voltaje y quite ambos electrodos de los vasos de precipitado.
- 17.** ☐ Limpie todas las tiras metálicas con agua y séquelas.
- 18.** ☐ Haga rodar firmemente el limón por la mesa con la palma de la mano.
- 19.** ☐ Utilice un cuchillo para realizar dos cortes lo suficientemente anchos como para insertar los electrodos a 2 o 3 cm de distancia dentro del limón.
- 20.** ☐ Inserte el electrodo de cobre profundamente dentro del limón a través de uno de los cortes.
- 21.** ☐ Inserte el electrodo de zinc en el otro corte.

Nota: Asegúrese de que los dos electrodos no se toquen.

- 22.** ☐ ¿Qué elemento actúa como solución electrolítica en el limón?

El jugo de limón.

- 23.** ☐ Conecte el cable negro del sensor de voltaje al electrodo de zinc y el cable rojo al electrodo de cobre.

- 24. ☐ Registre el voltaje del zinc en la columna Limón de la Tabla 1 que se encuentra más arriba.
- 25. ☐ Desconecte el cable negro, quite la tira de zinc, reemplácela con la tira de magnesio y reconecte el cable negro.
- 26. ☐ Registre el voltaje producido con el magnesio en la columna Limón de la Tabla 1 que se encuentra más arriba.
- 27. ☐ Repita este proceso con la tira de níquel y la tira de hierro y registre los voltajes en la Tabla 1 que se encuentra más arriba.

- 28. ☐ ¿Qué mide el voltaje?

El voltaje mide la energía por unidad de carga. Es la diferencia en el potencial de electrodo entre los dos metales. Esta diferencia en el potencial refleja la diferencia en la afinidad de electrones que existe entre los dos metales.

- 29. ☐ Cuando haya recolectado todos sus datos, desconecte los cables del sensor de voltaje y quite los electrodos del limón.
- 30. ☐ Limpie todos los electrodos con agua y séquelos.
- 31. ☐ Vuelva a armar la pila electroquímica con un tomate en lugar del limón y vuelva a probar el voltaje producido con los cuatro metales.
- 32. ☐ Registre el voltaje para cada metal en la columna Tomate de la Tabla 1 que se encuentra más arriba.
- 33. ☐ Limpie conforme a las indicaciones del docente.

Análisis de Datos

- 1. ☐ Ordene los metales según la cantidad de voltaje que producen al utilizarlos en una pila con la solución electrolítica de HCl de 0,1 M (ordénelos de mayor a menor voltaje).

Mg > Zn > Fe > Ni

- 2. ☐ Ordene los metales según la cantidad de voltaje que producen al utilizarlos en una pila de limón (ordénelos de mayor a menor voltaje).

Mg > Zn > Fe > Ni

- 3. ☐ Ordene los metales según la cantidad de voltaje que producen al utilizarlos en una pila de tomate (ordénelos de mayor a menor voltaje).

Mg > Zn > Fe > Ni

Preguntas de Análisis

1. ¿Qué componentes son necesarios para fabricar una pila?

Dos metales diferentes, un cable conductor, una solución electrolítica y un puente salino.

2. El tipo de pila electroquímica que se utilizó (HCl, limón, tomate), ¿influyó sobre la clasificación de los metales? ¿Cuál fue el papel del limón y el tomate?

La pila electroquímica utilizada no influyó en la clasificación. El limón y el tomate actuaron como la solución electrolítica que completó el circuito.

3. ¿Cuál era la fuente de los electrones de la pila?

El más activo de los dos metales; el que tenía el mayor potencial de oxidación (menor potencial de reducción).

4. ¿Qué par de electrodos generaría la pila más potente? ¿Cómo lo sabe?

El magnesio y el cobre generarían la pila más potente, ya que tienen la mayor diferencia en su potencial, lo cual produce el mayor voltaje.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. Hay pilas de todas las formas, tamaños y voltajes. Las baterías de automóviles, las baterías de teléfono celular, las baterías de las computadoras y las pilas de las linternas difieren unas de otras. Explique de qué forma cada una de estas pilas y baterías son similares y sugiera un motivo que explique sus diferentes voltajes.

Todas estas pilas y baterías contienen dos tipos de metales, un cable por el que fluyen los electrones (cuando está conectado) y una solución electrolítica separada por una membrana que actúa como puente salino. Los diferentes tipos de pilas y baterías utilizan diferentes tipos de metales y diferentes soluciones electrolíticas.

2. ¿Por qué cree que las pilas se agotan?

Porque el electrodo metálico que produce electrones (el ánodo en el que se produce la oxidación) se consume durante la reacción química.

3. ¿Por qué cree que muchos aparatos electrónicos requieren más de una pila?

Porque el circuito del sistema electrónico requiere más voltaje (o más corriente) de lo que una pila puede suministrar o para extender la vida útil de las pilas.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

- 1. En una celda química, la corriente eléctrica la genera:**
 - A.** La fruta
 - B.** Los metales
 - C.** Los protones
 - D.** Los electrones

- 2. En la pila de frutas, la fruta aportó:**
 - A.** El metal
 - B.** Los electrones
 - C.** La solución electrolítica
 - D.** El voltaje

- 3. El voltaje es la medición de:**
 - A.** La cantidad de electrones
 - B.** La diferencia en la afinidad con respecto a los electrones
 - C.** El tiempo que requiere que un electrón recorra un circuito
 - D.** La concentración de sal en la fruta

- 4. En la pila de frutas, los electrones se generaron desde:**
 - A.** El electrodo metálico
 - B.** La fruta
 - C.** El cable
 - D.** La solución electrolítica

- 5. En una pila electroquímica, la energía química se convierte en:**
 - A.** Energía potencial
 - B.** Electricidad
 - C.** Sonido
 - D.** Luz

Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado que figura en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. Todos los tipos de trabajo requieren el aporte de algún tipo de **energía**. La energía **cinética** es energía en movimiento e incluye la luz, el sonido, el movimiento, el calor y la electricidad. La energía **potencial** es energía almacenada que aún no se ha liberado. En química, la energía potencial se almacena en **los enlaces** entre **los átomos**. Estas uniones se forman a fin de organizar **los electrones** en configuraciones con baja energía potencial.
2. Una pila electroquímica aprovecha las tendencias relativas de **los metales** a perder electrones. La transferencia de electrones de un átomo a otro se conoce como reacción de **reducción–oxidación**. Esta es una combinación de dos medias reacciones distintas en las que se pierden electrones en **la oxidación** y se suman electrones en **la reducción**. Que un metal sume o reste electrones en esta reacción al combinarlo con otro depende de su colocación relativa en la lista de potenciales de electrodos. **Los primeros** metales de la lista sumarán electrones de los otros metales. La diferencia en los potenciales de los dos metales se mide en forma de **voltaje**.
3. Una pila electroquímica que contiene una solución **electrolítica** separa los dos metales y permite la transferencia de electrones, la cual fluye por un cable que los conecta. A fin de equilibrar las cargas y completar el circuito, un **punto salino** conecta las celdas que permiten el flujo de iones. En la pila, la reducción se produce en el cátodo y la oxidación se produce en el ánodo.

Otras Sugerencias de Investigación

Determine si la concentración de la solución electrolítica influye sobre el voltaje de la celda. Utilice la ecuación de Nernst para validar los resultados.

Reemplace el electrodo de cobre de referencia por distintos metales y observe si surgen nuevos patrones.

Pruebe el efecto de cables y puentes salinos de distintos tamaños (hilo, cuerda, lana) sobre el voltaje y la corriente medidos.

Determine el efecto de la superficie del electrodo sobre el voltaje de la celda.

Permita que la celda se "agote" mientras mide el voltaje contra el tiempo y grafique los resultados. Asegúrese de que las dimensiones de los electrodos sean lo más similares posible. ¿Algunos metales duran más? ¿Existe una relación entre el voltaje y la duración del electrodo?

La Lluvia Ácida y el Crecimiento Vegetal

Objetivos

Los alumnos investigan las reacciones que se producen entre los gases en la atmósfera (CO_2 y SO_2) y las gotas de agua y lo relacionan con la producción de lluvia ácida. Los alumnos crean muestras de "lluvia ácida" y observan el efecto de esta sobre el crecimiento vegetal durante una semana.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ Utilización de un sensor de pH para medir y comparar el cambio en el pH debido a gases efervescentes de dióxido de carbono y dióxido de azufre en el agua.
- ♦ Utilización de un sensor de pH para preparar dos muestras de "lluvia ácida".
- ♦ Observación del crecimiento vegetal y registro de las observaciones durante varios días.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	20 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	15 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	45 minutos (Día 1)
	10 minutos (Día 2 a 5)

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- ◆ Sistema de recolección de datos
- ◆ Sensor de pH¹
- ◆ Probeta de 25 mL
- ◆ Vaso de precipitado pequeño o vaso descartable con NaHCO₃²
- ◆ Vaso de precipitado pequeño o vaso descartable con NaHSO₃²
- ◆ Vaso de precipitado pequeño o vaso de 100 mL
- ◆ Vaso de precipitado de 500 mL
- ◆ Recipientes de almacenamiento para la "lluvia ácida"³ (2)
- ◆ Pipetas plásticas de 1 mL (2)
- ◆ Pipeta plástica de 1 mL, cortada
- ◆ Ácido sulfúrico (H₂SO₄) de 0,025 M; 100 mL
- ◆ Agua destilada (50 mL)
- ◆ Vinagre (10 mL)
- ◆ Plantas pequeñas⁴ (2)

¹ La sonda de pH puede conectarse a un sensor químico, de pH o de calidad del agua.

² Los recipientes de sustancias químicas sólidas pueden compartirse entre los miembros de la clase.

³ Las pisetas representan una buena opción como recipientes de almacenamiento.

⁴ Las margaritas, petunias, filodendros, plantas de frijoles y plantas pequeñas similares son buenas opciones.

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ◆ La escala del pH oscila entre el 1 y el 14. Los valores de pH por debajo de 7 son ácidos y por encima de 7 son básicos.
- ◆ Cuanto menor es el valor del pH, mayor es la cantidad de iones hidrógeno (H⁺) que tiene la solución.
- ◆ La atmósfera se compone de una mezcla de gases, principalmente nitrógeno (N₂) y oxígeno (O₂). Otros gases, tales como el dióxido de carbono (CO₂), están presentes en cantidades muy bajas.
- ◆ La quema de combustibles fósiles libera agentes contaminantes al aire.

Antecedentes

La lluvia ácida es un tipo de precipitación con un pH inferior al pH de la lluvia típica. La lluvia normal no es neutra (pH 7), sino que tiene un pH típico de 5,6. La lluvia que tiene un pH menor que 5,6 se considera "lluvia ácida". En distintas regiones geográficas, se ha detectado que la lluvia ácida tiene un pH inferior a 3.

La escala de pH es logarítmica. Esto significa que un cambio de 1 en el pH (por ejemplo al pasar de pH 5 a pH 4) es causa de un aumento de diez veces en la concentración de iones hidrógeno [H⁺]. Una disminución de pH 5 a pH 3 significa que la solución ahora tiene 100 veces (10²) más iones H⁺.

La acidez puede dañar el medio ambiente y los ecosistemas. Los gases que se producen durante la quema de combustibles fósiles (en especial el carbón) son la principal causa de la lluvia ácida.

Los combustibles fósiles son la principal fuente para la generación de energía. Los gases emitidos provenientes de la generación de energía incluyen SO_2 y NO_2 , los cuales reaccionan con el agua en el aire y forman gotas de agua ácida que caen en forma de precipitación.

Cuando las lluvias ácidas caen en lagos o arroyos, el pH de estos cuerpos de agua disminuye, lo cual perjudica a algunos de los organismos en estos medioambientes. La lluvia ácida también perjudica a las plantas y organismos terrestres al disminuir el pH del suelo. Los suelos ácidos liberan iones metálicos, como por ejemplo iones aluminio, que pueden dañar a los organismos, especialmente a las plantas.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Repase la escala de pH

Muéstreles a los alumnos 3 vasos de precipitado con líquidos transparentes: el vaso A (HCl diluido), el vaso B (agua destilada) y el vaso C (HCl muy diluido). No les indique a los alumnos los nombres o fórmulas de los líquidos; nómbrelos solo con las letras. Pruebe el pH de cada solución mediante un sensor de pH. Pregunte a los alumnos:

1. ¿Qué pueden concluir acerca de estos tres líquidos?

Dos de los líquidos son ácidos, ya que el pH de estos líquidos es menor que 7. Uno de los líquidos es agua (u otra sustancia neutra) debido a que tiene un pH de 7.

Dígales a los alumnos que el vaso A y el vaso C contienen ácido clorhídrico (HCl). Pregunte a los alumnos:

2. ¿Por qué el pH del HCl no es el mismo en ambos vasos de precipitado?

Uno de los vasos de precipitado (vaso A) contiene HCl más concentrado; tiene más iones H^+ y menor pH en comparación con el otro vaso.

Analice lo que significa que la escala de pH sea "logarítmica". Por ejemplo, una solución de pH 3 tiene diez veces más iones hidrógeno $[\text{H}^+]$ que una solución de pH 4.

Si recolectó muestras de cuerpos de agua locales, descríbalas a los alumnos las fuentes de sus muestras y pruebe el pH de cada muestra con un sensor de pH.

Preparación del Laboratorio

Estos son los materiales y los equipos que deben prepararse antes de trabajar en el laboratorio:

1. Prepare los recipientes para utilizarlos en la Actividad y debate previos al laboratorio.
 - a. En un vaso de precipitado, agregue entre 5 y 10 mL de ácido clorhídrico (HCl) diluido (0,1 M o menos) a 300 mL de agua. Coloque una etiqueta en el vaso de precipitado con el nombre "A".
 - b. Vierta aproximadamente 150 mL de HCl diluido (del paso anterior) en un nuevo vaso de precipitado y llénelo hasta los 300 mL. Coloque una etiqueta en el vaso de precipitado con el nombre "C".
 - c. Agregue 300 mL de agua destilada a un vaso de precipitado y colóquelo una etiqueta con el nombre "B".

2. Si planea mostrarles a los alumnos el pH de las muestras de agua extraídas de cuerpos de agua locales, recolecte estas muestras y llévelas a la clase.

Consejo para el docente: Las sustancias químicas sólidas (NaHCO_3 y NaHSO_3) que se utilizan en la Parte 1 de la investigación pueden colocarse en pequeños vasos o vasos de precipitado y compartirlas entre los miembros de la clase en lugar de que cada grupo obtenga su propia muestra de tamaño pequeño de los sólidos.

3. Vierta una pequeña cantidad de bicarbonato de sodio en un vaso pequeño o un vaso de precipitado. Colóquele una etiqueta al recipiente con el nombre " NaHSO_3 ".
4. Vierta una pequeña cantidad de bisulfito sódico en un vaso pequeño o un vaso de precipitado. Colóquele una etiqueta al recipiente con el nombre " NaHSO_3 ".
5. Prepare la solución "de reserva" de ácido sulfúrico (H_2SO_4) diluido de 0,025 M a partir de ácido sulfúrico de 1,0 M.
 - a. Agregue 487,5 mL de agua destilada a un vaso de precipitado de 1000 mL.
 - b. Mida 12,5 mL de H_2SO_4 de 1,0 M y agregue el ácido al agua del vaso de precipitado.
 - c. Etiquete algunos vasos de precipitado pequeños con el nombre " H_2SO_4 para lluvia ácida" y distribuya el ácido sulfúrico en estos vasos para que los alumnos lo utilicen durante la actividad de laboratorio.
6. Prepare las pipetas que utilizarán los alumnos en la actividad de laboratorio.
 - a. Para cada grupo de alumnos, corte una pipeta plástica de 1 mL a aproximadamente 1 cm por encima del extremo bulboso y utilice un marcador indeleble para escribirle el nombre "1A".
 - b. Para cada grupo de alumnos, etiquete una pipeta plástica de 1 mL sin cortar con el nombre "1B".
 - c. Para cada grupo de alumnos, etiquete una pipeta plástica de 1 mL sin cortar con el nombre "1C".
 - d. Repita los pasos a–c, pero etiquete las pipetas con los nombres "2A", "2B" y "2C".
7. Adquiera plantas pequeñas en macetas. Si todos los grupos de alumnos observarán las plantas bajo las tres condiciones (control, pH 2 a 3 y pH 3 a 4), deberá adquirir 3 plantas por grupo.

Consejo para el docente: Pueden asignarse diferentes grupos de alumnos a diferentes partes del procedimiento. Algunos grupos pueden observar las plantas de control y otros pueden observar las plantas bajo las condiciones de lluvia ácida.
8. Haga lugar en el aula para poder observar las plantas durante al menos una semana. Coloque las plantas bajo una luz para crecimiento o cerca de ventanas que les permitan recibir suficiente luz.

Seguridad

Incorpore las siguientes precauciones importantes de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ Utilice anteojos protectores al trabajar con químicos.
- ♦ Asegúrese de que las sustancias sólidas y el vinagre se mezclen en pequeñas cantidades y produzcan solo una pequeña cantidad de gas. Si se utiliza más cantidad, los gases que se generen (como el NO_2) pueden ser perjudiciales y la reacción debe realizarse en una campana extractora de gases.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

4	1	3	5	2
Obtenga una o más plantas. Riegue cada una con una solución de "lluvia ácida" o agua de la canilla durante, al menos, una semana.	Primero, cree gases de CO_2 y SO_2 . Use un sensor de pH para conocer el efecto sobre el pH cuando se agregan gases al agua.	Prepare otra solución de "lluvia ácida" con un pH de entre 4,5 y 5,3.	Registre sus observaciones de las tres plantas.	Diluya una solución de ácido sulfúrico en agua hasta que el pH se encuentre entre 3 y 4. Así creará la primera solución de "lluvia ácida".

Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Parte 1: Creación de gases

El siguiente procedimiento genera dióxido de carbono (CO_2) y dióxido de azufre (SO_2), los gases que se producen debido a la quema de combustibles fósiles y se emiten hacia el aire. Estos gases están presentes de forma natural en cantidades muy pequeñas, pero las actividades humanas han aumentado la cantidad de ellos en la atmósfera.

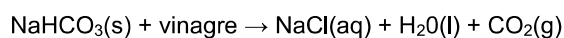
Preparación

1. ☐ Obtenga las pipetas plásticas necesarias para la actividad.
 - a. Dos pipetas cortadas justo por encima del extremo bulboso y etiquetadas con los nombres "1A" y "2A".

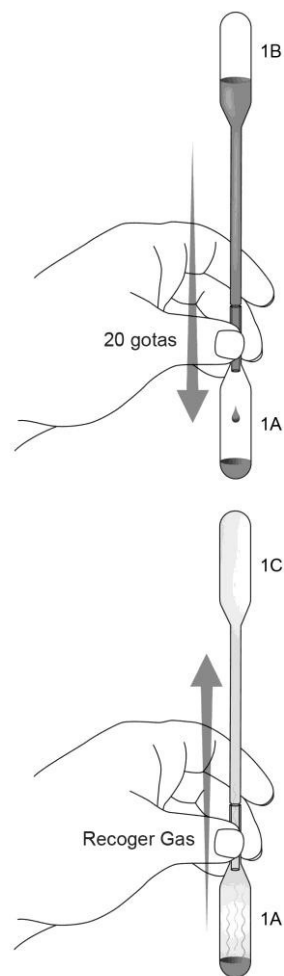
- b.** Cuatro pipetas plásticas estándar de 1 mL etiquetadas con los nombres "1B", "1C", "2B" y "2C".
- 2.** ☐ Inicie un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
- 3.** ☐ Conecte el sensor de pH a su sistema de recolección de datos. Enjuague el extremo del sensor de pH con agua después de retirarlo de su recipiente de almacenamiento.
- 4.** ☐ Dibuje un gráfico en el que compare el pH contra el Tiempo.

Recolecte los Datos

Produzca dióxido de carbono (CO₂) y determine su efecto sobre el pH del agua.



- 5.** ☐ Apriete el extremo bulboso de la pipeta 1A, coloque el extremo abierto en el recipiente de NaHCO₃ y suelte el extremo bulboso. Ahora la pipeta debe tener una pequeña cantidad de sustancia sólida en su interior.
- 6.** ☐ Apriete el extremo bulboso de la pipeta 1B y colóquela en un recipiente con vinagre. Suelte el extremo bulboso para que el vinagre ingrese a la pipeta.
- 7.** ☐ Inserte la pipeta 1B en la abertura de la pipeta 1A. Agregue lentamente 20 gotas de vinagre en el extremo bulboso de la pipeta 1A. Debe observar una reacción química entre el vinagre y el NaHCO₃.
- 8.** ☐ Deje a un lado la pipeta 1B.
- 9.** ☐ Apriete el extremo bulboso de la pipeta 1C e introdúzcala en la abertura de la pipeta 1A. Suelte el extremo bulboso para recolectar en la pipeta 1C parte del gas que se generó en la reacción. (Este gas es dióxido de carbono).
- 10.** ☐ Deje a un lado la pipeta 1A.



11. ☐ Agregue 25 mL de agua destilada a un pequeño vaso o vaso de precipitado. Coloque el sensor de pH en el agua. Intente evitar que el vaso se vuelque al colocar el sensor dentro de él.

12. ☐ Comience con la recolección de datos.

13. ☐ Coloque la pipeta 1C en el agua destilada y apriete lentamente el extremo bulboso de la pipeta para introducir el gas recolectado en forma de burbujas en el agua.

Nota: Agite suavemente el agua a medida que suelta el gas en forma de burbujas en ella. Continúe agitando durante la recolección de datos.

14. ☐ Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.

15. ☐ Detenga la recolección de datos cuando el pH del agua ya no cambie.

16. ☐ Asigne el nombre "CO₂" a la serie de datos.

17. ☐ La lluvia normal es levemente ácida, con un pH inferior a 7. Con base en los resultados de la recolección de datos, ¿la presencia de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera contribuye a la acidez de la lluvia?

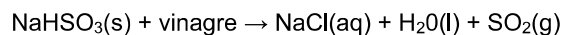
Sí, el dióxido de carbono contribuye al pH ácido de la lluvia. Agregar CO₂ al agua provocó que el pH disminuyera por debajo de 7.

18. ☐ Retire el sensor de pH de la solución y enjuáguelo con agua. Deseche la solución del vaso o vaso de precipitado.



Recolecte los Datos

Produzca dióxido de azufre (SO₂) y determine su efecto sobre el pH del agua.



19. ☐ Deje a un lado las pipetas de la primera parte (1A y 1C) y utilice las pipetas "2A", "2B" y "2C" para esta parte de la investigación.

20. ☐ Apriete el extremo bulboso de la pipeta 2A, coloque el extremo abierto en el recipiente de NaHSO₃ y suelte el extremo bulboso. Ahora la pipeta debe tener una pequeña cantidad de sustancia sólida en su interior.

21. ☐ Al igual que antes, agregue 20 gotas de vinagre a la sustancia sólida con la pipeta 2B.

Nota: La reacción química podría no ser evidente, pero está sucediendo.

- 22.** ☐ Deje a un lado la pipeta 2B.
- 23.** ☐ Apriete el extremo bulboso de la pipeta 2C e introdúzcala en la abertura de la pipeta 2A. Suelte el extremo bulboso para recolectar en la pipeta 2C parte del gas que se generó en la reacción. (Este gas es dióxido de azufre).
- 24.** ☐ Deje a un lado la pipeta 2A.
- 25.** ☐ Agregue 25 mL de agua destilada a un pequeño vaso o vaso de precipitado. Coloque el sensor de pH en el agua. Intente evitar que el vaso se vuelque al colocar el sensor dentro de él.
- 26.** ☐ Comience con la recolección de datos.
- 27.** ☐ Coloque la pipeta 2C en el agua destilada y apriete lentamente el extremo bulboso de la pipeta para introducir el gas recolectado en forma de burbujas en el agua.

Nota: Agite suavemente el agua a medida que suelta el gas en forma de burbujas en ella. Continúe agitando durante la recolección de datos.
- 28.** ☐ Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.
- 29.** ☐ Detenga la recolección de datos cuando el pH del agua ya no cambie.
- 30.** ☐ Asigne el nombre "SO₂" a la serie de datos.
- 31.** ☐ Guarde su experimento.
- 32.** ☐ Complete la Tabla 1 en el apartado de Análisis de datos.
- 33.** ☐ Retire el sensor de pH de la solución y enjuáguelo con agua. Deseche la solución del vaso o vaso de precipitado.

Parte 2: Creación de "lluvia ácida"

Las precipitaciones en los Estados Unidos tienen un pH de entre 5,7 y 4,1. Los valores de pH más bajos se observaron en el noreste. Para la parte de esta investigación que se ocupa del crecimiento vegetal, utilizaremos dos soluciones ácidas. El ácido será ácido sulfúrico (H₂SO₄). Cuando el dióxido de azufre (SO₂) que se emite al aire reacciona con el agua, se produce ácido sulfúrico.

- 34.** ☐ Obtenga un vaso de precipitado de 500 mL y agregue 250 mL de agua y 5 mL de la solución de ácido sulfúrico "de reserva" al vaso de precipitado. Coloque el sensor de pH en el vaso de precipitado.
- 35.** ☐ Comience con la recolección de datos.

- 36. □** Agregue lentamente el agua destilada al vaso de precipitado hasta que el pH de la solución sea de entre 3 y 4.

Nota: Si el pH se encuentra por encima de 4, agregue una cantidad muy pequeña de solución de reserva para disminuir el pH a menos de 4.

- 37. □** Detenga la recolección de datos.

- 38. □** Vierta la solución de "lluvia ácida" que acaba de formular en el recipiente de almacenamiento que le entregue el docente. Etiquete el frasco de almacenamiento con la fórmula y el pH de la solución. Asimismo, registre el pH de la solución en la Tabla 2 del apartado de Análisis de datos.

Nota: Si tiene solución adicional de "lluvia ácida" que no cabe en el frasco de almacenamiento, entregue al docente el exceso de solución.

Consejo para el docente: Guarde el exceso de las soluciones de los alumnos para poderles brindar más "lluvia ácida" durante la semana si se les acaban sus soluciones iniciales al regar las plantas.

- 39. □** En el vaso de precipitado vacío, repita los procedimientos anteriores para crear la solución de "lluvia ácida", pero esta solución debe tener un pH de entre 4,5 y 5,3.

- 40. □** Vierta la solución de "lluvia ácida" que acaba de formular en un recipiente de almacenamiento. Etiquete el frasco de almacenamiento con la fórmula y el pH de la solución. Registre el valor del pH en la Tabla 2.

- 41. □** Mida y registre el pH del agua de la llave. Esta agua será el "control" que representa la lluvia que no se considera lluvia ácida.

Parte 3: Monitoreo del crecimiento vegetal

- 42. □** En su grupo, o como clase, determine un método y un procedimiento para regar las plantas durante una semana (o más).

Es posible que los alumnos sugieran regarlas desde cada frasco de almacenamiento de "lluvia ácida", vertiendo la solución sobre la tierra que rodea a la planta. Algunos alumnos podrían sugerir la colocación de la "lluvia ácida" en atomizadores y la simulación de las precipitaciones al rociar las hojas y la tierra. Cualquier método es válido. Realice un debate con los alumnos acerca de las variables controladas, especialmente el control del volumen del agua agregada o la cantidad de rocíos aplicados. Los alumnos también pueden decidir si regarán las plantas todos los días o cada tercer día.

- 43. □** Conforme a las instrucciones del docente, obtenga una o más plantas pequeñas. Etiquete la maceta de cada planta con el nombre de los alumnos del grupo. Asimismo, etiquete la maceta con el tipo de lluvia que recibirá (pH de 3 a 4, pH de 4,5 a 5,3 o agua de la llave).

- 44. □** Registre en la Tabla 2 del apartado de Análisis de datos sus observaciones iniciales de las plantas.

- 45.** ☐ Si la lluvia ácida afecta el crecimiento vegetal, ¿qué cambios pronostique que sufrirá la planta?

Las respuestas variarán, pero los alumnos podrían pronosticar cambios en el color de las hojas, que las plantas se marchitarán, etc.

- 46.** ☐ Coloque las plantas en un lugar en el que reciban suficiente luz solar.

- 47.** ☐ Durante al menos una semana, riegue las plantas con las distintas soluciones (pH 3 a 4, pH 4,5 a 5,3 y agua de la llave). Registre las observaciones detalladas en la Tabla 2.

Análisis de Datos

- 1.** ☐ Registre los datos de la Parte 1 de la investigación en la Tabla 1.

Tabla 1: Mediciones del pH con las muestras de lluvia ácida

Gas	pH máximo	pH mínimo	Cambio en el pH
Dióxido de carbono (CO ₂)	7,5	6,9	−0,6
Dióxido de azufre (SO ₂)	8,7	5,2	−3,5

2. ☐ Registre las observaciones de crecimiento vegetal durante el curso de 5 o más días en la Tabla 2.

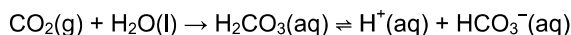
Tabla 2: Observaciones del crecimiento vegetal

Día del experimento	Apariencia de las plantas		
	Control (pH 6,8)	Lluvia ácida n.º 1 (pH 3,2)	Lluvia ácida n.º 2 (pH 4,9)
1	La planta parece estar saludable	La planta parece estar saludable	La planta parece estar saludable
2	Sin cambios	Sin cambios	Sin cambios
3	Sin cambios	El follaje se ve marchito	Sin cambios
4	Sin cambios	Follaje marchito, algunas hojas marrones, tallos en proceso de marchitarse	El follaje parece marchito
5	Sin cambios	La planta parece estar muerta	Follaje marchito, algunas hojas se están volviendo marrones

Preguntas de Análisis

1. ¿Qué efecto tuvieron los gases (CO₂ y SO₂) sobre el pH del agua? ¿Por qué sucedió esto?

Ambos gases disminuyeron el pH del agua. El agua se tornó ácida debido a las reacciones entre las moléculas de gas y las de agua. Las reacciones producen iones hidrógeno (H⁺) y provocan que el pH disminuya.



2. Al comparar ambos gases, ¿cuál de ellos podría posiblemente provocar el mayor daño a un ecosistema? Justifique su respuesta con pruebas.

El dióxido de azufre sería más propenso a provocar más daño que el dióxido de carbono. El dióxido de azufre provocó un descenso mucho mayor del pH del agua y contribuiría de forma mucho más significativa a la producción de lluvia ácida.

3. ¿Cuándo observó por primera vez un cambio en las plantas que trató con lluvia ácida? Describa el cambio que notó primero.

El primer cambio se observó el Día 3 del experimento. Las hojas se veían un tanto marchitas.

4. Resuma los cambios que se observaron en las plantas durante el curso del experimento. ¿Cómo se comparan los cambios reales con sus predicciones?

Las hojas se marchitaron y algunas de ellas tomaron un color marrón. Finalmente, toda la planta se marchitó y parecía estar muerta. Las respuestas variarán cuando los alumnos comparen los resultados reales con sus predicciones.

5. ¿Las muestras de "lluvia ácida" con diferentes pH afectaron a las plantas de distinta forma?

Sí, el pH de la muestra de "lluvia ácida" afectó la tasa de disminución del crecimiento de la planta. La lluvia ácida con menor pH provocó cambios que se observaron por primera vez el Día 3. La lluvia ácida más diluida (con mayor pH) no provocó cambios perceptibles hasta el Día 4.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. ¿Cuál de los gases, CO₂ o SO₂, está presente en la atmósfera principalmente debido a la contaminación provocada por el hombre? Explique.

El dióxido de azufre proviene principalmente de las actividades humanas tales como la quema de combustibles fósiles. Si bien la quema de combustibles fósiles también produce dióxido de carbono, este gas también lo producen de forma natural los seres vivos durante la respiración celular.

2. El carbón del oeste de los Estados Unidos tiene un menor porcentaje de impurezas de azufre que el carbón que se encuentra en el este de ese país. ¿Qué región diría que experimenta más problemas relacionados con la lluvia ácida? Explique.

El este de los Estados Unidos sufre más efectos debido a la lluvia ácida que otras regiones. La producción de energía en esta región utiliza carbón que tiene mayor cantidad de impurezas de azufre y la producción de energía libera dióxido de azufre al aire. Esta contaminación provoca la formación de lluvia ácida, generalmente las precipitaciones con el pH más bajo que se mide en Estados Unidos.

3. La lluvia ácida provoca la liberación de iones metálicos, tales como los iones aluminio, en el suelo. ¿Por qué sucede esto?

Los ácidos pueden reaccionar con compuestos que contienen metales. Esto libera los iones metálicos del compuesto.

4. Además de afectar el crecimiento vegetal en el suelo, la lluvia ácida también puede afectar la vida vegetal y animal en lagos, estanques y otros cuerpos de agua. Identifique al menos dos formas en las que la lluvia ácida podría llegar a estos cuerpos de agua.

La lluvia ácida puede caer directamente en el agua en forma de precipitación. Además de esto, la lluvia ácida puede ingresar en el agua debido a las escorrentías. La lluvia ácida puede quedar atrapada en la nieve y llegar a los ríos cuando la nieve se derrite.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

1. Debido al dióxido de carbono presente en la atmósfera de manera natural, la lluvia suele ser levemente ácida. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor el pH de la lluvia normal?

- A.** 9.0
- B.** 7.2
- C.** 5.6
- D.** 1.8

2. ¿Cuál de los siguientes gases constituye la causa principal de lluvia ácida?

- A.** O₂
- B.** SO₂
- C.** H₂O
- D.** N₂

3. En un experimento para probar el efecto de la lluvia ácida en el crecimiento de las plantas, ¿las plantas deben exponerse al agua con qué valor de pH?

- A.** pH 7
- B.** pH 6
- C.** pH 5
- D.** pH 3

4. ¿Qué actividad humana contribuye principalmente a la formación de la lluvia ácida y genera así polución?

- A.** Combustión de combustibles fósiles, como el carbón.
- B.** Uso de aviones para el transporte.
- C.** Producción de envases de plástico.
- D.** Uso de aerosoles, como el aerosol para el cabello.

Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado que figura en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. La lluvia que tiene un pH **inferior** a 5,6 se considera “lluvia ácida” y puede ser perjudicial para las plantas y los animales. Cuanto **menor** es el pH de la lluvia, mayor es el efecto negativo sobre los organismos. El agua que tiene un valor de pH de 4 es **diez** veces más ácida que el agua que tiene un valor de pH de 5.

2. La lluvia ácida se forma cuando los contaminantes de la **atmósfera** se combinan con el agua. El ciclo del agua puede ocasionar que la lluvia ácida ingrese en **ríos** y lagos. En el suelo, la lluvia ácida puede liberar iones de metal, tales como iones de **aluminio**, que son especialmente perjudiciales para las plantas.

Otras Sugerencias de Investigación

Utilice distintos tipos de plantas y compare la sensibilidad de estas al tratamiento con lluvia ácida. Asimismo, puede agregar una tableta de antiácido que contenga aluminio a la muestra de lluvia ácida para determinar el efecto de los iones metálicos sobre el crecimiento vegetal.

El pH del Suelo

Objetivos

Determine el pH de tres muestras distintas de suelo. Mediante esta investigación, los alumnos:

- ♦ Explican cómo se utiliza la escala de pH para medir la acidez y alcalinidad de una muestra de suelo
- ♦ Analizan por qué el pH es un indicador de la salud del suelo

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ Recolección de muestras de suelo y su preparación para medir el pH del suelo
- ♦ Utilización de un sensor de pH para medir el pH de las muestras de suelo
- ♦ Generación de un gráfico de barras que represente el pH de cada una de las muestras de suelo

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	10 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	20 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	90 minutos (45 minutos para cada parte) ¹

¹ Para obtener ideas sobre cómo realizar este trabajo de laboratorio en un período de clase de 45 minutos, consulte el apartado sobre Preparación del laboratorio.

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- ◆ Sistema de recolección de datos
- ◆ Sensor de pH
- ◆ Vasos de precipitado (2) de 50 mL
- ◆ Vasos de precipitado (3) de 250 mL
- ◆ Probeta de 100 mL
- ◆ Varilla agitadora
- ◆ Piseta con agua destilada
- ◆ Herramienta de excavación
- ◆ Bolsa de plástico, pequeña que pueda cerrarse (3)
- ◆ Solución amortiguadora de pH 4, 25 mL
- ◆ Solución amortiguadora de pH 10, 25 mL
- ◆ Agua destilada, 400 mL
- ◆ Marcador indeleble
- ◆ Toallas de papel
- ◆ Recipiente para desechos
- ◆ Muestra de suelo (3)¹

¹ En la Parte 1, los alumnos salen al exterior y recolectan tres muestras de suelo. Consulte el apartado sobre Trabajos de laboratorio relacionados con esta guía para conocer otras actividades que requieren muestras de suelo.

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ◆ Componentes básicos del suelo
- ◆ Las plantas absorben sus nutrientes del suelo

Antecedentes

Componentes del Suelo

El suelo se compone de minerales, agua, aire y materia orgánica modificados por el clima, el viento, el agua y los organismos. Los minerales, el principal componente del suelo, actúan como fijación de las plantas y aportan nutrientes esenciales. La parte orgánica del suelo proviene de hojas muertas y ramas, estiércol animal, restos de plantas y animales y microorganismos. Los suelos se forman a partir de rocas madre que se descomponen lentamente por causa de desgastes biológicos, químicos y físicos.

La formación del suelo continúa a medida que las rocas madre que se encuentran debajo del suelo ya formado se descomponen para seguir generando suelos. Los paisajes regionales y locales influyen sobre los tipos de suelo y su formación. Por ejemplo, las pendientes pronunciadas a menudo tienen poco o nada de suelo cubriéndolas porque el suelo y las rocas se encuentran en constante movimiento debido a la gravedad. Durante la descomposición, parte del ciclo de los nutrientes, las bacterias y los hongos descomponen moléculas orgánicas grandes y las convierten en moléculas inorgánicas pequeñas, incluidos el dióxido de carbono, el agua y los nutrientes minerales. El desgaste continuo de las rocas madre reemplaza algunos nutrientes minerales que desaparecieron debido a la erosión o la agricultura.

El pH del Suelo

La mayoría de las plantas sobrevive en un estrecho rango de valores de pH del suelo. Los cambios en el medio ambiente pueden alterar la composición química de las rocas y afectar la salud del suelo, lo cual perjudica el crecimiento de la planta. El pH del suelo influye sobre el crecimiento vegetal debido a que afecta la forma en que las plantas absorben nutrientes del suelo. Esto tiene una implicancia directa para los cultivos agrícolas. Por lo tanto, el pH se ha convertido en una herramienta invaluable para determinar la aptitud del suelo.

El rango de pH que los cultivos pueden tolerar es variado. Por ejemplo, un pH de 5,5 puede ser aceptable para el maíz, los pepinos o el algodón, mientras que para los frijoles, la lechuga o las cebollas el valor mínimo de pH tolerable es de 6,0. Debido a la escala logarítmica del pH, 5,5 es cinco veces más ácido que 6,0. De forma similar, un pH de 7,0 es aceptable para el repollo, las zanahorias o la espinaca, mientras que para el maní, los pimientos o las fresas el máximo valor tolerable de pH es algo similar a 6,5. Mientras que un cultivo como la alfalfa puede tolerar valores entre 5,2 y 7,8, un alimento básico como la papa solo tolera valores entre 5,0 y 5,25.

El pH del suelo depende de la naturaleza química del material madre, las plantas autóctonas, los antecedentes agrícolas y las prácticas de manejo (fertilización y encalado).

Suelo Ácido

Los problemas surgen cuando el suelo se torna demasiado ácido. En la escala de pH, cualquier valor inferior a siete se considera ácido. Un suelo se considera demasiado ácido cuando su pH es menor que el valor mínimo del pH en el rango aceptable para una planta en particular. El suelo ácido es el resultado de sucesos naturales y artificiales tales como el uso de algunos fertilizantes, la extracción del calcio de parte de las plantas, la incorporación de dióxido de carbono durante la respiración del suelo, la lluvia ácida y el uso excesivo de pastizales leguminosos, lo cual produce una fijación excesiva de nitrógeno.

Los síntomas del suelo ácido incluyen plantas atrofiadas, hojas jóvenes deformes, hojas amarillentas, raíces débiles, cortas y gruesas (en lugar de largas y resistentes a las sequías) y cosechas pobres.

Suelo Alcalino

El suelo que es demasiado alcalino también genera inconvenientes. En la escala de pH, cualquier valor superior a siete se considera alcalino. Un suelo se considera demasiado alcalino cuando su pH es mayor que el valor máximo de pH en el rango aceptable para una planta en particular. El suelo alcalino es principalmente un resultado del material madre del suelo (como por ejemplo, la piedra caliza). La principal causa artificial del suelo alcalino se genera a través de la irrigación, especialmente con agua que contiene bicarbonato de sodio. Los síntomas de la alcalinidad elevada generalmente se asocian con deficiencias de nutrientes.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Materiales y equipos para la demostración previa al laboratorio:

- ♦ Sistema de recolección de datos
- ♦ Sensor de pH
- ♦ Muestra de tierra en un recipiente transparente (2 suelos diferentes)
- ♦ Recipientes pequeños (2), uno con agua y otro con nada más que aire
- ♦ Piseta con agua destilada
- ♦ Pequeñas muestras de roca, como por ejemplo, grava o roca pulverizada
- ♦ Materia orgánica (como por ejemplo, hojas y ramas)
- ♦ Organismos vivos tales como tijeretas o tijerillas, bichos bolita o cochinillas, lombrices de tierra o cualquier tipo de hongo

Composición del Suelo

Muéstreles a los alumnos una muestra de suelo en un recipiente transparente y guíelos en un debate sobre los componentes del suelo. Cada vez que los alumnos mencionen un componente del suelo, brinde un ejemplo de ese componente aislado de los demás.

1. ¿De qué se compone el suelo?

El suelo se compone de rocas (minerales) que se han roto en pequeños pedazos, materia orgánica, aire, agua y organismos vivos. (Brinde ejemplos de todos los componentes a medida que los alumnos los vayan mencionando).

2. ¿Por qué el suelo luce tan distinto en diferentes lugares? ¿Todos los suelos tienen los mismos componentes?

Los suelos lucen tan distintos porque se componen de diferentes tipos de roca y minerales (diferentes materiales madre) y debido a que tienen distintas cantidades de componentes. Algunos suelos pueden tener gran cantidad de materia orgánica y otros pueden tener menos.

3. ¿Cuál es la importancia de la composición del suelo para las plantas?

Las plantas absorben del suelo todos los nutrientes que necesitan para crecer. Para que una planta esté sana, necesita que el suelo cumpla con sus necesidades.

Salud del Suelo

Fomente la participación de los alumnos en un debate sobre la salud del suelo al pedirles que pronostiquen la salud relativa de las dos muestras de suelo que recolectaron.

4. En su opinión, ¿qué hace que un suelo esté "sano"?

Acepte todas las respuestas y enumere sus criterios.

5. ¿Qué suelo cree que es el más sano?

Los alumnos deben pronosticar qué suelo es el más sano y justificar su respuesta.

6. ¿Qué características del suelo pueden evaluarse a fin de determinar su salud? ¿Por qué?

La humedad del suelo, la salinidad del suelo, los niveles de nutrientes y el pH del suelo son algunas de las características que pueden utilizarse para evaluar la salud de un suelo. Estos factores son importantes porque influyen sobre la forma en que las plantas absorben los nutrientes que necesitan para crecer.

7. ¿Cómo se relaciona el tipo de planta que se cultiva con la "salud" de una muestra de suelo?

Las diferentes plantas requieren condiciones distintas para crecer. Por lo tanto, el suelo que puede ser sano para un tipo de planta puede no serlo para otro.

El pH del Suelo

En este trabajo de laboratorio, los alumnos determinarán el pH de tres muestras de suelo. Guíe a los alumnos en un debate sobre el pH, la escala de pH y demuéstrelas el uso del sensor de pH.

8. ¿Qué es el pH del suelo?

El pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad de una muestra de suelo.

9. ¿Qué es la escala de pH y qué significa?

La escala de pH es una escala numérica que va de 0 a 14 y compara la acidez y la alcalinidad de soluciones acuosas. Las sustancias con un pH de 7 se consideran neutras, un pH inferior a 7 es ácido y un pH superior a 7 es alcalino.

10. La escala de pH es una escala logarítmica. ¿Qué significa esto?

Una escala logarítmica se basa en la multiplicación y no en la suma. En una escala lineal típica, la diferencia entre cada punto de la escala aumenta en la misma cantidad (generalmente 1). Entonces, en una escala lineal, la diferencia entre 1 y 2 es uno y la diferencia entre 1 y 3 es dos (uno más uno). En una escala logarítmica, la diferencia entre 1 y 2 es 10 y la diferencia entre 1 y 3 es 100 (10 veces 10). Entonces, un pH de 4 es 100 veces más ácido que un pH de 6.

11. ¿Cómo puede determinarse el pH de una muestra de suelo?

El pH del suelo puede determinarse al mezclar una muestra de suelo con agua y luego medir el pH del agua con un sensor de pH.

12. ¿Cómo considera que se compara el pH de estas dos muestras de suelo?

Los alumnos realizarán sus predicciones.

Demuestre el uso del sensor de pH al probar el pH de las dos muestras de suelo. Demuéstrelo al mezclar por completo las soluciones de suelo: agítelas fuertemente durante 2 minutos y deje reposar la mezcla durante 5 minutos. Limpie el sensor con el agua destilada entre cada prueba. Compare los resultados con las predicciones de los alumnos.

Preparación del Laboratorio

Si bien esta actividad no requiere una preparación específica del laboratorio, asigne 10 minutos para reunir el equipo necesario para realizar el trabajo de laboratorio.

Consejo para el docente: Para ahorrar tiempo, existen varias formas en las que los alumnos pueden realizar este trabajo de laboratorio.

- ♦ Recolecte las muestras de suelo (Parte 1) para los alumnos con anticipación y pídale a los alumnos que utilicen estas muestras para realizar la Parte 2 del trabajo de laboratorio.
- ♦ Pídale a los alumnos que recolecten las muestras de suelo (Parte 1) como tarea para el hogar y luego pídale que utilicen las muestras de suelo para realizar la Parte 2 del trabajo de laboratorio.
- ♦ Pídale a los alumnos que recolecten las muestras de suelo (Parte 1) en un período de clase y luego mida el pH (Parte 2) en el próximo período de clase.
- ♦ Pídale a los alumnos que recolecten muestras adicionales de suelo y que luego las guarden para utilizarlas en los dos trabajos adicionales de laboratorio que requieren muestras de suelo (consulte el apartado Trabajos de laboratorio relacionados con esta guía).

Consejo para el docente: Los alumnos deben obtener un permiso antes de recolectar muestras de suelo de una propiedad privada.

Seguridad

Incorpore las siguientes precauciones importantes de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ Para evitar riesgos de salud, los alumnos no deben recolectar muestras de suelo en zonas que contengan gran cantidad de desechos animales.
- ♦ Los alumnos deben evitar recolectar muestras en las intersecciones de calles muy transitadas.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

2	1	5	3	4
Quite todas las rocas, ramas u objetos extraños de las muestras de suelo y machaque el suelo en pedazos pequeños y uniformes.	Obtenga tres muestras de suelos distintos y describa el ambiente del que se recolectó cada muestra.	Determine el pH de las otras dos muestras de suelo. Asegúrese de limpiar el sensor entre la prueba de cada muestra.	Combine 60 mL de agua destilada con 60 mL de suelo y mézclelos completamente. Repita este paso para las otras dos muestras de suelo.	Determine el pH de la primera muestra de suelo y agua.

Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Parte 1: Obtención de las muestras y observaciones iniciales

1. ☐ Observe la zona a su alrededor y elija tres lugares de donde colectara muestras de suelo. Elija tres zonas en las que piense que habrá una mayor variedad de pH. Registre las zonas elegidas en la Tabla 1.

Tabla 1: Observaciones detalladas de los lugares de las muestras de suelo

Muestra de suelo	Lugar de la muestra de suelo	Observaciones
1	Estacionamiento de PASCO	El suelo es seco y tiene una mínima vida vegetal. La zona aledaña contiene hierbas desperdigadas.
2	Estanque de patos	Humedad, gran tránsito a pie La zona aledaña contiene pasto.
3	Cerca de una entrada para autos	Húmedo, marrón oscuro La zona aledaña contiene arbustos y plantas pequeñas al borde del pavimento y pasto.

2. ☐ ¿Por qué cree que estos lugares generarán distintas lecturas de pH?

El estacionamiento de PASCO, el estanque de patos y la zona cercana a una entrada para autos generarán diferentes lecturas de pH debido a que el suelo luce diferente y hay diferentes plantas en cada zona.

3. ☐ Recolecte una muestra de suelo del primer lugar mediante la siguiente técnica:
 - a. Limpie la herramienta de excavación.
 - b. Quite las hojas u otros residuos.
 - c. Con la herramienta de excavación, remueva el suelo a unos ocho centímetros de profundidad y extraiga una parte de este suelo removido.
 - d. Llene la bolsa de plástico hasta la mitad con el suelo.
 - e. Cierre la bolsa para conservar la humedad.
 - f. Etiquete la muestra. Por ejemplo, asígnele el nombre "Estacionamiento vacío" o "Sendero para caminatas".

4. ☐ Registre sus observaciones sobre el lugar de la muestra de suelo 1. Sus observaciones deben incluir lo siguiente:
- ◆ La apariencia del suelo y su composición, incluidas las condiciones tales como la aridez o la humedad.
 - ◆ La apariencia y los tipos de plantas y otros organismos.
 - ◆ Huellas animales y la apariencia de los animales.
 - ◆ El terreno, los hoyos en el suelo y las características geológicas de las rocas.
 - ◆ Las construcciones cercanas y si los caminos cercanos son de asfalto, cemento, grava o tierra.
 - ◆ Cualquier característica inusual de la zona.
5. ☐ Recolecte muestras de suelo de los otros dos lugares con la misma técnica descrita anteriormente y registre sus observaciones de cada lugar en la Tabla 1.
6. ☐ ¿Por qué es necesario limpiar la herramienta de excavación antes de recolectar cada muestra de suelo?

Es necesario limpiar la herramienta de excavación para evitar la contaminación del suelo de un lugar en el suelo de otro lugar.

Parte 2: Medición del pH de las muestras

Preparación

7. ☐ Iniciar un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
8. ☐ Conecte un sensor de pH al sistema de recolección de datos.
9. ☐ Muestre el pH en una pantalla de dígitos.
10. ☐ Coloque 25 mL de solución amortiguadora con pH 4 en un vaso de precipitado de 50 mL y 25 mL de solución amortiguadora de pH 10 en un segundo vaso de precipitado de 50 mL. Utilice estas soluciones para calibrar el sensor de pH.
11. ☐ Etiquete un vaso de precipitado de 250 mL para cada muestra de suelo, tal como lo hizo con las bolsas de las muestras.
12. ☐ Realice los siguientes pasos para cada muestra de suelo:
- a. Quite todas las rocas, ramas u objetos extraños del suelo.
 - b. Sin quitar la muestra del suelo de la bolsa de plástico, machaque el suelo con una herramienta de excavación limpia.
 - c. Mezcle bien las partículas machacadas.

- d. Utilice una probeta limpia de 100 mL para medir 60 mL de la muestra de suelo.
- e. Coloque los 60 mL de suelo en el vaso de precipitado debidamente etiquetado.
- f. Agregue 60 mL de agua destilada al suelo.
- g. Utilice una varilla agitadora para mezclar el suelo y el agua enérgicamente durante 2 minutos.
- h. Deje reposar la mezcla de suelo y agua durante al menos 5 minutos.
- i. Limpie la probeta y la varilla agitadora.

13. □ ¿Por qué debe machacar el suelo?

El suelo debe pulverizarse para aumentar la superficie disponible, de forma tal que al agregar el agua, se disuelva una muestra representativa de los minerales del suelo.

14. □ ¿Por qué se agrega agua a la muestra?

No puede medirse el pH de un elemento sólido. Generalmente, debe agregarse agua para liberar los iones que permiten la medición.

15. □ ¿Cuál es la variable independiente y la variable dependiente en este experimento?

La variable independiente es el lugar en el que se recolectó el suelo. La variable dependiente es el pH del suelo.

Recolecte los Datos

16. □ Enjuague el sensor de pH con el agua destilada.

17. □ ¿Por qué se enjuaga el sensor de pH con agua destilada antes de probar cada muestra?

El agua destilada se utiliza para evitar la contaminación cruzada con las otras muestras.

18. □ Coloque el sensor de pH en la primera muestra de suelo.

19. □ Monitoree los datos de pH en vivo en una pantalla de dígitos.

20. □ Agite suavemente la mezcla con el sensor de pH hasta que se estabilice la lectura.

21. □ Registre el lugar del suelo y el pH en la Tabla 2.



Tabla 2: Lecturas estabilizadas de pH para las muestras de suelo

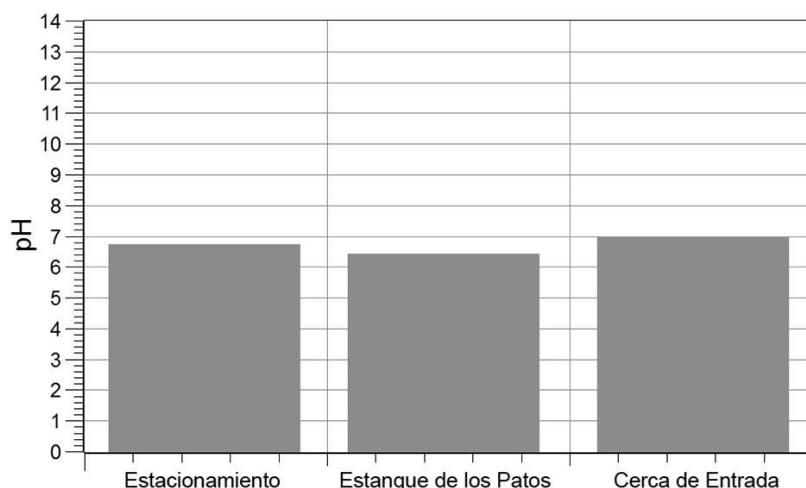
	Muestra de suelo 1	Muestra de suelo 2	Muestra de suelo 3
Lugar de la muestra de suelo	Estacionamiento de PASCO	Estanque de patos	Cerca de una entrada para autos
pH	6,7	6,4	7,0

22. ☐ Retire el sensor de pH del vaso de precipitado y lávelo completamente con agua destilada.
23. ☐ Enjuague el sensor de pH con agua destilada y luego repita los pasos de la Recolección de datos para las otras dos muestras de suelo. Registre los resultados en la Tabla 2.
24. ☐ Limpie conforme a las indicaciones del docente.

Análisis de Datos

1. ☐ Dibuje un gráfico de barras que represente el pH registrado en cada lugar. Asigne una etiqueta a los ejes y el gráfico en general.

El pH del Suelo en Diferentes Lugares



Preguntas de Análisis

1. ¿Qué factores (variables) intentó controlar en los tres ensayos?

Los factores que se controlaron fueron el método de recolección del suelo, el método de preparación del suelo, la cantidad de suelo utilizado, el tipo de agua utilizada, la cantidad de agua utilizada, las variables de instrumentación (ya que se utilizó el mismo instrumento para todas las mediciones y el procedimiento de medición fue el mismo para todas las mediciones) y la temperatura durante la medición.

2. Ordene el lugar de las muestras de suelo del más ácido al más alcalino.

Las respuestas de los alumnos variarán. En esta muestra, el suelo del estanque de patos fue el más ácido, seguido por el suelo del estacionamiento de PASCO, y el más alcalino fue el suelo recolectado cerca de la entrada para autos.

3. ¿Qué muestra de suelo fue la más cercana a un valor neutro? ¿Cómo lo sabe?

Las respuestas de los alumnos variarán. El suelo recolectado al lado de la entrada para autos fue neutro porque presentó un pH de 7, el cual se considera neutro.

4. Con base en los valores de pH medidos, ¿consideraría que los suelos analizados están sanos? Explique.

Los tres suelos analizados presentaron valores de pH cercanos al valor neutro (de 6,4 a 7), lo cual significa que, conforme al pH, los suelos están sanos y cumplirían con las necesidades de nutrientes de algunas plantas.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. ¿Cuál de las muestras de suelo podría neutralizar eficazmente la lluvia ácida? Explique por qué.

El suelo alcalino neutralizaría la lluvia ácida. Ninguno de los suelos analizados era alcalino, por lo cual estos lugares no neutralizarían correctamente la lluvia ácida.

2. ¿Cómo puede evaluar la calidad general de una muestra de suelo?

La calidad general de una muestra de suelo puede evaluarse al determinar el pH del suelo, el contenido de nutrientes del suelo, la humedad del suelo y la salinidad del suelo. Para conocer verdaderamente la salud de un suelo, deben evaluarse todos estos componentes.

3. ¿Qué es la escala de pH y qué significa si mi suelo tiene un pH de 4,2?

La escala de pH es una escala cuantitativa que va de 0 a 14 y mide la acidez y la alcalinidad de una solución acuosa. Un pH de 4,2 significa que el suelo es muy ácido y que muchas plantas no sobrevivirían en estas condiciones. El suelo debería tratarse a fin de generar condiciones más propensas para el crecimiento vegetal.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

1. ¿Qué mide el pH?

- A.** La acidez y la alcalinidad del suelo
- B.** El contenido de agua del suelo
- C.** El contenido de sal del suelo
- D.** El tamaño de las partículas del suelo
- E.** Todo lo anterior

2. Un suelo con un pH de 9,6 se considera _____.

- A.** Ácido
- B.** Alcalino
- C.** Neutro
- D.** Húmedo
- E.** Salado

3. Un pH del suelo de _____ significa que el suelo es neutro.
- A. 3
 - B. 5
 - C. 7
 - D. 10
 - E. 12
4. ¿Qué características deben evaluarse para determinar la salud del suelo?
- A. El pH
 - B. La salinidad
 - C. El contenido de nutrientes
 - D. Los niveles de humedad
 - E. Todo lo anterior
5. ¿Cómo puede determinarse el pH del suelo?
- A. Puede insertarse un sensor de pH directamente en el suelo para medir el pH.
 - B. Puede insertarse un sensor de pH en una solución de suelo y agua.
 - C. Puede insertarse un termómetro directamente en el suelo para medir el pH.
 - D. Puede determinarse el pH del suelo al frotar el suelo entre los dedos.
 - E. Todas las anteriores son formas correctas de medir el pH.

Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado que figura en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. El **suelo** se compone de minerales, agua, aire y materia **orgánica**. La parte **mineral** de los suelos es el principal componente, ya que brinda fijación y nutrientes esenciales para las plantas. Los minerales del suelo provienen de las rocas **madre** que se descomponen lentamente como resultado de procesos de desgaste biológico, químico y físico en un proceso constante que implica interacciones entre las esferas terrestres. La parte **orgánica** del suelo proviene de hojas muertas y ramas, estiércol animal, restos de plantas y animales y microorganismos. Existen diferentes tipos de suelo y algunos son **sanos** y promueven el crecimiento vegetal, mientras que otros lo perjudican.

2. El pH del suelo influye sobre la capacidad de las plantas de absorber **nutrientes**. La mayoría de las plantas sobrevive en un/una **estrecho** rango de valores de pH del suelo. Esto significa que un pequeño cambio en **el pH** puede perjudicar seriamente la vida vegetal. El pH del suelo puede determinarse al recolectar una muestra de suelo, **machacarla** y mezclarla con **agua**. Se coloca un sensor de pH en la mezcla de suelo y agua y se mide el pH. En general, los suelos neutros tienen un pH cercano a **siete**, mientras que los suelos ácidos tienen un pH **inferior** a siete y **los alcalinos** un pH superior a siete. Sin embargo, decimos que un suelo será demasiado **ácido** para una determinada planta si su pH es menor al valor aceptable para ese tipo de planta, incluso si ese valor es superior a 7,0. El pH del suelo es solo uno de los diversos factores que pueden emplearse para evaluar **la salud** del suelo.

Otras Sugerencias de Investigación

¿Puede un determinado tipo de suelo neutralizar la lluvia ácida? Explique por qué o por qué no y luego diseñe un experimento para determinar la respuesta.

¿Cómo influye el tipo de suelo (arenoso, franco y arcilloso) sobre su pH?

¿Cómo influye el pH del suelo sobre la tasa de crecimiento de las plantas?

¿De qué forma los agricultores ajustan el pH de su suelo según las diferentes cosechas?

¿Qué efecto tiene el fertilizante sobre el pH del suelo?

La Luz Solar y la Fotosíntesis en Plantas Acuáticas

Objetivos

Los alumnos investigan el proceso de fotosíntesis en un ecosistema acuático. Utilizan sus datos del pH para demostrar la relación entre la fotosíntesis y la luz. Asimismo:

- ◆ Comprenden que para los ecosistemas, la principal fuente de energía es la luz solar y que la energía que ingresa a los ecosistemas en forma de luz solar la transforman los productores, como las plantas, en energía química a través de la fotosíntesis.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ◆ Recolección de datos con el sensor de pH
- ◆ Organización de los datos en tablas o gráficos simples para identificar patrones de pH relacionados con la luz
- ◆ Identificación de variables dependientes e independientes

Requisitos de Tiempo

◆ Tiempo de preparación	45 minutos
◆ Debate y actividad previos al laboratorio	15 minutos
◆ Actividad en el laboratorio	30 minutos, Día 1
◆ Actividad en el laboratorio	30 minutos, Día 2

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- | | |
|--|--|
| ◆ Sistema de recolección de datos | ◆ Plantas acuáticas (2), como por ejemplo elodea |
| ◆ Sensor de pH (2) ¹ | ◆ Lámpara fluorescente |
| ◆ Bolsas de plástico (2) de 500 mL o 16 onzas, que puedan cerrarse | ◆ Papel de aluminio de 15 x 15 pulgadas |
| ◆ Probeta de 250 mL | ◆ Agua de arroyo o estanque, 500 mL |
| ◆ Caracoles acuáticos (2) ² | ◆ Marcador |

¹ Para calibrar el sensor de pH, utilice 10 mL de cada una de las soluciones amortiguadoras estándar de pH 4 y 10.

² Si puede, obténgalos de su entorno local.

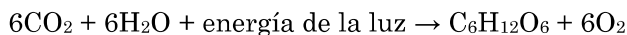
Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ La fotosíntesis es la conversión de la energía de la luz en energía química mediante los organismos vivos.
- ♦ Un cloroplasto es una célula dentro de una hoja verde en donde se produce la fotosíntesis.
- ♦ El azúcar es un tipo de molécula que almacena energía química.
- ♦ La escala de pH tiene un rango de 0 a 14 en el que 7 es el valor neutro.
- ♦ Una sustancia con un pH inferior a 7 se clasifica como un ácido, mientras que una sustancia con un pH por encima de 7 se clasifica como una base.
- ♦ Cuanto menor es el pH, más fuerte es el ácido y cuanto mayor es el pH, más fuerte es la base.

Antecedentes

En un entorno acuático, ya sea un estanque o un océano, la fotosíntesis en las plantas acuáticas incorpora oxígeno (O_2) al agua. Durante la fotosíntesis, la luz solar convierte el agua (H_2O) y el dióxido de carbono (CO_2) en azúcar. $C_6H_{12}O_6$. El azúcar contiene menos oxígeno por átomo de hidrógeno y de carbono que el agua y el dióxido de carbono iniciales. Este exceso de oxígeno se devuelve al agua en forma de oxígeno gaseoso (O_2). La velocidad con la que el oxígeno se incorpora al agua mediante la fotosíntesis depende de la cantidad de luz solar que llega a la planta. El proceso de fotosíntesis puede escribirse como la siguiente ecuación:



El oxígeno se elimina del agua mediante la respiración vegetal y animal (los peces y otros animales necesitan oxígeno para vivir). Las bacterias aeróbicas requieren oxígeno para descomponer el material orgánico. Las plantas requieren oxígeno cuando convierten el azúcar que han almacenado en energía para impulsar su crecimiento. El proceso de la respiración es el siguiente:



La respiración celular se produce las 24 horas al día en las plantas. Sin embargo, en condiciones de luz también se produce la fotosíntesis, y el CO_2 se utiliza más rápidamente de lo que se fabrica en la respiración celular. El efecto neto en condiciones de luz es una disminución en la concentración de CO_2 en el agua. Sin embargo, en la oscuridad, la concentración de CO_2 en el agua aumenta, lo cual a su vez aumenta la concentración de ácido carbónico en el agua y disminuye el pH.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Fomente la participación de los alumnos en el siguiente debate o actividad:

Inicie un debate con los alumnos acerca de los cambios que pueden haber observado o que esperarían observar día a día o durante el día en un ambiente acuático. Probablemente mencionen cambios tales como aquellos en la apariencia, debido a los cambios en la temperatura y la luz.

Indique a los alumnos que trabajen en grupos a generar una lista de una variedad de ambientes distintos cerca de su escuela y de sus hogares, tales como bosques, pantanos, desiertos y océanos. En cuanto a su alcance, estos pueden ser grandes (tales como un océano, un bosque o una pradera) o pequeños (tales como un patio o un parque del vecindario). Luego, enumere componentes ambientales que afecten las condiciones de un ambiente, tales como el clima, la vida silvestre nativa y la presencia o ausencia de agua. ¿De qué forma interactúan estos componentes? Por ejemplo, ¿qué animales están presentes en un ambiente seco? ¿Cómo sobreviven?

Pídales a los alumnos que compartan con la clase las listas que han generado dentro de sus grupos.

Explique que las plantas son seres vivos únicos debido a que producen su propio alimento. Durante el proceso de fotosíntesis —el cual requiere luz, agua y dióxido de carbono—, las hojas de las plantas y de los árboles fabrican azúcar, que es importante para brindarles la energía necesaria para crecer.

Pídales a los alumnos que respondan a las siguientes preguntas. ¿Qué prueba pudo observar de que las plantas consumen dióxido de carbono? ¿Qué prueba pudo observar de que los animales producen dióxido de carbono? ¿Qué prueba pudo observar de que la luz influye sobre la forma en que las plantas producen dióxido de carbono? ¿Qué indica el pH de una solución acerca de la cantidad de dióxido de carbono disuelto en el agua?

En este momento de la actividad, los alumnos probablemente tendrán muy pocas pruebas, si las tienen, sobre estos procesos.

Analice brevemente la idea de variables independientes y dependientes. Una variable independiente es un factor experimental que los científicos controlan y una variable dependiente es un factor que cambia conforme a un cambio en la variable independiente. Para esta actividad, la variable independiente es la luz (los alumnos controlan si las plantas están a la luz o en la oscuridad) y la variable dependiente es el pH, el cual cambia conforme a la presencia o la ausencia de luz.

Explique a los alumnos que en esta actividad, observan la relación entre una planta, un animal y la luz en un ambiente acuático. Al colocar una planta acuática pequeña y un caracol en una bolsa de plástico llena con agua de estanque, puede medir el pH para determinar el cambio en la tasa de fotosíntesis. El caracol vivo produce dióxido de carbono, el cual se disuelve en el agua en forma de ácido carbónico. La planta necesita el dióxido de carbono para la fotosíntesis. Sin embargo, la fotosíntesis solo se produce en las plantas si estas cuentan con suficiente luz. Durante la noche o a niveles de luz menores, el dióxido de carbono no utilizado aumenta en los ecosistemas acuáticos y, como resultado, disminuye el pH.

Pídales a los alumnos que consideren cómo la luz afecta el pH de un sistema acuático. Deben prepararse para hacer una predicción.

Preparación del Laboratorio

Estos son los materiales y los equipos que deben prepararse antes de trabajar en el laboratorio:

- ♦ Realice un viaje a un estanque local y recolecte agua del estanque. Busque elodea, lentejas de agua u otras plantas acuáticas con raíces.
- ♦ Los caracoles y plantas acuáticas también se encuentran fácilmente en la tienda de un acuario local, en caso de que no pueda encontrarlos en un estanque local.

La Luz Solar y la Fotosíntesis en Plantas Acuáticas

- ♦ Los datos se recolectan durante 24 horas, de forma tal que esta actividad puede realizarse como una demostración que se realiza en segundo plano mientras la clase realiza otros trabajos. Los datos se recolectan y se reflejan en un gráfico. Los alumnos pueden utilizar estos datos al día siguiente para completar la actividad.
- ♦ Como alternativa, los alumnos pueden agruparse en grupos más grandes si es necesario (se necesitan 2 sensores de pH por grupo) y recolectan sus propios datos al día siguiente durante la clase. Asegúrese de que los alumnos coloquen sus "ecosistemas" y lámparas en un lugar seguro.
- ♦ Calibre los sensores de pH para los alumnos con anticipación, a menos que los alumnos sepan cómo hacerlo y haya suficiente tiempo.

Seguridad

Incorpore las siguientes precauciones importantes de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ Trabajar con caracoles vivos requiere respeto y cuidado al manipularlos. Una vez que finalice la actividad, regrese todos los organismos a su ambiente original o deséchelos de forma compasiva. No libere a la naturaleza ningún organismo que no sea nativo.
- ♦ Lávese bien las manos después de preparar los ecosistemas.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

5	4	3	2	1
Determine qué indican los datos acerca de la actividad de fotosíntesis de la planta en cada ecosistema.	Coloque una bolsa bajo una lámpara fluorescente y cubra la otra para que no llegue luz a la planta. Mida el pH durante 24 horas.	Prepare el sistema de recolección de datos e inserte un sensor de pH en cada una de las bolsas de "ecosistema".	Genere dos modelos idénticos de un ecosistema con agua de estanque, una planta acuática y un caracol.	Asegúrese de que cada miembro del grupo de laboratorio esté al tanto de las normas y procedimientos de seguridad para esta actividad.

Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Parte 1: Predicciones

1. ☐ Cada una de las dos bolsas de plástico contendrá un caracol, una planta acuática pequeña y agua de estanque. Una de ellas se colocará bajo la luz y la otra se cubrirá para que quede en la oscuridad.

Con base en su conocimiento de la fotosíntesis, pronostique cuál de las bolsas de plástico tendrá el contenido más ácido (menor pH) después de 24 horas.

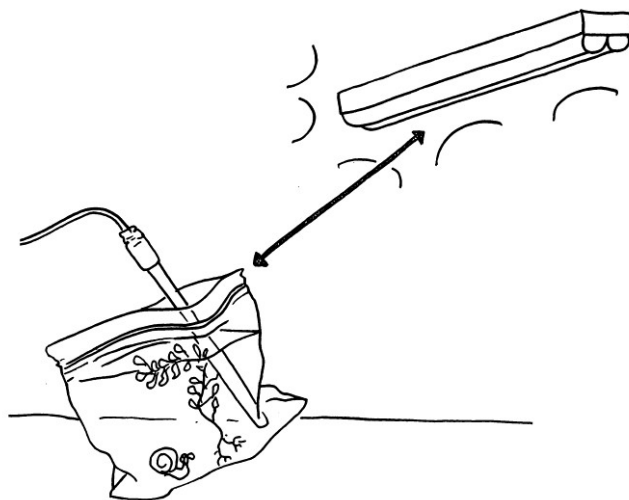
El pH de la bolsa que se mantiene en la oscuridad tendrá el contenido más ácido y el menor pH.

Parte 2: El efecto de la fotosíntesis en el pH de un ecosistema

2. ☐ Utilice la probeta para medir 250 mL de agua de estanque y vierta cuidadosamente el agua en la bolsa de plástico.

Nota: Coloque la bolsa de forma segura para que el agua no se derrame.

3. ☐ Coloque un caracol y una planta acuática pequeña (casi del mismo tamaño) con sus raíces dentro de cada bolsa de plástico pequeña llena con agua de estanque.

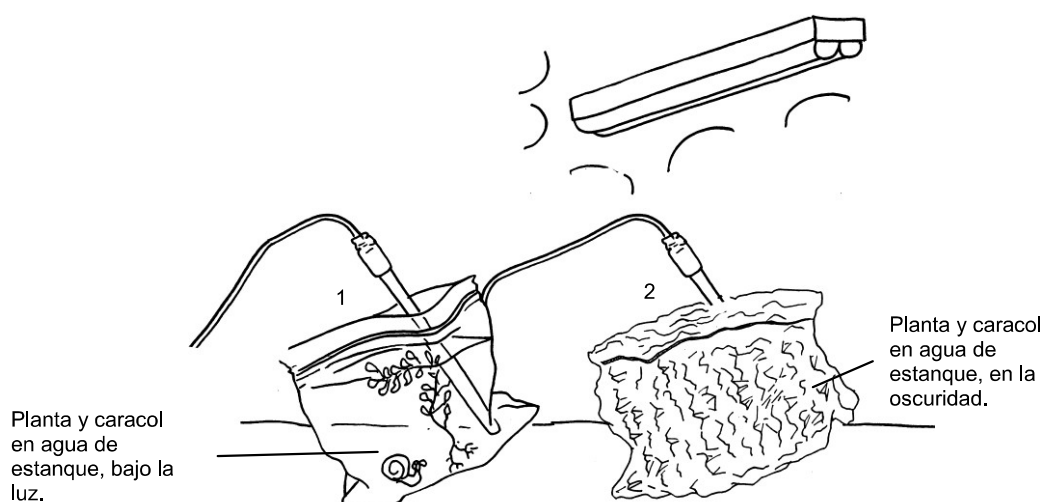


4. ☐ Ya que este experimento estudia la fotosíntesis, ¿por qué hay un caracol en la bolsa además de la planta?

Las plantas necesitan CO₂ para la fotosíntesis y el caracol lo suministra. Esto asegura que la planta no se quede sin CO₂.

5. ☐ Etiquete el ecosistema (bolsa de plástico) que se mantendrá a la luz con el nombre "N.º 1" y el ecosistema que se mantendrá en la oscuridad con el nombre "N.º 2".

6. ☐ Introduzca el sensor de pH en cada bolsa para que la punta quede sumergida en el agua.
7. ☐ Coloque una bolsa dentro de medio metro de distancia de una lámpara fluorescente que esté encendida.
8. ☐ Envuelva la otra bolsa en papel de aluminio para que no le llegue luz a la planta.



9. ☐ Inicie un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
10. ☐ Conecte dos sensores de pH al sistema de recolección de datos.
11. ☐ Refleje el Tiempo en el eje X y el pH en el eje Y.
12. ☐ Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.
13. ☐ Refleje ambas series de datos.
14. ☐ Monitoree los datos en vivo sin registrarlos.
15. ☐ Registre el pH inicial de cada ecosistema en la Tabla 1.
16. ☐ Describa sus ecosistemas acuáticos.

Para este ejemplo, en ambas bolsas, las plantas tienen un color verde oscuro. En el ecosistema N.º 1, el caracol se está moviendo. El ecosistema N.º 2 está tapado, por lo cual no hay forma de saber lo que está haciendo el caracol. Al principio, cada bolsa tuvo un pH similar de 6,56 (bolsa N.º 1) y de 6,57 (bolsa N.º 2).

17. ☐ Configure la frecuencia de muestreo a una por hora.
18. ☐ Comience con la recolección de datos.

19. ☐ Mida el pH de sus ecosistemas acuáticos durante 24 horas.

20. ☐ Después de 24 horas, detenga la recolección de datos.

21. ☐ Registre los valores de pH de cada ecosistema en la Tabla 1.

Tabla 1: Comparación del pH del agua de estanque en ecosistemas con y sin luz

Hora	pH (ecosistema bajo la luz, N.º 1)	pH (ecosistema en la oscuridad, N.º 2)	Hora	pH (ecosistema bajo la luz, N.º 1)	pH (ecosistema en la oscuridad, N.º 2)
Inicial	8,31	8,05	13	7,34	7,07
1	8,00	7,75	14	7,31	7,09
2	7,64	7,37	15	7,31	7,09
3	7,45	7,32	16	7,32	7,10
4	7,44	7,28	17	7,33	7,10
5	7,40	7,19	18	7,34	7,10
6	7,38	7,17	19	7,34	7,10
7	7,37	7,10	20	7,34	7,11
8	7,36	7,09	21	7,32	7,10
9	7,35	7,06	22	7,31	7,05
10	7,34	7,07	23	7,31	7,03
11	7,35	7,07	24	7,31	7,03
12	7,34	7,06			

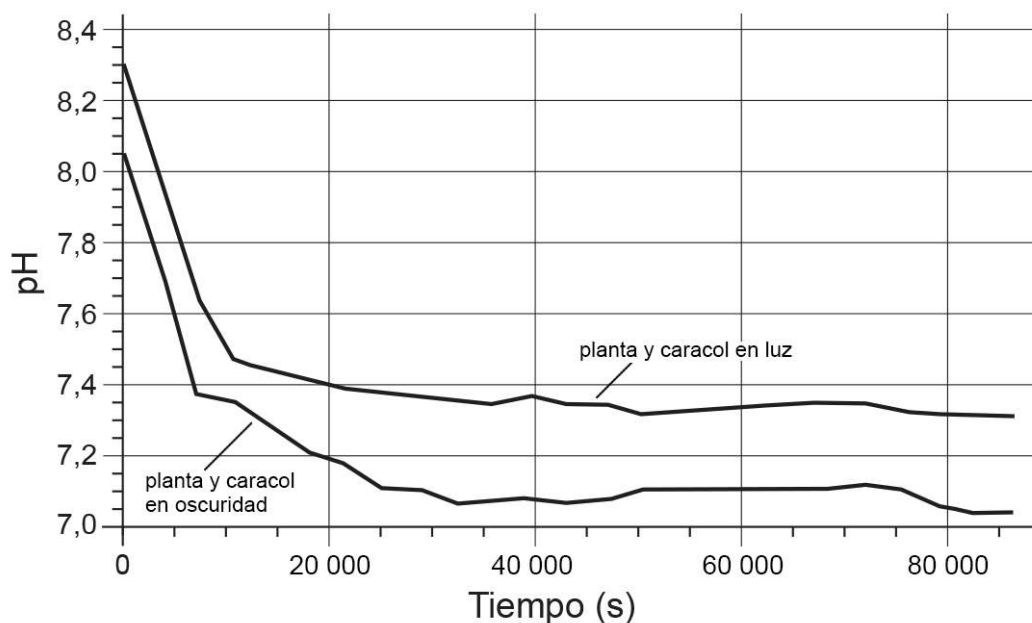
22. ☐ ¿Cómo varió el pH de los dos ecosistemas con el transcurso del tiempo?

El ecosistema en la oscuridad tuvo un menor pH que el ecosistema bajo la luz después de 24 horas.

23. ☐ Guarde su experimento y limpie conforme a las instrucciones del docente.

Análisis de Datos

1. Asigne una etiqueta a los ejes y bosqueje las curvas del gráfico de pH contra el Tiempo.



2. ¿Cómo se comparan sus resultados con sus predicciones? ¿Sus resultados se acercan a lo esperado? ¿Por qué o por qué no?

Las respuestas variarán. Conforme a un grupo de alumnos: "El pH aumentó levemente en la bolsa bajo la luz. El pH disminuyó en la bolsa sin luz. El cambio no fue tan grande como esperaba. Estoy seguro de que el cambio hubiera sido mayor si hubiera más plantas y caracoles en los ecosistemas".

3. ¿Cómo explica las diferencias en el pH? ¿Cómo se relaciona esto con la fotosíntesis?

La diferencia en el pH se debe a la fotosíntesis de la planta que se produce bajo la luz, la cual agota el dióxido de carbono. Cuando no hay luz, no se produce la fotosíntesis, por lo cual la planta no agotará el dióxido de carbono. El CO_2 permanece disuelto en el agua y forma ácido carbónico, lo cual disminuye el pH.

Preguntas de Análisis

1. ¿Los resultados hubieran sido los mismos si se hubiera utilizado diferentes plantas (por ejemplo, elodea, lentejas de agua, etc.)?

Hubiera sido un patrón similar.

2. Si una variable independiente es un factor experimental que controlan los científicos y una variable dependiente es un factor que cambia conforme a un cambio en la variable independiente, para esta actividad, ¿cuál es la variable independiente y cuál la dependiente?

La variable independiente es la luz y la variable dependiente, que cambia conforme a la presencia o la ausencia de luz, es el pH.

3. Describa lo que sucede durante la fotosíntesis.

Las plantas verdes utilizan la luz solar para sintetizar alimentos a partir del dióxido de carbono y el agua.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. Predecir cómo el pH cambiaría en un ecosistema acuático durante un ciclo de día y de noche. Explicar por qué el pH variaría de esta forma.

Ejemplo de respuesta: El pH se reduciría durante la noche y aumentaría durante el día. Por la noche, el CO_2 aumentaría porque no puede producirse la fotosíntesis. El aumento en el CO_2 reduciría el pH del agua. Durante el día, el CO_2 se reduciría, ya que el proceso de fotosíntesis eliminaría parte del CO_2 del agua. Esto aumentaría el pH del agua.

2. Determinar una regla que describa la dependencia de las plantas y los animales entre sí en un ecosistema en lo relacionado con la fotosíntesis y la respiración celular.

Las plantas reciben CO_2 de los animales, mientras que los animales usan el O_2 y la energía de los azúcares formados por plantas durante la fotosíntesis.

3. Planificar una experimento que ponga a prueba el impacto del CO_2 producido por animales acuáticos sobre la velocidad de la fotosíntesis dentro de un ecosistema acuático. Incluir en su descripción la variable independiente, la variable dependiente y las variables controladas.

Las respuestas variarán. Los planes elaborados por los estudiantes deben poner a prueba la presencia de animales acuáticos y el efecto en la velocidad de la fotosíntesis, y, al mismo tiempo, enumerar una serie de variables que se mantienen inalteradas. La variable independiente debe ser la presencia o la cantidad de animales acuáticos. La variable dependiente es la velocidad de la fotosíntesis.

En relación con lo que los estudiantes aprendieron en esta actividad de laboratorio, ellos probablemente lo medirán por el cambio de pH del agua. (La fotosíntesis también puede medirse directamente por la cantidad de oxígeno disuelto en el agua o capturando y midiendo la cantidad de gas de oxígeno liberado del agua). Algunas variables controladas pueden ser la cantidad y el tipo de plantas acuáticas, el tipo de animales acuáticos, la cantidad de luz, la temperatura y otros factores relacionados con la calidad del agua.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

1. La principal fuente de energía para la vida en la Tierra es:

- A.** El agua
- B.** El Sol
- C.** El petróleo

2. El CO₂ que se utiliza para la fotosíntesis

- A. Es necesario para brindar alimentos a la mayoría de los animales
- B. Eventualmente resulta en el crecimiento de árboles y plantas
- C. Ambos

3. Las características de un animal que podría sobrevivir en un desierto son:

- A. Colores brillantes, vocalizaciones a gran volumen y una alimentación con gran cantidad de frutas
- B. Se esconde en una guarida durante el día y la cierra para mantener fuera el aire seco y caliente
- C. Se alimenta de hojas, flores, bayas, brotes, ramas y otros tipos de vegetación

Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado que figura en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. Una comunidad biológica de organismos que interactúan y su ambiente físico se denomina un/una **ecosistema**.
2. Para la mayoría de los ecosistemas, la principal fuente de energía es **la luz solar**.
3. La fotosíntesis requiere luz y **dióxido de carbono** y **agua** y genera **oxígeno** como subproducto. El caracol requiere **oxígeno** y libera **dióxido de carbono** como subproducto.
4. El agua era **más** ácida cuando el ecosistema del caracol y la planta estuvieron en la oscuridad.

Otras Sugerencias de Investigación

¿Cómo cambiaría el pH si la bolsa de plástico tuviera más caracoles o plantas?

Conserve uno de sus "ecosistemas" (bolsas de plástico) en el exterior. Mida el pH a cada hora durante un período de 24 horas. ¿Existe alguna evidencia de la fotosíntesis?