

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 hierve 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 involucran 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	Título	Materiales y equipos	Ctd
19	Calores de Reacción y Disolución Use un 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>Lentijas 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

Act	Titulo	Materiales y equipos	Ctd
21	pH de los Productos Químicos Domésticos Use un sensor de pH y productos químicos domésticos comunes para relacionar el pH y la concentración del ion de hidronio (H_3O^+) clasificando las soluciones como ácidas, básicas o neutras.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de pH Vaso de precipitado de 50 mL Probeta de 50 mL Probeta de 10 mL Tubo de ensayo de 15 x 100 mm Soporte para tubos de ensayo Piseta y recipiente para desechos Solución amortiguadora de pH 4 Solución amortiguadora de pH 10 Vinagre blanco (ácido acético al ~5%) Jugo de limón Refresco Limpia vidrios Agua de la llave Leche Café Bicarbonato de sodio de 0,5 M Jabón liquid Blanqueador	1 1 2 1 1 10 1 1 25 mL 25 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL
22	Valoración Ácido-Base Use un cuentagotas y un sensor de pH para determinar la concentración de una solución de ácido clorhídrico y la concentración de una solución de ácido acético por valoración.	Sistema de recolección de datos Cuentagotas PASPORT Sensor PASPORT de pH Agitador magnético Microimán de agitación Vasos de precipitado de 250 mL Vasos de precipitado de 50 mL Probeta de 100 mL Pipeta volumétrica o probeta de 10 mL Bureta de 50 mL Soporte universal de laboratorio Pinza de ángulo recto Pinza de bureta Embudo Pipeta de transferencia Recipiente para desechos Piseta con agua destilada (desionizada) Solución amortiguadora de pH 4 Solución amortiguadora de pH 10 Agua destilada (desionizada) Solución de ácido clorhídrico (~0,1 M) Solución de ácido acetic (~0,1 M) Solución de hidróxido de sodio estandarizada (~0,1 M)	1 1 1 1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 25 mL 25 mL 200 mL 10 mL 10 mL 120 mL

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.

Biología

Fuentes de Energía para la Levadura

Objetivos

En esta investigación, los alumnos aprenden y aplican la terminología y el concepto de un experimento controlado. La actividad está diseñada para permitirles a los alumnos:

- ♦ practicar la creación de un grupo de control y un grupo experimental e identificar las variables independientes, dependientes y constantes;
- ♦ experimentar que los seres vivos consumen alimentos para obtener energía y liberan dióxido de carbono en el proceso.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ la utilización de un sensor de gas de dióxido de carbono para medir la producción de dióxido de carbono que se genera del metabolismo de la levadura;
- ♦ la prueba de la capacidad de la levadura de utilizar diferentes fuentes de energía al medir y comparar la producción de dióxido de carbono de la levadura al suministrarle diferentes sustancias, según lo determinen los alumnos.

Requisitos de Tiempo

- | | |
|---|--|
| ♦ Tiempo de preparación | 20 minutos |
| ♦ Debate y actividad previos al laboratorio | 15 minutos |
| ♦ Actividad en el laboratorio | 80 minutos (40 minutos cada una, 2 días) |

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- ♦ Sistema de recolección de datos
- ♦ Sensor de temperatura o termómetro
- ♦ Sensor de dióxido de carbono
- ♦ Cable de extensión del sensor
- ♦ Frasco de muestreo
- ♦ Probeta de 50 mL
- ♦ Vasos de precipitado (3) de 100 mL
- ♦ Vaso de precipitado de 100 mL o vaso de poliestireno
- ♦ Varillas agitadoras (3)
- ♦ Cuchara de medición, 1/4 de cucharadita
- ♦ Solución de sacarosa¹, 30 mL
- ♦ Solución de almidón², 30 mL
- ♦ Levadura seca altamente activa, ¾ de cucharadita más la cantidad necesaria para el experimento diseñado por los alumnos
- ♦ Fuentes adicionales de energía³
- ♦ Agua tibia, 60 mL
- ♦ Agua a temperatura ambiente, 30 mL

¹ Para formular la solución de sacarosa con agua y azúcar granulada, consulte el apartado de Preparación del laboratorio.

² Para formular la solución de almidón utilizando agua y almidón de maíz "Maicena", consulte el apartado de Preparación del laboratorio.

³ Consulte el apartado de Preparación del laboratorio para obtener sugerencias sobre otras fuentes de energía.

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Los científicos realizan a menudo experimentos controlados para probar hipótesis.

Antecedentes

Los científicos no usan un único método para responder a las preguntas. Incluso en el campo de la biología, los investigadores utilizan varios métodos. Los ecologistas que estudian las poblaciones de ranas no abordarán su investigación de la misma manera que lo harán los biólogos celulares que estudian los genes relacionados con el cáncer. Sin embargo, existe un tipo de experimento común que generalmente se emplea en la investigación biológica. Se lo conoce como "experimento controlado".

Los experimentos controlados se pueden usar para determinar las relaciones de causa y efecto. Si bien es posible que haya muchos factores que afecten a un resultado, el científico se concentra solo en uno, la **variable independiente**. El científico manipula esta variable durante el experimento y observa y mide la manera en la que las **variables dependientes** responden al cambio realizado en la variable independiente. Con estos datos, el científico evalúa en qué medida la variable manipulada afecta al resultado. Para asegurarse de que la variable independiente sea la causa del resultado, otras condiciones deben permanecer sin modificarse. Estas condiciones se denominan **constantes** o **variables controladas**.

Un experimento controlado compara un grupo de control con un grupo experimental. Los sujetos del grupo de control son tratados exactamente de la misma manera que los sujetos del grupo experimental, con la excepción de que la variable independiente se modifica en los sujetos experimentales. En esta investigación, mediante un experimento controlado se evalúa la capacidad de la levadura de utilizar diferentes tipos de carbohidratos. La levadura es un conjunto de organismos unicelulares. Probablemente sepa que la levadura generalmente se usa

para cocinar. Una receta básica de pan incluye azúcar y harina (almidón) como ingredientes. Cuando la levadura usa uno o más ingredientes de la masa del pan para obtener energía, se produce dióxido de carbono. La liberación de este gas provoca que el pan leude y crezca.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

(El día anterior a trabajar en el laboratorio, coloque 100 mL de agua tibia, 1 cucharada de levadura seca activa y 1 cucharada de azúcar en un matraz de 250 mL. Estire la abertura de un globo y colóquela por encima del matraz para sellarlo. Durante las próximas veinticuatro horas, la levadura producirá dióxido de carbono, lo cual provocará que el globo se infle).

Fomente el interés de los alumnos al mostrarles el matraz sellado con un globo inflado. Dígales a los alumnos que el matraz contiene levadura. Luego, muéstreles una pieza de pan. Pídales que piensen cómo se relacionan estos elementos al preguntarles:

1. ¿Cuál es la relación entre una pieza de pan y el globo inflado?

La levadura en el matraz liberó un gas que provocó que el globo se infle. La levadura, uno de los ingredientes del pan, libera un gas que provoca que el pan leude antes de hornearlo.

Explíqueles a los alumnos que los orificios que se observan en el pan son resultado del gas (dióxido de carbono) que produce la levadura. El gas forma burbujas dentro del pan. A medida que el pan se hornea, el gas se dispersa y forma orificios en donde estaban las burbujas.

Muéstreles a los alumnos el sensor de dióxido de carbono. Explíqueles que en esta investigación medirán la cantidad de dióxido de carbono que produce la levadura en determinadas condiciones. Explíqueles que los factores tales como el tipo de levadura, la cantidad de levadura y la temperatura del agua podrían afectar la producción de dióxido de carbono. Explíqueles que el experimento que realizarán será un "experimento controlado". Será importante mantener constantes a todas las variables controladas excepto una: la "variable independiente".

Preparación del Laboratorio

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

1. La forma más sencilla de que los alumnos obtengan agua tibia de al menos 45 °C es suministrarles agua caliente que puedan mezclar con agua del grifo. Utilice una cafetera grande o un hervidor de agua instantáneo. Asegúrese de que el agua esté caliente antes de que los alumnos comiencen con el trabajo de laboratorio.

Consejo para el docente: Decida si los alumnos utilizarán un termómetro tradicional o un sensor de temperatura para medir la temperatura del agua tibia.

2. Prepare 1000 mL de solución de sacarosa.
 - a. Mida 50 g de sacarosa (azúcar de mesa granulada).
 - b. Agregue la sacarosa a 950 mL de agua y revuelva hasta que se haya disuelto.
3. Prepare 1000 mL de solución de almidón.
 - a. Mida 50 g de almidón de maíz "maicena".
 - b. Agregue el almidón a 950 mL de agua y revuelva hasta que se haya mezclado de forma uniforme.

Fuentes de Energía para la Levadura

4. Prepare estaciones en las que los alumnos puedan obtener la levadura necesaria para la investigación. Para una clase, 3 paquetes de levadura deberían proporcionar la cantidad suficiente para que todos los grupos realicen ambas partes del trabajo de laboratorio.
 - a. Abra 3 paquetes de levadura seca altamente activa y colóquelos en tres recipientes pequeños.
 - b. Coloque un 1/4 de una cucharadita de una cuchara de medición para cada recipiente, de forma tal que los alumnos puedan medir fácilmente la levadura necesaria para la investigación.

Consejo para el docente: Se obtienen mejores resultados al utilizar levadura de paquetes nuevos de levadura seca altamente activa.

5. Determine qué "fuentes de energía" adicionales se utilizarán en los experimentos diseñados por los alumnos en la Parte 2 de la investigación. Las opciones posibles son: glucosa, maltosa, lactosa, edulcorantes artificiales, leche, jugos y bebidas energizantes.

Seguridad

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

- ♦ No permita que se moje el sensor de dióxido de carbono.
- ♦ No coma ni beba ninguno de los materiales de laboratorio.
- ♦ Utilice anteojos de seguridad.

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	3	1	2	4
Asegúrese de que su experimento cumpla con los requisitos de un buen experimento controlado y realice su	Determine qué sustancia (sacarosa o almidón) proporcionó a la levadura una mayor energía.	Prepare tres vasos de precipitación con levadura, agua y sacarosa o solución de almidón. Determine la variable	Use el sensor de gas de CO ₂ para determinar cuál mezcla produce la mayor cantidad de CO ₂ . Identifique la variable dependiente.	Cree su propio procedimiento para determinar si la levadura puede usar otras sustancias como fuente de energía.

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: ¿La levadura utiliza sacarosa y almidón para obtener energía?

Preparación

1. ☐ Coloque 60 mL de agua tibia (entre 40 y 45 °C) en un vaso de precipitado o vaso de poliestireno.

Nota: Quizá sea necesario mezclar agua caliente con agua del grifo y monitorear la temperatura con un termómetro hasta que se encuentre dentro del intervalo indicado.

2. ☐ Prepare tres vasos de precipitado para la investigación.
- a. Reúna tres vasos de precipitado de 100 mL y colóqueles etiquetas con los números "1", "2" y "3", respectivamente.
 - b. Agregue $\frac{1}{4}$ de cucharadita de levadura seca activa a cada vaso de precipitado.
 - c. Vierta 20 mL del agua tibia (entre 40 y 45 °C) en cada vaso de precipitado. Revuelva la mezcla de levadura y agua para generar una suspensión uniforme.

El grupo experimental

3. ☐ Agregue 30 mL de solución de sacarosa a la mezcla de levadura y agua del Vaso de precipitado 1. Revuelva la mezcla lentamente.
4. ☐ Agregue 30 mL de solución de almidón a la mezcla de levadura y agua del Vaso de precipitado 2. Revuelva la mezcla lentamente.

El grupo de control

5. ☐ Agregue 30 mL de agua a temperatura ambiente a la mezcla de levadura y agua del Vaso de precipitado 3. Revuelva la mezcla lentamente.
6. ☐ Deje los tres vasos de precipitado en reposo durante 5 minutos. Durante este tiempo, realice los siguientes pasos (hasta el paso de "Crear una pantalla de comparación de Dióxido de carbono (ppm) frente al Tiempo (s)").
7. ☐ Compare la composición de los dos grupos (experimental y de control). ¿Cuál es la variable independiente de este experimento?

La variable independiente es el tipo de carbohidrato (la fuente de energía).

8. ☐ El Vaso de precipitado 3 es el "grupo de control". ¿Cuál es el propósito del grupo de control en un experimento controlado?

El grupo de control es necesario para asegurarse de que todos los resultados obtenidos en el grupo experimental se deban a la variable independiente y no a una variable no controlada. El grupo de control no recibe el "tratamiento", por lo cual ofrece un valor de referencia con el cual pueden compararse los resultados del grupo experimental (que sí reciben el "tratamiento").

9. ☐ Un experimento controlado tiene "constantes". Enumere las constantes (variables controladas) de esta investigación.

Ejemplos de constantes en el laboratorio incluyen: la temperatura del agua tibia, la cantidad de agua tibia, la cantidad de solución de carbohidratos agregada, el tipo y fuente de la levadura y la cantidad de levadura.

10. ☐ Comience un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
11. ☐ Conecte el sensor de dióxido de carbono a su sistema de recolección de datos mediante el cable de extensión del sensor.
12. ☐ Calibre el sensor de dióxido de carbono.
13. ☐ Crear una pantalla de comparación de Dióxido de carbono (ppm) frente al Tiempo (s).

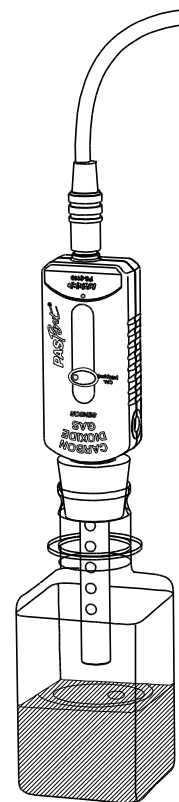
Recolecte los Datos

14. ☐ Vierta la mezcla del Vaso de precipitado 1 en un frasco de muestreo.
15. ☐ Conecte el sensor de dióxido de carbono al frasco de muestreo que contiene la mezcla de sacarosa y levadura. Genere un cierre hermético entre el tapón del sensor y el frasco.

Nota: Asegúrese de que el frasco no se vuelque durante el experimento.

16. ☐ Después de aproximadamente 15 segundos, comience con la recolección de datos.
17. ☐ ¿Cuál es la variable dependiente de este experimento?
- La variable dependiente del experimento es la concentración de dióxido de carbono (ppm).
18. ☐ Registre los datos durante 4 minutos y luego detenga el registro de datos.
19. ☐ Asigne el nombre "Sacarosa" a la serie de datos.

20. ☐ Retire el sensor de dióxido de carbono del frasco. Deseche la solución del frasco y luego enjuáguelo en su totalidad al llenarlo con agua y volcar el agua.



21. ☐ ¿Por qué es importante enjuagar el frasco de muestreo en su totalidad?

Debe eliminarse del frasco todo el dióxido de carbono que se haya producido en la primera prueba. Para mantener el control del experimento, el frasco debe estar en el mismo estado antes de cada prueba.

22. ☐ Vierta la mezcla de almidón y levadura del Vaso de precipitado 2 en el frasco de muestreo limpio. Conecte el sensor de dióxido de carbono al frasco al igual que lo hizo anteriormente.

23. ☐ Después de aproximadamente 15 segundos, comience con la recolección de datos.

24. ☐ Detenga la recolección de datos después de 4 minutos.

25. ☐ Asigne el nombre "Almidón" a la serie de datos.

26. ☐ Retire el sensor de dióxido de carbono del frasco. Deseche la solución del frasco y enjuáguelo en su totalidad.

27. ☐ Vierta la mezcla del Vaso de precipitado 3 en el frasco de muestreo y conecte el sensor de dióxido de carbono al frasco.

28. ☐ Después de aproximadamente 15 segundos, comience con la recolección de datos.

29. ☐ Registre los datos durante 4 minutos y luego detenga el registro de datos.

30. ☐ Asigne el nombre "Agua" a la serie de datos.

31. ☐ Retire el sensor de dióxido de carbono del frasco. Deseche la solución del frasco y enjuáguelo en su totalidad.

32. ☐ Complete el Análisis del diseño y responda las Preguntas de análisis de la Parte 1 antes de continuar con la Parte 2 del Procedimiento.

Parte 2: ¿La levadura puede utilizar otras sustancias como fuentes de energía?

Preparación

Diseñe su experimento

33. ☐ En una hoja aparte, confeccione un esquema o dibuje un diagrama (o ambos) en el que describa el procedimiento que utilizará para determinar si la levadura puede utilizar otras sustancias, que le suministrará el docente, como fuentes de energía. Asegúrese de que su procedimiento sea un experimento controlado. Debe utilizar el sistema de recolección de datos y el sensor de dióxido de carbono.

34. ☐ Identifique las variables de su experimento.

- a.** Variable independiente: Depende del experimento del alumno.
- b.** Variable dependiente: Depende del experimento del alumno.
- c.** Constantes: Dependen del experimento del alumno.

35. ☐ Muéstrelle su plan de experimentación al docente para obtener su aprobación.

Recolecte los Datos

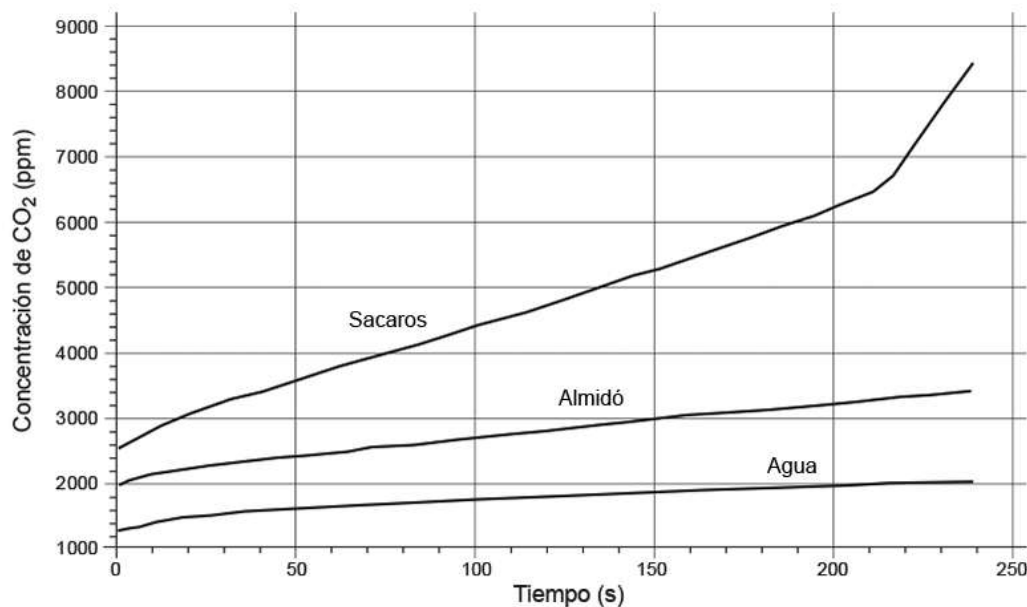
36. ☐ Lleve a cabo su experimento mediante el sistema de recolección de datos y el sensor de dióxido de carbono.

37. ☐ Asigne a cada serie de datos un nombre adecuado.

Análisis de Datos

Parte 1: ¿La sacarosa representa una fuente de energía para la levadura?

- 1.** ☐ Grafique los datos de la Parte 1. El gráfico debe comparar el Dióxido de carbono (ppm) frente al Tiempo (s). Asigne una etiqueta al gráfico general y a cada eje. Indique las unidades que correspondan en cada eje. Asigne una etiqueta a cada serie de datos.



Parte 2: ¿La levadura puede utilizar otros tipos de azúcar como fuentes de energía?

2. ☐ Presente los datos de la Parte 2, el experimento que usted diseñó. Puede dibujar una tabla de datos, un gráfico o ambos.

Los resultados variarán en función de las fuentes de energía que se les suministren a los alumnos y de los métodos que los alumnos decidan utilizar para su experimento.

Preguntas de Análisis

Parte 1: ¿La sacarosa representa una fuente de energía para la levadura?

1. ¿Cuál es una mejor fuente de energía para la levadura, la sacarosa o el almidón? Describa las pruebas que justifican su respuesta.

La sacarosa es una mejor fuente de energía para la levadura que el almidón. En los datos de las muestras, la levadura que recibió sacarosa produjo mucho más dióxido de carbono (una concentración de dióxido de carbono de más de 6000 ppm) que la levadura que recibió almidón (una concentración de dióxido de carbono de 1500 ppm).

2. ¿Cómo determinó que la sacarosa o el almidón se desempeñaron como fuentes de energía para la levadura?

Todas las variables se controlaron atentamente. La única diferencia en la preparación fue la incorporación de sacarosa, almidón o agua. Entonces, la diferencia en los resultados tiene que deberse a esta única diferencia en la preparación. En los datos de las muestras, el grupo de control que contenía agua en lugar de una fuente de energía (almidón o sacarosa) produjo mucho menos dióxido de carbono (una concentración de dióxido de carbono de 772 ppm), en especial al compararlo con la levadura que recibió sacarosa.

Los alumnos pueden investigar sus resultados al observar cómo cambia la producción de dióxido de carbono en el grupo experimental y de control durante un período más prolongado, ya que el grupo de control podría utilizar azúcar almacenada con anticipación.

Parte 2: ¿La levadura puede utilizar otros tipos de azúcar como fuentes de energía?

3. Resuma las conclusiones que puede sacar de los datos recolectados en la Parte 2 de la investigación.

Los resultados y las conclusiones dependerán de la investigación en particular.

4. Justifique por qué el experimento que usted diseñó y realizó fue un buen experimento controlado.

Las respuestas variarán. Los experimentos de los alumnos deben tener muchas variables controladas, una variable independiente que se haya manipulado y una variable dependiente que se haya medido cada vez que se modificaba la variable independiente.

5. Los datos que se recolectaron en el experimento ¿son datos cualitativos o cuantitativos? Explique su respuesta.

Los datos son cuantitativos, ya que el sensor medía la cantidad de dióxido de carbono (concentración) presente en el frasco en partes por millón (ppm). Los datos cualitativos son descriptivos.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. ¿Cuál es la importancia de contar con un grupo de control? Teniendo en cuenta el experimento, describa el grupo de control y explique por qué se trataba de un grupo de control.

El vaso de precipitado con agua en lugar de sacarosa o almidón era el grupo de control. Este ofrecía datos de referencia sobre la cantidad de dióxido de carbono que produce la levadura en ausencia de un carbohidrato.

El grupo de control es el grupo que no recibe un "tratamiento" en particular; aquel en que no se manipula la variable independiente.

2. ¿Por qué las células requieren energía?

Las células requieren energía para todo el "trabajo" que hacen: fabricar sustancias químicas, crecer, mantener la homeostasis, transportar materiales, reproducirse, etc. Las células son estructuras altamente organizadas y necesitan energía para mantener esta organización.

3. Supongamos que los científicos sospechan que la radiación ultravioleta (UV) afecta la reproducción y la tasa de natalidad en una población de ranas. Describa un experimento controlado que puedan llevar a cabo los científicos en un laboratorio para probar esta hipótesis.

Las respuestas variarán.

Un ejemplo de respuesta: los científicos podrían exponer a una gran cantidad de ranas macho y hembra a diferentes niveles de radiación UV. Un grupo de ranas macho y hembra no debe recibir ningún tratamiento UV (el grupo de control). Las ranas macho y hembra del mismo grupo (que reciban el mismo nivel de radiación UV) deben poder aparearse.

Luego, los científicos deben registrar la cantidad de hembras preñadas en cada grupo. En este caso, la variable independiente es la cantidad de radiación UV que reciben las ranas y la variable dependiente es la cantidad de ranas hembra que quedan preñadas. Otra variable dependiente es la cantidad de huevos que produce cada rana hembra y otra es la cantidad de huevos de los que nacen crías en relación con la cantidad de huevos producidos.

Otro conjunto de variables dependientes debe provenir de observar y registrar el desarrollo (normal y anormal) de los renacuajos y ranas jóvenes.

Preguntas de Elección Múltiple

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

1. Las condiciones que son constantes y se mantienen así durante un experimento se denominan

- A.** variables controladas
- B.** variables no controladas
- C.** variables dependientes
- D.** variables independientes

2. Un estudiante compara la cantidad de dióxido de carbono producido por la levadura en presencia de almidón con la cantidad producida en presencia de sacarosa. ¿Cuál es la variable independiente de la investigación del estudiante?

- A.** Cantidad de dióxido de carbono producido
- B.** Tipo de levadura usada
- C. Tipo de carbohidrato usado**
- D.** Temperatura de la mezcla

3. ¿Qué sustancia en la masa del pan es la principal fuente de energía para la levadura?

- A.** agua
- B. sacarosa**
- C.** almidón
- D.** dióxido de carbono

4. En un experimento para probar si el consumo de una bebida deportiva de 16 onzas permite que una persona se recupere más rápidamente después del ejercicio, ¿cuál sería el grupo de control?

- A. Un grupo de personas que toman una bebida deportiva, pero que no hacen ejercicio.**
- B.** Un grupo de personas que toman una bebida gaseosa en lugar de una bebida deportiva.
- C.** Un grupo de personas que toman 8 onzas de la bebida deportiva.
- D.** Un grupo de personas que toman agua en lugar de una bebida deportiva.

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 levadura se usa para hacer la masa del pan porque el metabolismo de la levadura produce un gas, **dióxido de carbono**, que hace que el pan suba. La levadura usa la sacarosa en la masa como fuente de **energía** para realizar actividades en sus células.

2. Si bien no hay un método único que empleen los científicos para responder preguntas, muchos biólogos usan experimentos **controlados** en su investigación. Estos tipos de experimentos involucran un grupo de control y uno o más grupos **experimentales**. Los sujetos de cada grupo son tratados exactamente igual, salvo que la variable **independiente** se modifica para los sujetos experimentales. Los científicos observan y miden cómo una variable **dependiente** responde al cambio realizado en la variable independiente.

Otras Sugerencias de Investigación

Los alumnos pueden elegir otra fuente de energía y utilizarla para investigar el efecto de la temperatura sobre el metabolismo de la levadura.

Acción Enzimática

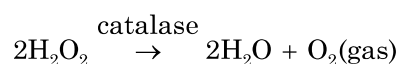
Objetivos

Esta actividad refuerza el concepto de los alumnos de que las enzimas actúan como catalizadoras y aceleran las reacciones químicas. Los alumnos también recolectan pruebas que demuestran que la actividad enzimática se ve influenciada por la temperatura.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ Uso de un sensor de oxígeno para medir la cantidad de oxígeno que se libera durante la descomposición del peróxido de hidrógeno:



- ♦ Variación de la temperatura de la solución enzimática y determinación de si el cambio de temperatura influye sobre la tasa de producción de oxígeno.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	24 horas antes: 30 minutos Día de la actividad: 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 | ♦ Peróxido de hidrógeno ² al 1,5%; 60 mL |
| ♦ Sensor de oxígeno | ♦ Baño María, entre 35 y 40 °C (1 por clase) |
| ♦ Frasco de muestreo ¹ | ♦ Catalasa ³ , temperatura ambiente, 20 mL |
| ♦ Tubo de ensayo de 25 mL | ♦ Catalasa ³ , hervida, 10 mL |
| ♦ Probeta de 25 mL | |

¹ Se incluye con el sensor de oxígeno.

² Para formular peróxido de hidrógeno al 1,5% a partir de peróxido de hidrógeno al 3%, consulte el apartado sobre Preparación del laboratorio.

³ La fuente de la catalasa es una suspensión de levadura. Consulte el apartado sobre Preparación del laboratorio.

Consulte el apartado de Debate y actividad previos al laboratorio para conocer los materiales que se utilizan en las demostraciones del debate previo al laboratorio.

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

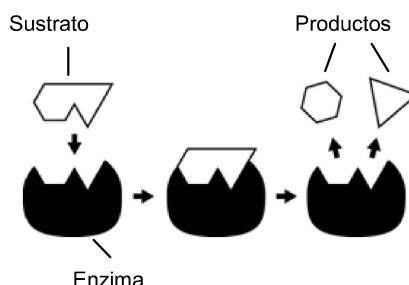
Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Funciones generales de las enzimas
- ♦ El modelo enzimático de la "llave-cerradura"
- ♦ Los seres vivos tienen rangos de temperatura óptima
- ♦ La temperatura es una medida de la energía cinética promedio
- ♦ La temperatura afecta la frecuencia de las colisiones entre partículas

Antecedentes

Las células deben llevar a cabo diversas reacciones químicas muy rápidamente para que podamos vivir. Las proteínas llamadas "enzimas" son fundamentales para esta función. Las enzimas actúan como catalizadoras. Esto significa que aumentan la velocidad de la reacción. El metabolismo de un organismo depende de miles de enzimas diferentes que permiten llevar a cabo miles de reacciones químicas que habitualmente se producen dentro de una célula.

Las enzimas no se consumen durante la reacción, pero se unen al sustrato (reactivo) y ayudan a convertirlo en el producto final. Una vez que la enzima libera el producto final, esta puede unirse a otro sustrato y catalizar otra reacción. Las enzimas son específicas de cada sustrato, lo cual significa que solo un tipo de molécula puede encajar en el sitio activo de la enzima. A este modelo de función enzimática se lo conoce como el "modelo de la llave-cerradura".



Este modelo demuestra la importancia que tiene la forma de una enzima para su capacidad de acelerar una reacción. El sitio activo de la enzima debe poder alojar al sustrato y unirse a él. Cada enzima tiene una temperatura y un pH óptimos para lograr su máxima funcionalidad. Fuera de estos valores óptimos, la enzima cambia de forma y se torna menos funcional. (Los pliegues y giros específicos de la cadena de aminoácidos se ven afectados por estas condiciones). Un cambio en la forma de la enzima (denominado desnaturalización) da como resultado una disminución en la actividad enzimática y, por lo tanto, una reacción más lenta.

Un ejemplo de enzima es la lactasa. La lactasa cataliza la descomposición del disacárido lactosa (el azúcar de la leche) en los monosacáridos galactosa y glucosa. Para poder digerir la lactosa, la lactasa debe estar presente y funcionar correctamente. Ninguna otra enzima puede cumplir esta función. Las personas que tienen intolerancia a la lactosa no producen suficientes lactasas funcionales y, por lo tanto, no pueden digerir la lactosa.

Otro ejemplo de enzima es la catalasa. (Muchas enzimas terminan con las letras "asa"). La catalasa cataliza (acelera) la descomposición del peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Se trata de una

enzima importante debido a que el peróxido de hidrógeno es un producto del metabolismo normal de las células, pero es tóxico para ellas. Por lo tanto, debe convertirse rápidamente en sustancias inocuas. Este cambio ocurre de forma rápida en presencia de la enzima catalasa. La mayoría de los seres vivos tienen catalasa en sus células. Las fuentes de catalasa que se utilizan habitualmente en investigaciones de laboratorio son el hígado, la papa y la levadura.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Consejo para el docente: Los alumnos logran comprender mejor la primera demostración si cuentan con cierto conocimiento previo sobre los disacáridos y monosacáridos. Si no tienen experiencia previa en este tema, probablemente sea mejor pasar a la segunda demostración, "Descomposición del peróxido de hidrógeno".

Digestión de la lactosa

Demuéstreles a los alumnos la reacción catalizada por la lactasa. Sostenga un vaso de precipitado pequeño con leche.

1. ¿La leche contiene azúcar? Si es así, ¿cómo se llama el azúcar?

Sí, la leche contiene un azúcar que se llama lactosa.

2. ¿Qué moléculas de su organismo aceleran la digestión del azúcar y de las moléculas de otros alimentos?

Las enzimas ayudan al organismo a digerir los alimentos.

3. Algunas personas son "intolerantes" a la lactosa. ¿Qué creen que esto significa?

Es probable que los alumnos respondan que esto significa que la persona no puede tomar leche; la persona no puede digerir el azúcar lactosa. Quizá mencionen que si la persona toma leche, se sentirá mal.

Muéstreles a los alumnos una tira reactiva de glucosa y explique cómo funciona. Moje la tira en el vaso de precipitado con leche. Muéstreles a los alumnos que el resultado es negativo (no tiene glucosa).

4. ¿Por qué el resultado es negativo?

La leche contiene solo el azúcar lactosa; no contiene el azúcar glucosa.

Muéstreles a los alumnos un envase de polvo Lactaid® (también puede utilizar cualquier marca genérica). Explíqueles que una persona con intolerancia a la lactosa puede consumir lácteos si también ingiere este polvo. Disuelva una cucharada de polvo Lactaid en el vaso de precipitado con leche. Revuelva la muestra durante aproximadamente 5 minutos. Durante este tiempo, debata las siguientes preguntas con los alumnos.

5. ¿Qué piensa que hace este polvo para permitir que una persona intolerante a la lactosa pueda consumir lácteos?

Las respuestas variarán. Los alumnos pueden predecir correctamente que el polvo ayuda a descomponer la lactosa, es decir que ayuda a la persona a digerir la lactosa presente en la leche.

6. ¿La lactosa es un monosacárido, un disacárido o un polisacárido? ¿Cuál es la estructura básica de una molécula de lactosa?

La lactosa es un disacárido. Se compone de dos azúcares unidos: la galactosa y la glucosa.

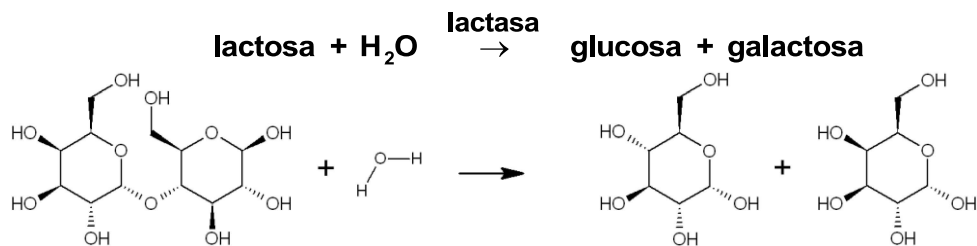
Dibuje o enseñe una imagen de la lactosa a los alumnos para ayudar en el debate de la pregunta anterior.

Después de revolver la leche y el Lactaid en el vaso de precipitado durante 5 minutos, moje una segunda tira reactiva de glucosa en la leche. Muéstrelas a los alumnos que el resultado es positivo (contiene glucosa).

7. ¿Por qué el resultado es positivo? (Pista: Lactaid contiene la enzima lactasa).

La leche ahora contiene glucosa. Las lactasas del polvo ayudaron a descomponer una unión química en la lactosa, lo cual dio como resultado dos productos separados: la glucosa y la galactosa. (Se produjo la digestión de la lactosa).

Dibuje o muestre una imagen de la digestión de la lactosa, similar a la que figura a continuación. Esto ayudará a los alumnos a visualizar la reacción que permite la digestión y a comprender los resultados negativos y positivos para la presencia de glucosa que observaron en la demostración.



Descomposición del peróxido de hidrógeno

Muéstreles a los alumnos un frasco de peróxido de hidrógeno y pregúnteles si saben lo que es y para qué se utiliza.

8. ¿Cuál es la sustancia que contiene el frasco? ¿Cuáles son algunos usos habituales de esta sustancia?

Es probable que los alumnos sepan que el peróxido de hidrógeno se utiliza para limpiar y desinfectar cortes. Quizá mencionen que hace burbujas al colocarlo sobre un corte. También es bueno para limpiar manchas, como por ejemplo, manchas de sangre. Algunos alumnos quizás mencionen que aclara el cabello o blanquea los dientes.

Vierta una pequeña cantidad de peróxido de hidrógeno en un vaso de precipitado. Explíqueles a los alumnos que las moléculas se mueven y se chocan entre sí. Algunas veces, estas colisiones provocan que las moléculas reaccionen y se rompan, por lo cual, en forma paulatina y con el transcurso del tiempo, el frasco contendrá menos peróxido de hidrógeno. (Envasar el peróxido de hidrógeno en un frasco marrón evita que la luz acelere esta reacción).

Agregue un pequeño trozo de hígado o papa al vaso de precipitado.

9. ¿Qué observa al agregar el trozo de hígado (o papa) al peróxido de hidrógeno?

Cuando se agrega el hígado al vaso de precipitado con peróxido de hidrógeno, se forman muchas burbujas y se genera espuma dentro del envase.

10. ¿Por qué se forman estas burbujas?

Hay algo en el hígado (o en la papa) que debe provocar que el peróxido de hidrógeno se descomponga rápidamente. Lo normal es que la reacción se produzca tan lentamente que no sea perceptible. Debido a que ahora se observa la reacción con facilidad, esto significa que se produce mucho más rápido.

11. ¿Qué molécula presente en las células del hígado (o de la papa) produce la descomposición rápida del peróxido de hidrógeno? ¿Por qué las células necesitan esta molécula?

Las células hepáticas contienen enzimas (incluida la catalasa) que aceleran la reacción de descomposición. Las células tienen catalasa porque producen peróxido de hidrógeno, pero esta sustancia es tóxica y debe descomponerse rápidamente.

Muéstreles a los alumnos la siguiente ecuación:



12. Con base en la ecuación, ¿qué contienen las burbujas que se observan en el vaso de precipitado?

Las burbujas contienen oxígeno.

Refuerce el concepto de que el oxígeno es un producto de la reacción al realizar otra demostración con un vaso de precipitado grande o una probeta. Agregue peróxido de hidrógeno al vaso de precipitado. Agregue trozos de hígado hasta que se forme una gran cantidad de burbujas. Encienda una tablilla de madera con un fósforo, permita que arda durante poco tiempo y luego apague la llama para que la tablilla quede brillando. Sumerja la tablilla en las burbujas para que vuelva a encenderse la llama.

13. ¿Qué sucede cuando la tablilla de madera se coloca en las burbujas? ¿Por qué sucede esto?

La tablilla de madera vuelve a encenderse; se produce una llama. El oxígeno de las burbujas provoca que la tablilla vuelva a arder.

Demuestre el uso del sensor de oxígeno y del sistema de recolección de datos. Realice una demostración con el peróxido de hidrógeno y el hígado en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Justo después de agregar un trozo de hígado a una pequeña cantidad de peróxido de hidrógeno, conecte el matraz al sensor de oxígeno y comience la recolección de datos. Si quiere relacionar esta reacción con el concepto de reacciones exotérmicas, también puede colocar el sensor de temperatura de respuesta rápida en el matraz y medir el aumento de temperatura a medida que se produce la reacción. Dígales a los alumnos que utilizarán el sensor de oxígeno en su investigación.

14. Si el desafío de esta investigación es observar cómo la temperatura afecta a las enzimas, ¿por qué se mide el oxígeno presente en la sustancia?

El oxígeno es un producto de la reacción que se produce. La reacción ocurre rápidamente porque las enzimas de las células (por ejemplo, de las células del hígado, de la papa y de la levadura) actúan como catalizadoras. Si la capacidad de la enzima de llevar a cabo su función se ve afectada por la temperatura, se modificará la velocidad de la reacción y la cantidad de oxígeno producido. Las enzimas, que son invisibles dentro de una célula, no pueden observarse ni medirse en forma directa. Asimismo, la enzima no se modifica en la reacción, por lo cual no puede medirse directamente, como sí puede hacerse con los reactivos y productos.

Preparación del Laboratorio

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

Consejo para el docente: Con las siguientes instrucciones fabricará una gran cantidad de suspensión de levadura que será suficiente para varios períodos de clase.

1. Veinticuatro horas antes de la actividad, prepare una suspensión de levadura hervida.
 - a. Agregue aproximadamente 600 mL de agua a un vaso de precipitado de 1000 mL.
 - b. Agregue 2 paquetes de levadura seca activa al agua y revuelva para crear una suspensión uniforme.
 - c. Coloque el vaso de precipitado con la suspensión de levadura sobre una placa calefactora. Caliente la solución durante al menos 30 minutos a temperatura elevada y asegúrese de que hierva. (Como alternativa, utilice un horno microondas para calentar la solución).

No permita que la solución hierva rápidamente. No deje la solución sin supervisión mientras se esté calentando.
 - d. Utilice guantes resistentes al calor para retirar el vaso de precipitado de la placa calefactora. Permita que la solución se aclimate a la temperatura ambiente. Coloque una etiqueta en el vaso de precipitado con el nombre "catalasa hervida".
2. El día del trabajo de laboratorio, prepare la suspensión de levadura a temperatura ambiente aproximadamente 30 minutos antes de comenzar la clase.
 - a. Agregue aproximadamente 600 mL de agua a temperatura ambiente a un vaso de precipitado de 1000 mL.
 - b. Agregue 2 paquetes de levadura seca activa al agua y revuelva para crear una suspensión uniforme.

Consejo para el docente: La suspensión de levadura puede generar espuma en la superficie. Si la espuma no permite verter la suspensión para que los alumnos la utilicen, retire y deseche la espuma con una cuchara.

3. Antes de comenzar la clase, prepare un baño María con una temperatura de entre 35 y 40 °C. Coloque un bastidor de tubos de ensayo en el baño María. Inserte tubos de ensayo vacíos.
4. Prepare una solución de peróxido de hidrógeno al 1,5%: diluya 500 mL de peróxido de hidrógeno al 3% en 500 mL de agua destilada. Repita este procedimiento a fin de preparar la solución para cada período de clase.

- El día del trabajo de laboratorio, prepare una o más estaciones en las que los alumnos puedan obtener cada una de las soluciones necesarias: peróxido de hidrógeno al 1,5%, levadura a temperatura ambiente y levadura hervida. Coloque una probeta de 25 mL en cada estación y pídale a los alumnos que utilicen solo la probeta de esa estación para evitar la contaminación cruzada.

Consejo para el docente: Con el tiempo, la levadura se asentará en el fondo del matraz. Utilice un agitador magnético o revuelva la suspensión de levadura cada tanto para mantenerla uniforme. Pídale a los alumnos que revuelvan la suspensión antes de extraer una muestra.

Seguridad

Cumpla con todos los procedimientos estándar de laboratorio.

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
Mida la concentración de oxígeno en la ausencia de una enzima (en un frasco de muestreo que contenga solamente peróxido de hidrógeno).	Reúna los materiales y el equipo para determinar 1) el nivel de referencia de O ₂ , 2) el efecto de la catalasa y 3) cómo la temperatura afecta a la catalasa.	Analice los resultados y determine si la temperatura afecta a la función enzimática.	Determine el efecto de la catalasa a temperatura ambiente sobre la velocidad de descomposición del peróxido de hidrógeno.	Mida la producción de O ₂ en las reacciones catalizadas por la catalasa tibia y la catalasa hervida.

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

- ☐ Comience un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
- ☐ Conecte el sensor de oxígeno a su sistema de recolección de datos.
- ☐ Calibre el sensor de oxígeno.
- ☐ Confeccione una comparación de la Concentración de oxígeno (%) frente al Tiempo.

Recolecte los Datos

Parte 1: Descomposición del peróxido de hidrógeno en ausencia de la enzima

5. ☐ Mida y vierta 20 mL de peróxido de hidrógeno al 1,5% en el frasco de muestreo.
6. ☐ Conecte rápidamente el sensor de oxígeno al frasco de muestreo. NO genere un cierre hermético entre el sensor y el frasco.

Nota: A medida que recolecta los datos, sostenga el frasco de muestreo y el sensor para evitar que se vuelquen. Es posible que se acumule presión dentro del frasco de muestreo y que esto provoque que se salga el sensor. Para evitar que esto suceda, el tapón del frasco debe estar flojo y usted debe sostener tanto el frasco de muestreo como el sensor.

7. ☐ Comience con la recolección de datos.
8. ☐ ¿Qué sucede con la concentración de O_2 en el frasco de muestreo? ¿Por qué cree que pasa esto?

La concentración sigue siendo la misma (no aumenta ni disminuye). El peróxido de hidrógeno no se descompone en presencia de agua y oxígeno (o la reacción se produce en forma demasiado lenta como para percibirla) debido a que aún no se ha agregado la enzima.

9. ☐ Recolecte datos durante 180 segundos y luego detenga el registro de datos.
10. ☐ Retire el sensor de oxígeno del frasco de muestreo.

Nota: ¡NO deseche la solución del frasco de muestreo! Conserve el peróxido de hidrógeno para utilizarlo en la próxima parte.

Parte 2: Descomposición del peróxido de hidrógeno con la catalasa a temperatura ambiente

11. ☐ ¿Qué piensa que le sucederá a la concentración de oxígeno en el frasco de muestreo una vez que se agregue la catalasa al peróxido de hidrógeno? Explique su predicción.

Las respuestas variarán. Con base en lo que leyeron en los antecedentes y en las actividades previas al laboratorio, los alumnos deberían saber que la catalasa en la suspensión de levadura es una enzima. Las enzimas aceleran las reacciones, de forma tal que la cantidad de oxígeno en el frasco debe aumentar, ya que la enzima ayuda a descomponer el peróxido de hidrógeno.

12. ☐ Agregue 10 mL de la suspensión de levadura a temperatura ambiente (fuente de catalasa) al peróxido de hidrógeno que ya se encuentra en el frasco de muestreo (de la Parte 1).

Nota: Revuelva la suspensión de levadura antes de extraer una muestra.

- 13.** ☐ Conecte rápidamente el sensor de oxígeno al frasco de muestreo. NO genere un cierre hermético entre el sensor y el frasco.

Nota: A medida que recolecta los datos, sostenga el frasco de muestreo y el sensor para evitar que se vuelquen. Es posible que se acumule presión dentro del frasco de muestreo y que esto provoque que se salga el sensor. Para evitar que esto suceda, el tapón del frasco debe estar flojo y usted debe sostener tanto el frasco de muestreo como el sensor.

- 14.** ☐ Comience con la recolección de datos. Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.
- 15.** ☐ Recolecte datos durante 180 segundos y luego detenga el registro de datos.
- 16.** ☐ Retire el sensor de oxígeno del frasco de muestreo.
- 17.** ☐ Deseche la solución del frasco de muestreo y enjuáguelo en su totalidad.

Parte 3: Descomposición del peróxido de hidrógeno con la catalasa tibia

- 18.** ☐ Mida y vierta 10 mL de la solución de levadura a temperatura ambiente en un tubo de ensayo limpio. Coloque el tubo de ensayo en un baño María (de entre 35 y 40 °C) durante 3 minutos.

Nota: Revuelva la suspensión de levadura antes de extraer una muestra.

- 19.** ☐ ¿Cómo piensa que la concentración de oxígeno en el frasco de muestreo con la catalasa tibia se comparará con la concentración de oxígeno del frasco que contiene la catalasa a temperatura ambiente?

Las respuestas variarán. Los alumnos pueden predecir correctamente que la reacción se producirá más rápidamente debido a que la enzima y el sustrato chocarán con mayor frecuencia si se mueven más rápido debido a una temperatura más elevada.

- 20.** ☐ Retire el tubo de ensayo con la suspensión de levadura tibia del baño María.
- 21.** ☐ Mida y vierta 20 mL de peróxido de hidrógeno al 1,5% en un frasco de muestreo limpio.
- 22.** ☐ Vierta la suspensión de levadura tibia del tubo de ensayo en el frasco de muestreo.
- 23.** ☐ Conecte rápidamente el sensor de oxígeno al frasco de muestreo. NO genere un cierre hermético entre el sensor y el frasco.

Nota: A medida que recolecta los datos, sostenga el frasco de muestreo y el sensor para evitar que se vuelquen. Es posible que se acumule presión dentro del frasco de muestreo y que esto provoque que se salga el sensor. Para evitar que esto suceda, el tapón del frasco debe estar flojo y usted debe sostener tanto el frasco de muestreo como el sensor.

- 24. ☐ Comience con la recolección de datos. Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.
- 25. ☐ Recolecte datos durante 180 segundos y luego detenga el registro de datos.
- 26. ☐ Retire el sensor de oxígeno del frasco de muestreo.
- 27. ☐ Deseche la solución del frasco de muestreo y enjuáguelo en su totalidad.

Parte 4: Descomposición del peróxido de hidrógeno con la catalasa hervida

- 28. ☐ ¿Qué piensa que le sucederá a la concentración de oxígeno en el frasco de muestreo que contiene la catalasa que se calentó a 100 °C?

Las respuestas variarán. Los alumnos pueden predecir correctamente que una temperatura de 100 °C desnaturizaría la enzima y le quitaría sus funciones, por lo cual esta no tendría ningún o casi ningún efecto sobre la reacción.

- 29. ☐ Mida y vierta 20 mL de peróxido de hidrógeno al 1,5% en el frasco de muestreo limpio.
- 30. ☐ Vierta 10 mL de la suspensión de levadura hervida en el frasco de muestreo.
- 31. ☐ Conecte rápidamente el sensor de oxígeno al frasco de muestreo. NO genere un cierre hermético entre el sensor y el frasco.

Nota: A medida que recolecta los datos, sostenga el frasco de muestreo y el sensor para evitar que se vuelquen. Es posible que se acumule presión dentro del frasco de muestreo y que esto provoque que se salga el sensor. Para evitar que esto suceda, el tapón del frasco debe estar flojo y usted debe sostener tanto el frasco de muestreo como el sensor.

- 32. ☐ Comience con la recolección de datos. Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.
- 33. ☐ Recolecte datos durante 180 segundos y luego detenga el registro de datos.
- 34. ☐ Retire el sensor de oxígeno del frasco de muestreo.
- 35. ☐ Deseche la solución del frasco de muestreo y enjuáguelo en su totalidad.
- 36. ☐ Guarde su experimento y limpie su lugar de trabajo.

Análisis de Datos

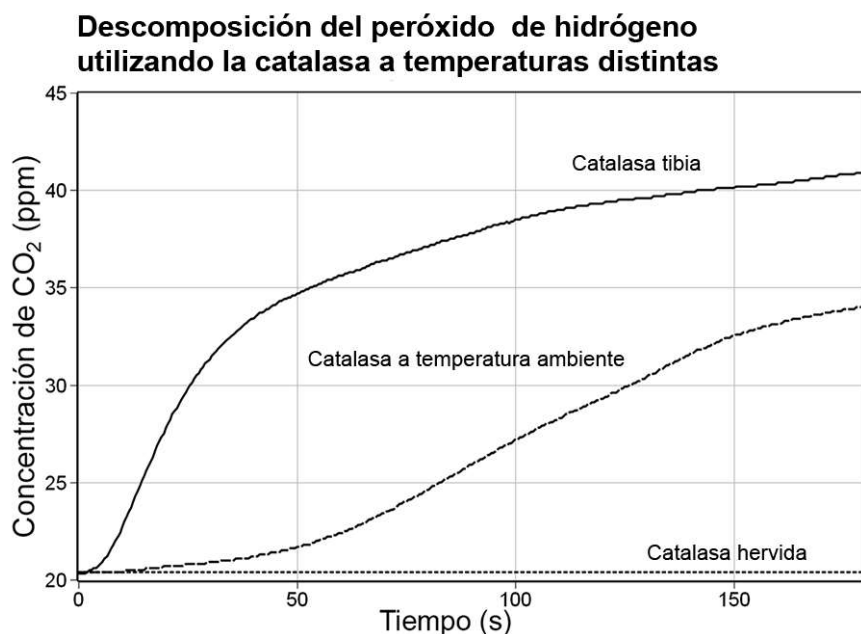
- 1. ☐ Utilice las herramientas disponibles en el sistema de recolección de datos para hallar los valores de la concentración inicial y final del oxígeno. Registre estos valores en la Tabla 1.

2. ☐ Determine el cambio en la concentración de oxígeno dentro del frasco de muestreo. Para calcular la "Tasa de producción de O_2 ", divida el cambio en la concentración de O_2 por el tiempo. Registre estos valores en la Tabla 1.

Tabla 1: Producción de oxígeno debido a la descomposición del peróxido de hidrógeno con y sin catalasa

Muestra de catalasa	Concentración inicial de O_2 (%)	Concentración final de O_2 (%)	Cambio en la concentración de O_2 (%)	Tiempo (s)	Tasa de producción de O_2 (%/s)
Ninguna	20,4	20,4	0,00	180	0,00
Temperatura ambiente	20,3	34,0	13,7	180	0,08
Tibia (entre 35 y 40 °C)	20,4	40,9	20,5	180	0,11
Calentada a 100 °C	20,4	20,4	0,00	180	0,00

3. ☐ Grafique la Concentración de oxígeno (%) frente al Tiempo. Asigne una etiqueta al gráfico general y a cada eje. Indique las unidades que correspondan en cada eje. Represente gráficamente los datos de: catalasa a temperatura ambiente, catalasa tibia y catalasa hervida. Asigne una etiqueta a cada curva de datos.



Preguntas de Análisis

1. ¿Cuál de estos elementos es el que mejor describe al peróxido de hidrógeno en esta reacción: sustrato, producto o enzima? Explique.

El peróxido de hidrógeno es el sustrato. Un sustrato es un reactivo sobre el cual actúa la enzima, convirtiéndolo en productos.

2. ¿Cuál de estos elementos es el que mejor describe a la catalasa (presente en la suspensión de levadura): sustrato, producto o enzima? Explique.

La catalasa es la enzima. Ayuda a acelerar la descomposición del peróxido de hidrógeno. En su ausencia, no se observó ninguna reacción perceptible.

3. ¿Qué sucedió con la cantidad de oxígeno en el frasco de muestreo al agregar la suspensión de levadura a temperatura ambiente al peróxido de hidrógeno?

La cantidad de oxígeno dentro del frasco aumentó después de agregar la suspensión de levadura.

4. ¿Por qué la incorporación de la suspensión de levadura provocó un cambio en la concentración de oxígeno dentro del frasco de muestreo?

Agregar la levadura al frasco de muestreo aumenta la cantidad de oxígeno debido a que la levadura contiene una enzima llamada catalasa. La catalasa ayuda a acelerar la descomposición del peróxido de hidrógeno. El oxígeno es un producto de esta reacción.

5. ¿La temperatura influye sobre la actividad enzimática? Utilice las pruebas de esta investigación para justificar su respuesta.

La temperatura influye sobre la actividad enzimática. Después de haberla calentado a una temperatura elevada de 100 °C, la enzima catalasa demostró ninguna o casi ninguna actividad. Al entibiarla a una temperatura de entre 35 y 40 °C, se observó una mayor actividad que a temperatura ambiente.

Cuando se modificó la temperatura de la enzima, hubo una diferencia significativa en el oxígeno que se produjo dentro del frasco. Cuando las enzimas se encuentran en su máxima funcionalidad, la reacción se producirá a su máxima velocidad. Si las enzimas se tornan menos activas, la reacción es más lenta y se produce menos oxígeno.

6. A nivel molecular, ¿cuál es la diferencia entre una solución a temperatura ambiente (21 °C) y una solución tibia (35 a 40 °C)?

En una solución tibia, las moléculas presentan una mayor energía cinética promedio, lo cual significa que, en promedio, estas moléculas se mueven más rápidamente en comparación con las moléculas de la solución a temperatura ambiente.

7. ¿Por qué diferiría la actividad enzimática en las células de la levadura a temperatura ambiente de la actividad enzimática de las células de la levadura tibia?

En las células de la levadura tibia, la mayor energía cinética de las moléculas provoca más colisiones entre la enzima y el sustrato. La enzima puede unirse al sustrato con mayor frecuencia y provocar que la velocidad de la reacción sea mayor.

8. Después de hervirla, la enzima catalasa pierde su función. Teniendo en cuenta el modelo de la llave-cerradura, explique por qué las temperaturas extremas afectarían la función de una enzima.

En el modelo de la llave-cerradura, la enzima y el sustrato se unen debido a que presentan formas complementarias. Las temperaturas extremas provocan que la enzima cambie de forma. Esto le quita su funcionalidad a la enzima y no le permite unirse a las moléculas del sustrato.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. ¿Por qué las enzimas son importantes para los organismos? ¿Qué les sucedería a las células si no hubiera enzimas?

Un organismo debe llevar a cabo miles de reacciones químicas para sostener la vida. Las enzimas catalizan estas reacciones biológicas para que puedan producirse con gran velocidad. Si no hubiera enzimas, las reacciones se producirían en forma demasiado lenta como para sostener la vida y el organismo moriría.

2. ¿Qué temperatura diría que es óptima para las enzimas del cuerpo humano? Explique su razonamiento.

Las enzimas del cuerpo humano contarían con una temperatura óptima de 37 °C (98,6 °F), ya que esta es la temperatura que se mantiene en el cuerpo humano gracias a la homeostasis.

3. Explique por qué la fiebre de más de 40,5 °C (105 °F) es tan peligrosa para los seres humanos.

La enzima de este experimento se desnaturalizó al exponerla a una temperatura elevada. En los seres humanos, una temperatura de 40,5 °C es el límite máximo de tolerancia que tienen las enzimas. A temperaturas superiores a la mencionada, las enzimas de nuestras células se desnaturalizarían y dejarían de funcionar. Si no hay enzimas que funcionen, las células no pueden trabajar correctamente y morirán.

4. ¿A qué hace referencia el término "desnaturalización"? ¿Por qué las enzimas dejan de funcionar al desnaturalizarse?

La "desnaturalización" significa que una proteína pierde su forma. Las proteínas presentan complejas formas tridimensionales como resultado de los pliegues y giros de las cadenas de aminoácidos. Las enzimas dejan de funcionar al desnaturalizarse debido a que si no cuentan con su forma adecuada, no pueden unirse al sustrato para catalizar la reacción.

5. ¿Piensa que el pH afecta la actividad enzimática? Explique. ¿Cómo podría probarlo?

Las respuestas variarán. Algunos alumnos podrían relacionarlo con las enzimas de la saliva, el estómago y el intestino delgado si saben que el pH varía en estas zonas. Los experimentos destinados a probar el efecto del pH sobre la actividad enzimática deben agregar un ácido o una base a muestras de solución y modificar solo esa variable. Los alumnos deben indicar que las demás variables, tales como la temperatura y la cantidad de sustrato, se mantienen constantes.

Preguntas de Elección Múltiple

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

1. ¿Cuál de las siguientes opciones describe una relación precisa entre una enzima y un sustrato?

- A.** Lactosa-catalasa
- B.** Catalasa-peróxido de hidrógeno
- C.** Bilis-proteasa
- D.** Glucosa-polimerasa

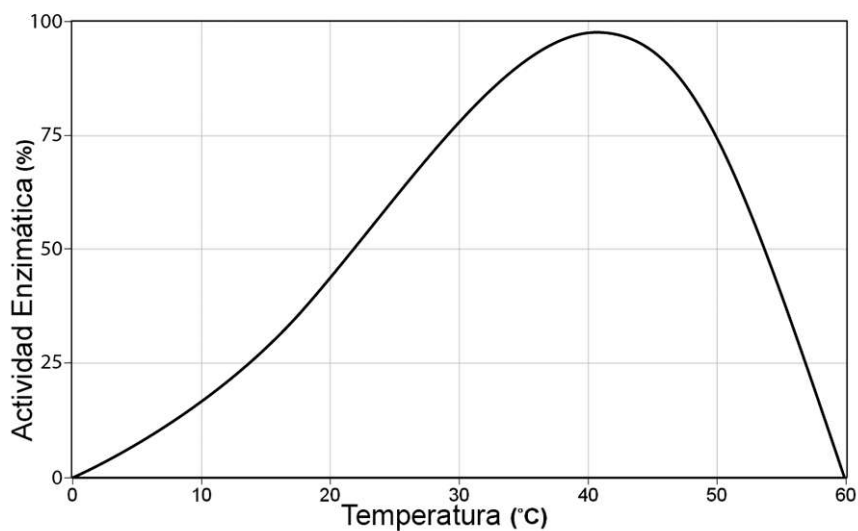
2. ¿Cuál de los siguientes enunciados es FALSO respecto de las enzimas y la función enzimática?

- A.** Los cambios de temperatura influyen sobre las enzimas.
- B.** Una enzima puede utilizarse solo una vez.
- C.** Las enzimas son específicas y solo pueden catalizar una reacción específica.
- D.** La enzima "catalasa" se encuentra en muchos tipos de células.

3. ¿Qué tipo de macromoléculas son las enzimas?

- A.** Lípidos
- B.** Carbohidratos
- C.** Ácidos nucleicos
- D.** Proteínas

4. El siguiente gráfico muestra la actividad enzimática a diferentes temperaturas. ¿Cuál es la temperatura óptima para esta enzima?



- A.** 20 °C
- B.** 30 °C
- C.** 40 °C
- D.** 60 °C

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. Las enzimas se encuentran en las células de organismos vivos. Su función principal es **catalizar**, o acelerar, las reacciones químicas que se producen dentro de la célula. Las enzimas no **se consumen** durante la reacción y, por lo tanto, pueden catalizar otra reacción de forma inmediata. Cada enzima cumple una función diferente, y muchas de ellas trabajan en conjunto para mantener a un organismo vivo y sano. Las enzimas tienen un/una **temperatura** y un rango de pH óptimos en los cuales pueden funcionar correctamente. En su organismo, por ejemplo, las enzimas funcionan mejor cuando la temperatura corporal es normal (aproximadamente 37 °C). Si las condiciones ambientales se encuentran fuera del rango normal, las enzimas pierden su capacidad de catalizar reacciones. **Se desnaturalizan** y no pueden funcionar si no tienen la forma adecuada.

2. En el cuerpo humano, el hígado cuenta con varias enzimas que actúan sobre determinados compuestos tóxicos al eliminar los átomos de hidrógeno de los venenos y transferirlos a moléculas de oxígeno. Esto le quita la toxicidad al veneno, pero crea un nuevo compuesto, el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), que también es **peligroso** para el organismo. Afortunadamente, otra enzima del hígado cataliza la descomposición del peróxido de hidrógeno en **agua y oxígeno**. Esta enzima es **la catalasa**. La mayoría de los organismos vivos tienen catalasa en sus células.

Otras Sugerencias de Investigación

Modifique otras condiciones ambientales, tales como la salinidad, el pH o la presencia de un metal pesado, para determinar su efecto sobre la funcionalidad enzimática.

Investigue qué sucede al utilizar diferentes concentraciones de sustratos o enzimas.

Para consolidar el concepto de que las enzimas son reutilizables y que la reacción se detiene cuando se ha utilizado todo el sustrato, permita que finalice la reacción (cuando ya no haya más burbujas, aproximadamente a los cinco minutos) y luego agregue más suspensión de levadura y recolecte los datos. Luego, agregue más peróxido de hidrógeno y continúe observando y recolectando datos.

Investigue los efectos tóxicos del peróxido de hidrógeno en el cuerpo humano y analice por qué existe tanta abundancia de catalasa producida por las células hepáticas (el hígado es el centro de "desintoxicación" de nuestro organismo).

Investigue las enzimas que participan de la digestión y compare el pH óptimo para cada una de ellas.

Investigue casos en los que las personas se han congelado, o han estado cerca de congelarse, y han sobrevivido. Luego realice una investigación comparativa sobre casos en los que las personas han estado expuestas a temperaturas excesivamente elevadas. Analice y explique, en términos biológicos, qué grupo ha logrado una mejor tasa de supervivencia y por qué.

Respiración de los Brotes

Objetivos

Que los alumnos comprendan cómo los brotes obtienen energía para germinar y crecer a través de la respiración celular. En esta investigación, los alumnos analizan la relación entre

- ♦ la respiración y la producción de dióxido de carbono;
- ♦ la respiración y los requisitos energéticos de las células;
- ♦ la temperatura y la respiración.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos utilizan un sensor de dióxido de carbono con un frasco de muestreo para medir y comparar la producción de dióxido de carbono de

- ♦ las semillas no germinantes;
- ♦ los brotes a temperatura ambiente;
- ♦ los brotes a una temperatura cercana a los 0 °C.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	24 horas antes del trabajo de laboratorio: 10 minutos
	Día del trabajo de laboratorio: 15 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 | ♦ Frijoles secos, 25 mL |
| ♦ Sensor de dióxido de carbono | ♦ Frijoles húmedos, temperatura ambiente, 25 mL |
| ♦ Cable de extensión del sensor | ♦ Frijoles húmedos, fríos, 25 mL |
| ♦ Frasco de muestreo ¹ | ♦ Hielo |
| ♦ Vaso de precipitado o taza de 250 mL para baño de agua helada | ♦ El agua |

¹ Se incluye con el sensor de gas.

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ El proceso general (reactivos y productos) de respiración celular
- ♦ La respiración celular es necesaria para suministrar energía a las células, en forma de ATP, ya que la energía almacenada en los alimentos no se encuentra inmediatamente disponible para la actividad celular. La respiración produce ATP.
- ♦ Las enzimas desempeñan un papel fundamental en las vías bioquímicas, como por ejemplo, la respiración celular. La actividad enzimática depende de la temperatura.

Antecedentes

La germinación se produce cuando una semilla latente comienza a brotar y crecer para transformarse en una plántula. Algunos pasos del proceso de germinación incluyen:

- ♦ El tegumento se ablanda y permite la absorción del agua.
- ♦ La semilla se infla y el tegumento se quiebra y se abre, lo cual permite que el oxígeno esté disponible para las células.
- ♦ Las enzimas descomponen el almidón almacenado dentro de la semilla en moléculas de glucosa que se trasladan a las células.
- ♦ La respiración celular comienza cuando las moléculas de glucosa reaccionan con el oxígeno y suministran energía a las células para el crecimiento y desarrollo de la semilla.

La respiración celular convierte a la glucosa ($C_6H_{12}O_6$) y al oxígeno (O_2) en dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) y libera energía. La ecuación para la respiración celular, en donde "energía" se refiere al ATP y al calor, es:



Debido a que el dióxido de carbono es un producto de la reacción, el dióxido de carbono puede medirse para determinar la tasa de respiración celular.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Fomente la participación de los alumnos en un debate sobre los cambios que se producen en las semillas al regarlas y durante la germinación.

Consejo para el docente: Si el tiempo lo permite, pídales a los alumnos que coloquen los frijoles secos en un recipiente con agua y los observen durante dos o más días. Esto hará que el proceso de germinación sea más concreto para ellos.

Pídales a los alumnos que observen las diferencias entre los frijoles secos y los frijoles húmedos que han sumergido en agua y están germinando. (Pueden ser los frijoles que sumergieron ellos mismos en agua o los que usted preparó para esta investigación).

1. ¿Qué cambios experimenta una semilla durante la germinación?

Las semillas secas son duras, mientras que los brotes son blandos. Al sumergirlas en agua, las semillas se ablandan y se inflan. Finalmente, el tegumento se rompe y surge una plántula (el término técnico es "radícula").

2. Las semillas latentes secas, ¿son semillas muertas? Explique su razonamiento.

Las semillas secas no están muertas, solo inactivas. Los alumnos deben poder llegar a esta conclusión sobre la base de la prueba de que sumergir una semilla en agua provoca que esta cambie y crezca. Una vez que algo ha muerto, no puede "activarse" para volver a vivir.

3. Una gran parte del volumen y de la masa de una semilla está compuesta por su reserva de alimentos. ¿Por qué piensa que una semilla necesita esta reserva de alimentos?

Las semillas necesitan una fuente de energía para que cuando comience la germinación, una plántula pueda obtener la energía necesaria para crecer y desarrollarse. Le toma algún tiempo a la plántula desarrollar hojas que puedan realizar fotosíntesis. Mientras tanto, necesita alimentarse.

4. ¿Qué proceso celular descompone los alimentos y libera energía?

La respiración celular

5. ¿Por qué mediremos el dióxido de carbono en esta investigación?

Debido a que la respiración celular produce dióxido de carbono, la tasa de producción de dióxido de carbono nos indicará la tasa de respiración.

Preparación del Laboratorio

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

1. Al menos veinticuatro horas antes, coloque una bolsa de frijoles secos en un vaso de precipitado grande. Cubra los frijoles con agua. Coloque el vaso de precipitado en un lugar oscuro durante 1 o 2 días.
2. Asegúrese de que el sistema de recolección de datos tenga su carga completa. (Esto es importante si no podrá utilizar un adaptador de corriente mientras recolecte los datos).

Nota: El sensor de dióxido de carbono requiere más energía que otros sensores a fin de recolectar mediciones precisas. Un sistema de recolección de datos con carga completa puede recolectar datos durante treinta minutos.

3. Drene toda el agua presente en el recipiente que contiene los frijoles. Al menos treinta minutos antes de que lleguen los alumnos, coloque la mitad de los frijoles germinantes en un vaso de precipitado limpio. Cubra los frijoles con agua helada.

Consejo para el docente: Cuanto más frío sea el baño helado, mejor. Siga incorporando hielo para mantener frías las semillas durante toda la clase o a lo largo del día.

Respiración de los Brotes

4. Prepare una estación con hielo y tazas o vasos de precipitado pequeños. Durante la investigación, los alumnos utilizarán un baño helado para mantener frías las semillas.
5. Prepare estaciones en las que los alumnos puedan obtener cada tipo de semilla que necesiten: semillas secas, brotes a temperatura ambiente y brotes fríos.

Consejo para el docente: Las semillas pueden estar húmedas al colocarlas en el frasco de muestreo para la investigación. Sin embargo, NO debe haber excedentes de agua en el frasco. En los procedimientos se indica un volumen a modo de guía para la cantidad de frijoles que debe colocar en el frasco. El volumen NO indica un volumen líquido.

Seguridad

Cumpla con todos los procedimientos estándar de laboratorio.

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.

3	5	2	4	1
Mida los niveles de CO ₂ para las semillas latentes durante 3 minutos. Repita para los brotes tibios y fríos.	Compare los resultados con sus predicciones. Limpie todos los equipos y guarde los materiales.	Prepare su sistema de recolección de datos para medir el CO ₂ .	Analice sus datos para determinar la tasa de producción de CO ₂ y compare las tasas para las diferentes condiciones.	Reúna todos los materiales y el equipo necesarios para llevar a cabo la actividad, incluida la preparación de un baño simple de agua helada.

Procedimiento con Preguntas de Indagación

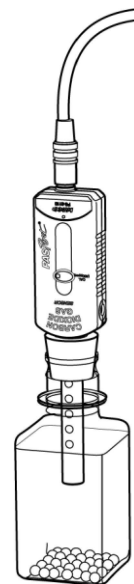
Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Parte 1: Semillas latentes secas

Preparación

Nota: Agitar o golpear el sensor de CO₂ puede provocar una recolección de datos errónea. Mantenga quieto el frasco de muestreo y el sensor durante la recolección de datos. Asimismo, asegúrese de que el extremo del sensor de gas no entre en contacto con el agua.

1. ☐ Coloque un puñado de frijoles germinantes fríos en una taza o vaso de precipitado pequeño. Cubra los frijoles con agua y agregue hielo para crear un baño de agua helada. Déjelos reposar para utilizarlos en la Parte 3 de la investigación.
2. ☐ Comience un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
3. ☐ Conecte el sensor de dióxido de carbono al sistema de recolección de datos mediante el cable de extensión.
4. ☐ Calibre el sensor de dióxido de carbono.
5. ☐ Confeccione una pantalla gráfica de comparación de la Concentración de dióxido de carbono (ppm) frente al Tiempo (s).
6. ☐ Coloque 25 mL de semillas secas en un frasco de muestreo vacío. (El volumen es aproximado; utilice la línea de 25 mL que se encuentra en uno de los lados del frasco de muestreo como guía).
7. ☐ Prediga lo que le sucederá a la cantidad de dióxido de carbono presente en el frasco de muestreo que contiene semillas latentes. Explique su predicción.



Las respuestas variarán. Sobre la base del debate previo al laboratorio, los alumnos pueden predecir correctamente que las semillas no están creciendo, por lo cual no utilizarán su fuente de alimentos. Por lo tanto, se realizará muy poca (o ninguna) respiración celular y el nivel de dióxido de carbono deberá permanecer estable.

Recolecte los Datos

8. ☐ Empuje suavemente el tapón del sensor de dióxido de carbono dentro del frasco de muestreo.

Nota: No permita que el frasco de muestreo y el sensor se caigan durante el experimento.

9. ☐ Comience con la recolección de datos. Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.
10. ☐ Después de 3 minutos (180 segundos), comience con la recolección de datos.
11. ☐ Asigne el nombre "Semillas latentes" a la serie de datos.
12. ☐ Retire el sensor de dióxido de carbono del frasco de muestreo.
13. ☐ Retire las semillas secas del frasco de muestreo. Deséchelas conforme a las indicaciones del docente.
14. ☐ Llene el frasco de muestreo vacío con agua y luego tire el agua. (Esto eliminará el excedente de dióxido de carbono del frasco).

Parte 2: Brotes a temperatura ambiente

Preparación

- 15.** ☐ Prediga lo que le sucederá a la cantidad de dióxido de carbono presente en el frasco de muestreo que contiene brotes a temperatura ambiente. Explique su predicción.

Las respuestas variarán. Sobre la base del debate previo al laboratorio, los alumnos pueden predecir correctamente que debido a que el brote está creciendo, realizará la respiración celular al consumir su fuente de alimentos. Por lo tanto, debe aumentar la cantidad de dióxido de carbono en el frasco.

- 16.** ☐ Coloque 25 mL de semillas a temperatura ambiente en un frasco de muestreo vacío. (El volumen es aproximado; utilice la línea de 25 mL que se encuentra en uno de los lados del frasco de muestreo como guía).

Recolecte los Datos

- 17.** ☐ Empuje suavemente el tapón del sensor de dióxido de carbono dentro del frasco de muestreo.

Nota: No permita que el frasco de muestreo y el sensor se caigan durante el experimento.

- 18.** ☐ Espere 10 segundos y luego comience con la recolección de datos. Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.

- 19.** ☐ Después de 3 minutos (180 segundos), comience con la recolección de datos.

- 20.** ☐ Asigne el nombre "Brotes" a la serie de datos.

- 21.** ☐ Retire el sensor de dióxido de carbono del frasco de muestreo.

- 22.** ☐ Retire los brotes del frasco de muestreo. Deséchelos conforme a las indicaciones del docente.

- 23.** ☐ Llene el frasco de muestreo vacío con agua y luego tire el agua. (Esto eliminará el excedente de dióxido de carbono del frasco).

Parte 3: Brotes fríos

Preparación

- 24.** ☐ Prediga lo que le sucederá a la cantidad de dióxido de carbono presente en el frasco de muestreo que contiene brotes fríos. Explique su predicción.

Las respuestas variarán. Con base en la experiencia anterior, los alumnos pueden predecir correctamente que las temperaturas más bajas retrasan las reacciones químicas, por lo cual las semillas realizarán la respiración celular a menor velocidad. Por lo tanto, debería haber un aumento paulatino en la cantidad de dióxido de carbono presente en el frasco.

- 25.** ☐ Retire y pase los 25 mL de brotes fríos del baño de agua helada al frasco de muestreo vacío. (El volumen es aproximado; utilice la línea de 25 mL que se encuentra en uno de los lados del frasco de muestreo como guía).

Recolecte los Datos

- 26.** ☐ Empuje suavemente el tapón del sensor de dióxido de carbono dentro del frasco de muestreo.

Nota: No permita que el frasco de muestreo y el sensor se caigan durante el experimento.

- 27.** ☐ Espere 10 segundos y luego comience con la recolección de datos. Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.

- 28.** ☐ Después de 3 minutos (180 segundos), comience con la recolección de datos.

- 29.** ☐ Asigne el nombre "Brotes fríos" a la serie de datos.

- 30.** ☐ Guarde su experimento.

- 31.** ☐ Retire el sensor de dióxido de carbono del frasco de muestreo.

- 32.** ☐ Retire los brotes fríos del frasco de muestreo. Deséchelos conforme a las indicaciones del docente.

- 33.** ☐ Llene el frasco de muestreo vacío con agua y luego tire el agua.

- 34.** ☐ Limpie su lugar de trabajo y guarde el equipo y los materiales conforme a las indicaciones del docente.

Análisis de Datos

- 1.** ☐ Utilice las herramientas disponibles en el sistema de recolección de datos para hallar los valores de la concentración inicial y final de CO₂ (ppm). Registre estos en la Tabla 1. Luego, calcule el cambio en las concentraciones de CO₂.

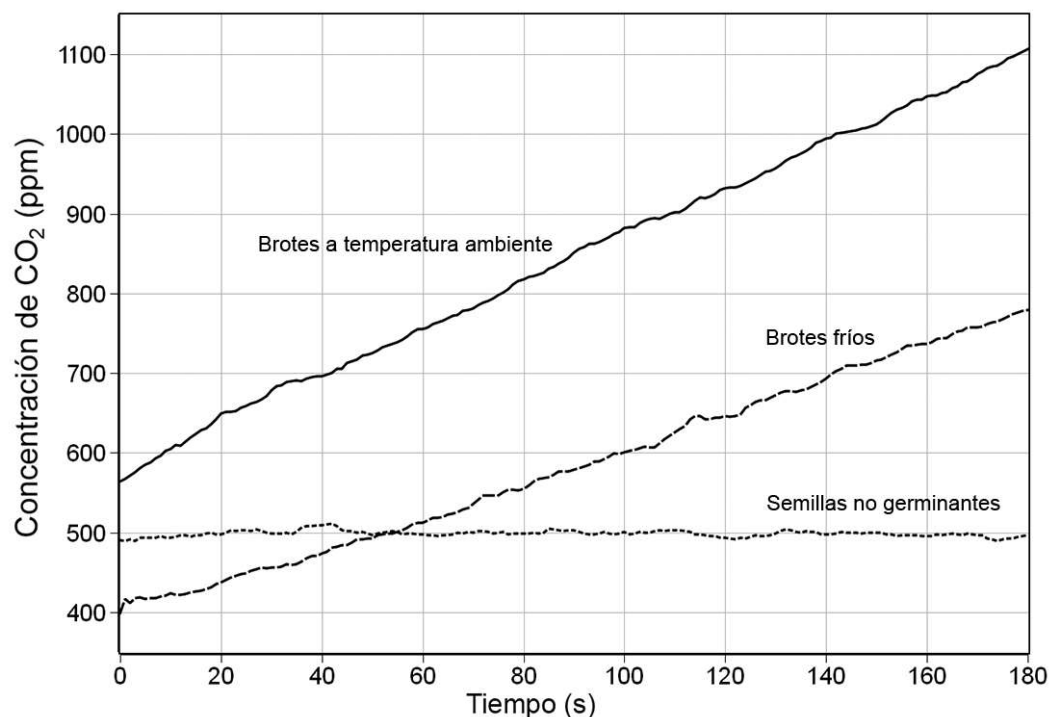
2. ☐ Divida la Concentración de CO_2 (en ppm) por el Tiempo (en segundos) para calcular la tasa de cambio para cada serie de datos, o utilice las herramientas para graficar de su sistema de recolección de datos para calcular la pendiente de la recta. Registre estos valores en la Tabla 1.

Tabla 1: Comparación de la tasa de producción de dióxido de carbono en los brotes y en las semillas no germinantes

Muestra	Concentración inicial de CO_2 (ppm)	Concentración final de CO_2 (ppm)	Cambio en la concentración de CO_2 ¹ (ppm)	Tiempo (s)	Tasa de producción de CO_2 (ppm/s)
Semillas latentes secas	490	492	2	180	0,01
Brotes a temperatura ambiente	564	1108	544	180	3,02
Brotes fríos	418	780	362	180	2,01

¹El sensor es preciso a ± 40 ppm. Los cambios que se produzcan dentro de este rango son insignificantes.

3. ☐ Realice un gráfico con los datos de la Concentración de CO_2 (en ppm) frente al Tiempo. Asigne una etiqueta al gráfico en general y a los ejes X e Y. Asigne una etiqueta con las unidades que correspondan a cada eje.



Preguntas de Análisis

1. ¿Cómo se compara la tasa de producción de CO₂ de los brotes con la tasa de producción de CO₂ de las semillas latentes secas?

En este ejemplo, la tasa de producción de gas de los brotes fue de 3,02 ppm/s frente a casi ningún cambio para las semillas no germinantes.

2. ¿Cómo se compara la tasa de producción de CO₂ de los brotes fríos con la tasa de producción de CO₂ de los brotes a temperatura ambiente?

En este ejemplo, la tasa de producción de gas de los brotes fríos fue significativamente menor a la tasa de los brotes a temperatura ambiente.

3. Teniendo en cuenta las diferencias visuales entre las semillas no germinantes y los brotes, ¿qué diferencias tendrían estos tipos de semillas en cuanto a sus requisitos energéticos? Explique.

Las semillas latentes tienen muy poca actividad celular. No crecen, por lo cual no necesitan mucha energía (ATP). Los brotes crecen y se desarrollan, por lo cual necesitan una gran cantidad de energía (ATP) para estas actividades.

4. Utilice su conocimiento de los requisitos energéticos y la respiración celular para explicar la diferencia en las tasas de producción de CO₂ entre las semillas no germinantes y los brotes.

Las semillas latentes no crecen y necesitan muy poco ATP, por lo cual tienen una tasa muy baja de respiración y no producen una cantidad perceptible de dióxido de carbono. Los brotes crecen y necesitan ATP. Por lo tanto, realizan la respiración celular y producen CO₂.

5. Utilice su conocimiento de las enzimas y la respiración celular para explicar la diferencia en las tasas de producción de CO₂ entre los brotes a temperatura ambiente y los brotes fríos.

A bajas temperaturas, las reacciones químicas de las que participan las enzimas se producen más lentamente debido a una actividad enzimática reducida. La respiración celular consiste en muchas reacciones dentro de la glucólisis, el ciclo de Krebs y la cadena de transporte de electrones. Estas reacciones dependen de las enzimas. Si las reacciones de las vías de respiración celular se producen de forma más lenta, se produce menos CO₂ por segundo.

6. Puede haber un pequeño cambio en la cantidad de CO₂ presente en el frasco de muestreo que contiene semillas latentes. ¿Este cambio es significativo? Explique.

El cambio no es significativo. Se espera que las concentraciones de CO₂ oscilen en un envase cerrado. En contraste con las diferencias obtenidas con los brotes a temperatura ambiente y los brotes fríos, el cambio para las semillas latentes se debe a una oscilación en la muestra, no a la tasa de respiración.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. En el Día 1 de un experimento de 3 días, se colocan 50 semillas secas en un frasco de muestreo y se agrega una pequeña cantidad de agua al frasco. Se utiliza un sensor de dióxido de carbono para sellar el frasco y registrar los niveles de dióxido de carbono cada 1 hora durante tres días. Prediga lo que le sucederá al nivel de dióxido de carbono durante los 3 días y bosqueje un gráfico para reflejar su predicción. Explique su gráfico.

Los alumnos deben dibujar un gráfico que muestre una recta con una pendiente positiva; los niveles de dióxido de carbono aumentarán en el frasco durante los tres días. Los alumnos deben explicar que las semillas comenzarán a germinar y, a medida que comiencen a utilizar su fuente de alimentos, realizarán la respiración, lo cual producirá CO_2 . Los alumnos pueden (de forma opcional) mostrar un cambio en la pendiente (tasa) durante los 3 días. Si lo hacen, se esperaría que la tasa de producción de gas sea menor el Día 1 en comparación con el Día 3.

2. El nivel de pH de los suelos puede variar significativamente. Algunos suelos son ácidos, algunos son neutrales y algunos son alcalinos (básicos). Describa un experimento que pueda realizar para probar si el pH del agua afecta la tasa de producción de dióxido de carbono de los brotes.

Los alumnos deben describir un experimento en el que sumerjan semillas (del mismo tipo, como por ejemplo, frijoles negros) en soluciones acuosas de diferente pH. Los alumnos deben indicar que cambiarían solo el pH (la variable independiente) y que dejarían las demás variables constantes (tales como la cantidad de frijoles y el tiempo que están en remojo).

3. ¿Qué otros factores podrían afectar la tasa de producción de dióxido de carbono de los brotes?

Otros factores que podrían afectar la tasa de producción de CO_2 de los brotes incluyen el tamaño y el tipo de las semillas, la cantidad de días que están sumergidas en agua y la edad de las semillas. (Consulte el apartado Otras sugerencias de investigación).

Preguntas de Elección Múltiple

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

1. ¿Cuál de las siguientes descripciones es la que mejor se aplica a la respiración celular?

- A.** Digestión de moléculas alimenticias complejas en moléculas más pequeñas.
- B.** Liberación de energía de azúcares simples para fabricar ATP.
- C.** Conversión de azúcares simples en azúcares complejos.
- D.** Síntesis de azúcares del dióxido de carbono.

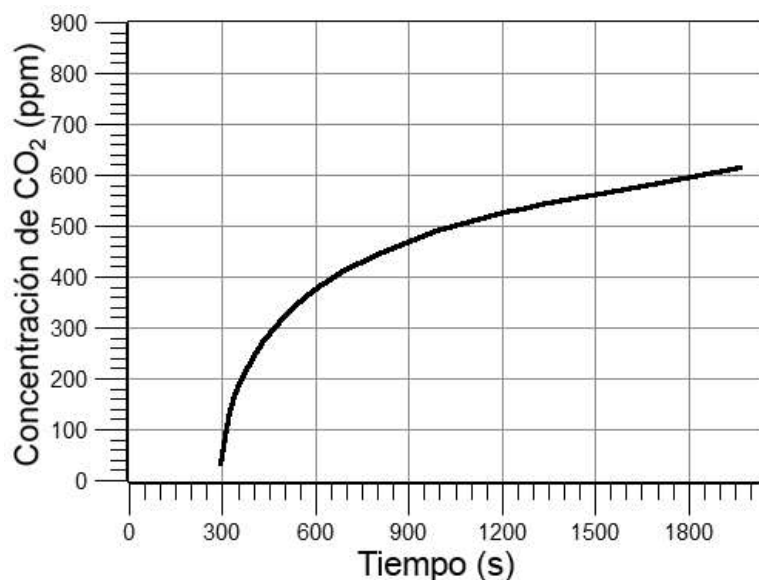
2. ¿Cuál de los siguientes enunciados es correcto?

- A.** A medida que las semillas germinan, utilizan el dióxido de carbono rápidamente.
- B.** Las semillas latentes están muertas.
- C.** Las bajas temperaturas disminuyen la actividad enzimática que se lleva a cabo en las vías de la respiración celular.
- D.** Los brotes fríos se convierten en latentes y no realizan respiración celular.

3. En las células, ¿la energía almacenada en la glucosa se utiliza para fabricar qué compuesto rico en energía?

- A.** Agua
- B.** ATP
- C.** ADP
- D.** AND

4. Según el siguiente gráfico, ¿la tasa de producción de CO_2 alcanzó su pico máximo en qué momento?



- A.** Entre los 10 y los 20 segundos
- B.** Entre los 180 y los 240 segundos
- C.** Entre los 300 y los 600 segundos
- D.** Entre los 1200 y los 1800 segundos

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 proceso por el cual las células obtienen energía de la glucosa se llama **respiración**. Durante este proceso, las células descomponen moléculas **alimenticias simples** y liberan la energía almacenada en ellas. La tasa de respiración celular puede determinarse mediante la tasa de producción de **dióxido de carbono**, la cual se puede monitorear en un sistema cerrado.
- 2.** Debido a que los seres vivos necesitan un suministro de energía constante, las células de todos los seres vivos llevan a cabo la respiración de forma continua. El término "respiración" también se utiliza para referirse a **la respiración** pulmonar, es decir, la acción de inhalar y exhalar el aire de los pulmones. Para evitar confusiones, al proceso de respiración que se produce dentro de las mitocondrias se lo llama respiración **celular**. Los dos tipos de respiración están relacionados. La respiración pulmonar aporta **oxígeno** a los pulmones, una molécula de la cual dependen las células para llevar a cabo la respiración celular.
- 3.** El proceso general de respiración puede resumirse en una sencilla ecuación química. Sin embargo, la respiración es un proceso complejo de dos etapas. La primera etapa, llamada glucólisis, se produce en **el citoplasma** de las células del organismo. Allí, las moléculas de **glucosa** se descomponen en moléculas más pequeñas. El oxígeno no participa en esta etapa de la respiración, y solo se libera una pequeña cantidad de **energía**. La segunda etapa de la respiración se realiza en **las mitocondrias**. Allí, las pequeñas moléculas orgánicas se descomponen en moléculas inorgánicas de estructura incluso más sencilla. Estas reacciones químicas requieren **oxígeno** y se libera una gran cantidad de **energía**, lo cual produce una gran cantidad de ATP. Otros dos productos de la respiración son **el dióxido de carbono** y el agua.

Otras Sugerencias de Investigación

Recolecte los datos de la tasa de producción de CO_2 de las semillas latentes, los brotes a temperatura ambiente y los brotes fríos de todos los grupos de la clase. Calcule el valor y el rango promedio para cada condición. Lleve a cabo un debate sobre las posibles causas de la variación en los datos.

Continúe con la recolección de datos sobre el CO_2 y la observación visual de las semillas durante 1 o 2 días más. Después de observar las semillas cada día, agregue agua fresca. Compare la apariencia de las semillas y las tasas de producción de CO_2 en cada día de observación.

Repita la actividad con diferentes tipos de frijoles u otras semillas, como por ejemplo, semillas de girasol.

Analice el efecto de la cantidad de días de germinación sobre la tasa de producción de dióxido de carbono, o del pH del agua utilizada para humedecer las semillas.

Los alumnos deben ser capaces de diseñar experimentos al tomar como modelo esta investigación. Pídales a los alumnos que piensen en los detalles de los procedimientos para reforzar un buen diseño experimental. Diferentes alumnos pueden realizar experimentos distintos y presentar sus resultados ante la clase para facilitar el debate.

Respiración Vegetal y Fotosíntesis

Objetivos

Que los alumnos comprendan la relación entre el dióxido de carbono, la respiración y la fotosíntesis en las plantas. Durante esta investigación, los alumnos determinan:

- ♦ El cambio en la concentración de dióxido de carbono en un sistema cerrado mientras una planta realiza la fotosíntesis.
- ♦ El cambio en la concentración de dióxido de carbono en un sistema cerrado mientras una planta realiza la respiración celular.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ Utilizar un sensor de dióxido de carbono para monitorear la concentración de dióxido de carbono mientras una planta realiza la fotosíntesis.
- ♦ Monitorear el cambio en la concentración de dióxido de carbono mientras una planta realiza la respiración celular.
- ♦ Relacionar los cambios en la concentración de dióxido de carbono bajo cada una de las condiciones con las actividades de fotosíntesis y respiración celular.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	15 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	15 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	30 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- | | |
|--|--|
| ♦ Sistema de recolección de datos | ♦ Lámpara de 100 W (o equivalente), fluorescente |
| ♦ Sensor de dióxido de carbono | o con bombilla halógena, de un tamaño adecuado |
| ♦ Cable de extensión del sensor ¹ | para un casquillo estándar |
| ♦ Frasco de muestreo ¹ | ♦ 1 o 2 hojas de espinaca fresca ² |
| ♦ Papel de aluminio (30 cm de largo, del expendedor) | |

¹ Se incluye con el sensor de dióxido de carbono.

² Consulte el apartado sobre Preparación del laboratorio para obtener más información.

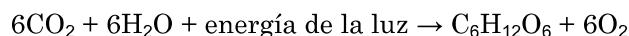
Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Las plantas capturan la luz solar a fin de obtener la energía necesaria para producir su propio alimento.
- ♦ La fotosíntesis utiliza la energía de la luz para convertir el agua y el dióxido de carbono en glucosa y oxígeno.
- ♦ La respiración celular suministra energía utilizable para la célula en forma de ATP.
- ♦ El agua y el dióxido de carbono son productos de la respiración celular.

Antecedentes

El dióxido de carbono es un reactivo en el proceso de fotosíntesis y un producto de la respiración celular. Las plantas toman el dióxido de carbono de la atmósfera y lo utilizan como fuente de carbono para los azúcares que fabrican, como por ejemplo, la glucosa ($C_6H_{12}O_6$). La luz solar que captura la planta durante la fotosíntesis se almacena como posible energía química dentro de las moléculas de glucosa (y otros compuestos orgánicos) que fabrica la planta. Si bien la fotosíntesis consiste en varias vías bioquímicas dentro de los cloroplastos, puede emplearse una ecuación química para resumir el proceso general:



Todos los organismos utilizan moléculas alimentarias, como la glucosa, para producir trifosfato de adenosina (ATP). El ATP, que se genera durante la respiración celular, les brinda a las células la energía necesaria para llevar a cabo sus actividades. Algunos organismos son autótrofos, como las plantas, y fabrican su propio alimento; otros son heterótrofos y consumen otros organismos como alimento. En cualquiera de los dos casos, para liberar la energía almacenada dentro de las moléculas alimentarias, el organismo realiza la respiración. La respiración celular se produce dentro de las mitocondrias y, al igual que la fotosíntesis, el proceso consiste en múltiples vías bioquímicas. El proceso general se resume de la siguiente forma:



La fotosíntesis y la respiración celular son componentes importantes del ciclo del carbono. Como resultado de estos procesos, el carbono se intercambia entre los seres vivos y el ambiente que los rodea.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Si el tiempo lo permite, prepare la primera demostración para los alumnos unos días antes de comenzar esta investigación. Si no va a realizar esta demostración, pase a la siguiente parte de este apartado.

El efecto de una planta sobre el dióxido de carbono disuelto en agua

Lleve a cabo los siguientes pasos frente a los alumnos.

- a. Llene con agua la mitad de un tubo de ensayo. Agregue suficiente azul de bromotimol (BTB) al agua para que tome un color azul oscuro.

- b.** Sople por una pajilla para generar burbujas dentro del tubo de ensayo hasta que la solución adquiera un color amarillo brillante. Coloque un tapón de goma en el tubo de ensayo. Este es el control.
- c.** Llene con agua la mitad de un segundo tubo de ensayo y repita los pasos "a" y "b".
- d.** Coloque una pieza de 5 cm de Elodea en el segundo tubo de ensayo. Selle el tubo de ensayo con un tapón de goma.
- e.** Coloque ambos tubos de ensayo cerca de una ventana o bajo una luz directa durante uno o dos días. Pídale a los alumnos que observen los cambios de color que se producen.

Explíqueles a los alumnos que Joseph Priestly (1733–1804) ideó la hipótesis de que las plantas purifican el aire. Priestly pensaba que el aire se contaminaba debido a la exhalación de los animales y que las plantas podían "repararlo". Llevó a cabo una serie de experimentos para probar esta hipótesis.

1. ¿Qué contiene el aliento de una persona que provoca que el azul de bromotimol (BTB) cambie de color azul a amarillo?

Las personas exhalan dióxido de carbono. Cuando el dióxido de carbono se disuelve en el agua, provoca que el BTB adopte un color amarillo.

2. ¿De qué color está el agua del tubo de ensayo de control después de dos días? ¿Por qué tiene este color?

El agua del tubo de ensayo de control está amarilla después de dos días. El dióxido de carbono disuelto en el agua permanece en ella. El tubo se selló y el gas no pudo escapar.

3. ¿De qué color está el agua del tubo de ensayo que contiene Elodea después de dos días? ¿Por qué tiene este color?

El agua del tubo de ensayo que contiene Elodea adquirió un color azul (o puede verse como azul verdoso). La planta le quitó el dióxido de carbono al agua y le devolvió el color que tenía inicialmente antes de que la persona respirara en ella.

Fotosíntesis, respiración y estructura celular

Muéstreles a los alumnos algunas hojas de espinaca fresca a fin de comenzar un debate abierto para evocar el conocimiento previo de los alumnos.

4. ¿Qué sabe sobre las hojas?

Las respuestas variarán. Los alumnos pueden referirse al color de las hojas y decir que son verdes debido a la clorofila. Es probable que los alumnos digan que las hojas son el lugar donde se produce la fotosíntesis, el proceso que las plantas utilizan para fabricar alimentos.

Muéstreles a los alumnos un diagrama de las células que componen una hoja. Este podría ser una imagen de un corte transversal de una hoja. Luego, muéstreles a los alumnos un diagrama de una sola célula vegetal generalizada.

5. ¿Qué estructuras u organelas de la célula vegetal puede identificar?

Las respuestas variarán. Es probable que los alumnos identifiquen la pared celular, la membrana celular y el núcleo. También pueden identificar los cloroplastos y la vacuola. Algunos alumnos quizá recuerden el retículo endoplasmático u otras organelas.

6. ¿Qué organela es responsable de la fotosíntesis?

La fotosíntesis se lleva a cabo en los cloroplastos.

7. La fotosíntesis convierte la energía de la luz en posible energía química en la glucosa. ¿Alguna otra organela de la célula tiene una función que incluya la conversión de energía?

Las mitocondrias son el lugar donde se produce la respiración celular, en la cual el oxígeno se combina con la glucosa para producir ATP, fuente principal de energía para la célula.

Muéstreles a los alumnos el sensor de dióxido de carbono. Explíqueles que utilizarán este sensor y una hoja de espinaca para investigar el efecto de una planta sobre los niveles de dióxido de carbono en un sistema cerrado.

8. ¿El dióxido de carbono participa en la fotosíntesis? Explique su respuesta.

Sí; el dióxido de carbono es un reactivo en la fotosíntesis. Le suministra a la planta los átomos de carbono necesarios para fabricar moléculas de azúcar. Esto se relaciona con la primera demostración, en la cual se utilizó Elodea y azul de bromotimol (BTB). Los alumnos pueden relacionar el cambio de color del agua (de amarillo a azul) con la absorción de dióxido de carbono por parte de la planta durante la fotosíntesis.

9. ¿El dióxido de carbono participa en la respiración celular? Explique su respuesta.

Sí; cuando el azúcar se descompone para liberar energía, el carbono almacenado en el azúcar se libera y se utiliza en forma de moléculas de dióxido de carbono. El CO_2 es un producto de la respiración. Esto se relaciona con la primera demostración, en la cual una persona respira en un tubo de ensayo con agua y BTB y el color cambia (de azul a amarillo) mientras se agrega dióxido de carbono al agua. El dióxido de carbono que exhala la persona es un producto de la respiración celular.

Preparación del Laboratorio

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

1. Obtenga hojas de espinaca fresca, como las que se encuentran en la sección de venta a granel de productos perecederos de una tienda. Si las hojas tienen tallos largos, retírelos para poder meter las hojas en el frasco de muestreo de forma que queden tendidas y extendidas.
2. Adquiera bombillas fluorescentes o halógenas de 100 watts que pueda colocar en un casquillo estándar. NO utilice una bombilla incandescente. Necesitará tener una lámpara por cada grupo de alumnos.
3. Corte una pieza de 30 cm de papel de aluminio del expendedor para cada grupo de alumnos.
4. Si no es posible utilizar el adaptador de corriente del sistema de recolección de datos al realizar el experimento, asegúrese de que el sistema esté completamente cargado.

Nota: El sensor de dióxido de carbono requiere más energía que otros sensores. Un sistema de recolección de datos con carga completa puede recolectar datos durante aproximadamente 30 minutos.

Seguridad

Cumpla con todos los procedimientos estándar de laboratorio.

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.

3	2	4	1	5
Recolecte datos sobre el CO_2 en la oscuridad, al envolver el frasco de muestreo con papel de aluminio.	Conecte el sensor de CO_2 al frasco de muestreo y mida la concentración de CO_2 bajo luz directa.	Retire las hojas de espinaca del frasco de muestreo y deséchelas.	Agregue una o dos hojas de espinaca a un frasco de muestreo.	Finalmente, utilice las herramientas de análisis para determinar el cambio en la concentración de CO_2 en el frasco de muestreo.

Procedimiento con Preguntas de Indagación

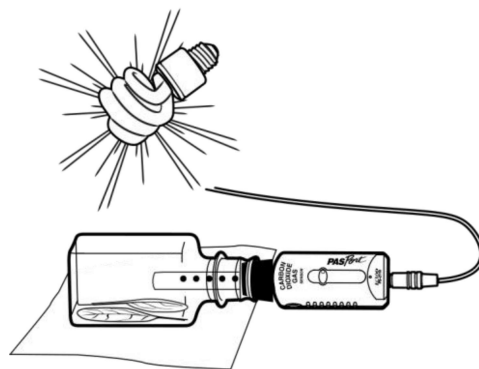
Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Preparación

Nota: Durante la recolección de datos, evite golpear el equipo. Agitar o golpear el sensor de dióxido de carbono puede provocar una recolección de datos errónea.

1. ☐ Comience un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
2. ☐ Conecte el sensor de dióxido de carbono a su sistema de recolección de datos mediante el cable de extensión del sensor.
3. ☐ Calibre el sensor de dióxido de carbono.
4. ☐ Confeccione una pantalla de comparación de dióxido de carbono (ppm) frente al tiempo (s).
5. ☐ Tome una o dos hojas secas de espinaca fresca.
6. ☐ Coloque el frasco de muestreo sobre uno de sus lados y coloque la hoja de forma tal que quede tendida dentro del frasco. (Si utiliza dos hojas pequeñas, no las superponga).

Nota: Utilice el extremo romo de un lápiz o bolígrafo para empujar la hoja hasta la posición adecuada en el frasco.



7. ☐ ¿Por qué piensa que es importante que la hoja quede tendida y que el frasco se encuentre de lado durante la recolección de datos?

Si la hoja está tendida y el frasco de lado, se maximiza el área de la superficie de la hoja que queda expuesta a la luz para lograr una fotosíntesis óptima.

8. ☐ Coloque el sensor de dióxido de carbono en el frasco de muestreo para que el tapón de goma genere un cierre hermético.

Recolecte los Datos

Parte 1: Bajo la luz

9. ☐ Obtenga una pieza de 30 cm de largo de papel de aluminio y coloque el frasco de muestreo sobre uno de sus lados, encima del papel de aluminio.
10. ☐ Coloque la fuente luminosa directamente a 15 cm por sobre el frasco de muestreo.
11. ☐ ¿Qué piensa que le sucederá al nivel de dióxido de carbono en el frasco mientras la planta está expuesta a la luz intensa? Explique su respuesta.

Las respuestas pueden variar. La mayoría de los alumnos predecirán que el nivel de CO_2 disminuirá con el tiempo debido a que las plantas utilizan este gas durante la fotosíntesis.

12. ☐ Encienda la fuente luminosa.
13. ☐ Comience con la recolección de datos. Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.
14. ☐ Registre los datos durante 8 minutos y luego detenga el registro de datos.
15. ☐ Asigne el nombre "Luz" a la serie de datos.

Parte 2: En la oscuridad

16. ☐ Con el frasco de muestreo tumbado sobre un lado, envuélvalo con el papel de aluminio y cubra todos los lados para evitar que la luz ingrese en él.
17. ☐ ¿Qué piensa que le sucederá al nivel de dióxido de carbono en el frasco mientras la planta está en la oscuridad? Explique su respuesta.

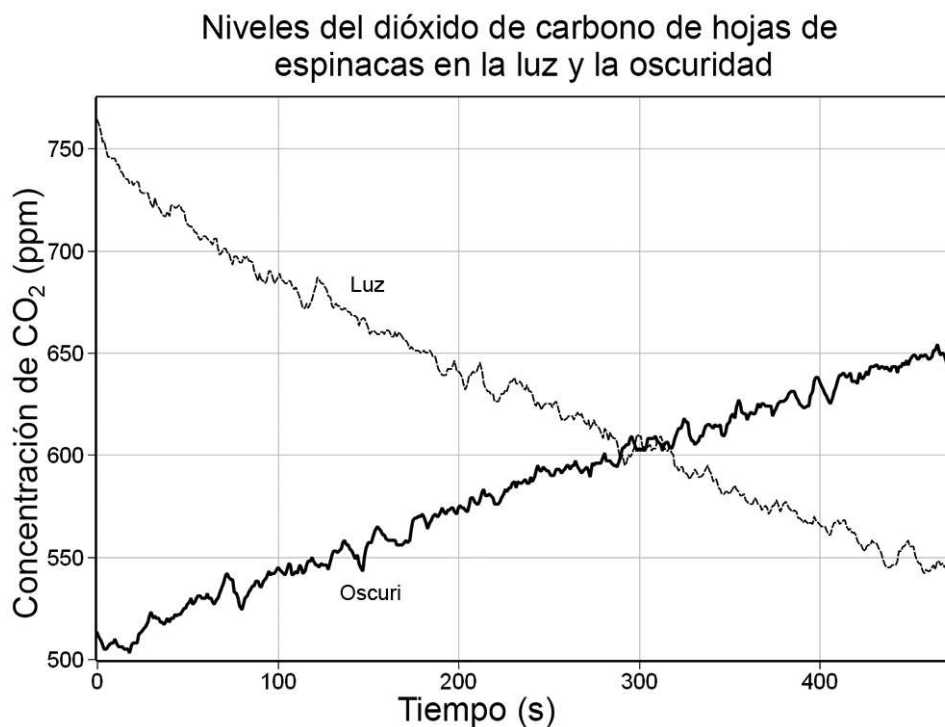
Las respuestas pueden variar. Los alumnos pueden predecir que el nivel de CO_2 permanecerá estable debido a que la planta no está realizando la fotosíntesis. Algunos pueden predecir que disminuirá debido a que la planta está realizando la respiración celular.

18. ☐ Mantenga la fuente luminosa encendida.
19. ☐ Comience con la recolección de datos. Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.

20. ☐ Registre los datos durante 8 minutos y luego detenga el registro de datos.
21. ☐ Asigne el nombre "Oscuridad" a la serie de datos.
22. ☐ Guarde su experimento.
23. ☐ Limpie su espacio de trabajo y guarde el equipo y los materiales.

Análisis de Datos

1. ☐ Realice un gráfico con los datos de la Concentración de CO_2 (ppm) frente al Tiempo (s). Asigne una etiqueta al gráfico general y a cada eje. Indique las unidades que correspondan en cada eje. Asigne una etiqueta a cada línea.



2. ☐ Mediante las herramientas disponibles en su sistema de recolección de datos, determine el cambio en la concentración de CO_2 en el frasco de muestreo durante los 8 minutos que la planta estuvo expuesta a luz intensa y los 8 minutos que estuvo en la oscuridad. Registre los cambios en la Tabla 1.

Nota: Al completar la Tabla 1, utilice un signo más (+) para indicar un cambio positivo y un signo menos (–) para indicar un cambio negativo.

Tabla 1: Los cambios en la concentración de CO₂ debido a la fotosíntesis y a la respiración celular

Condición de la luz	Cambio en la concentración de CO ₂ (ppm)
Luz	-253
Oscuridad	+142

Preguntas de Análisis

1. ¿Qué le sucede a la concentración de dióxido de carbono cuando la hoja de espinaca está expuesta a luz intensa? ¿Por qué sucede esto?

Mientras la luz se enfoca en la hoja, el proceso de fotosíntesis elimina el dióxido de carbono del aire en el frasco de muestreo. (Si bien también se produce la respiración, la luz directa permite llevar a cabo una gran cantidad de fotosíntesis, de forma tal que la absorción de dióxido de carbono debido a la fotosíntesis es mayor que la producción de dióxido de carbono debido a la respiración).

2. ¿Qué le sucede a la concentración de dióxido de carbono cuando la hoja de espinaca está en la oscuridad? ¿Por qué sucede esto?

El nivel de dióxido de carbono aumenta de forma equilibrada mientras la hoja está en la oscuridad. Las mitocondrias de la planta producen dióxido de carbono como un producto derivado de la respiración celular (que utiliza glucosa para fabricar ATP). Debido a que la planta no realiza fotosíntesis en la oscuridad, puede detectarse la respiración que lleva a cabo la hoja.

Preguntas de Síntesis

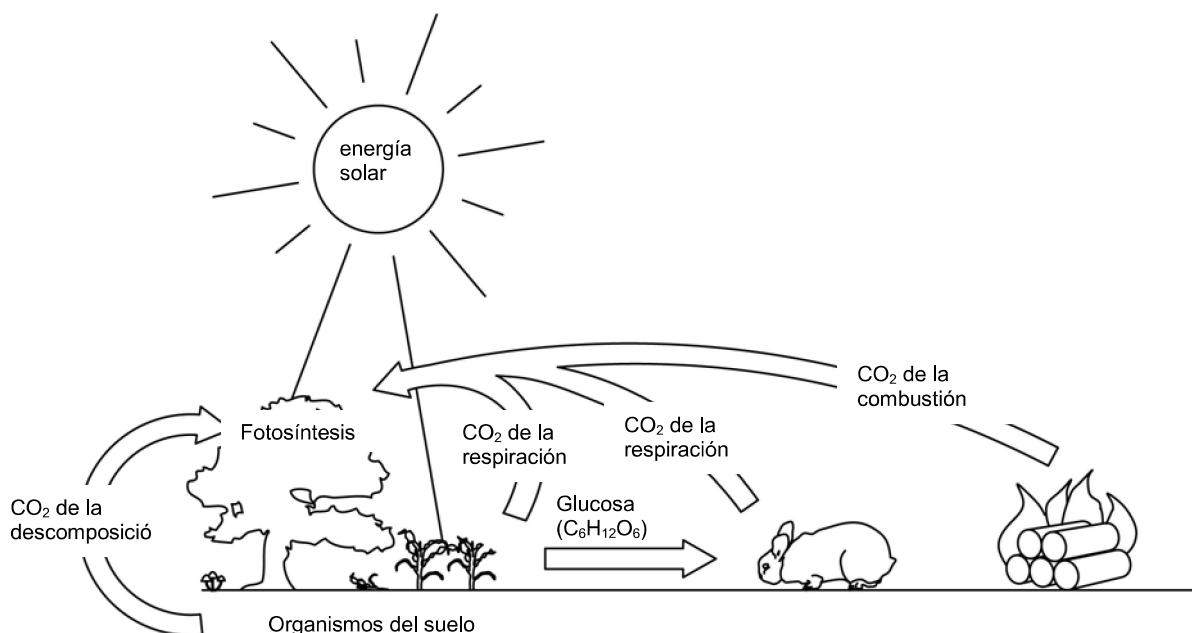
Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. Las plantas desempeñan un papel importante en el ciclo del carbono. ¿Qué significa el término "ciclo del carbono"?

Los elementos tales como el carbono se mueven entre los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema. Los átomos de carbono pueden almacenarse durante un corto o largo plazo en los seres vivos, en el océano, dentro de las rocas o en otras entidades. Las acciones de los seres vivos y los procesos físicos provocan que los átomos de carbono se muevan de un lugar a otro. El ciclo del carbono incluye la conversión de CO₂ en carbohidratos como resultado de la fotosíntesis y la liberación de CO₂ a la atmósfera debido a la descomposición de los carbohidratos durante la respiración celular.

2. Dibuje un diagrama para ilustrar la forma en que las plantas y los animales desempeñan un papel en el ciclo del carbono.

Los alumnos pueden dibujar un diagrama de flujo del ciclo del carbono parecido al siguiente (o similar al que se muestra en su libro de texto):



3. Las células vegetales contienen cloroplastos y mitocondrias. Explique por qué una célula vegetal debe contar con estas dos organelas para sobrevivir.

Los cloroplastos son el lugar donde se lleva a cabo la fotosíntesis y donde se fabrica el alimento (azúcares) para la célula. Las mitocondrias son necesarias para que la planta pueda extraer la energía de los azúcares a fin de fabricar ATP, la forma utilizable de energía para una célula.

4. El oxígeno es otro gas que se relaciona con la fotosíntesis. Si debiera repetir esta investigación con un sensor de oxígeno, ¿esperaría obtener los mismos resultados? Explique su respuesta.

Si se midiera el oxígeno, habría un aumento en su concentración cuando la hoja está bajo la luz, ya que la fotosíntesis produce oxígeno. En la oscuridad, la concentración de oxígeno disminuiría, ya que la planta utiliza oxígeno para la respiración.

Preguntas de Elección Múltiple

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

1. ¿Cuál de los siguientes elementos se requiere para que se produzca la fotosíntesis?

- A.** Luz
- B.** Cloroplastos
- C.** CO₂
- D.** Todos los anteriores

2. La respiración celular provocará que los niveles de dióxido de carbono en un frasco de muestreo:

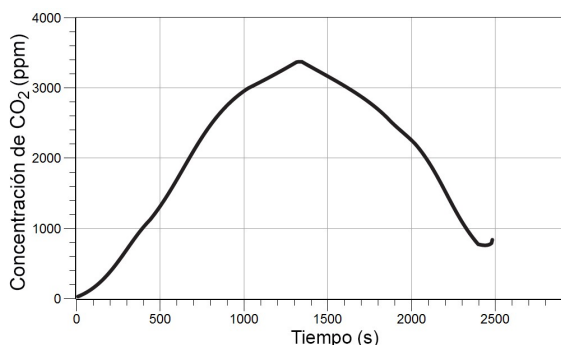
- A.** Aumenten
- B.** Disminuyan
- C.** Permanezcan estables
- D.** Oscilen de forma impredecible

3. Si la luz se mueve de 15 cm a 50 cm por sobre la hoja, ¿qué sucederá?

- A.** El nivel de dióxido de carbono aumentará con mayor velocidad
- B.** El nivel de dióxido de carbono disminuirá con mayor velocidad
- C.** El nivel de dióxido de carbono aumentará con menor velocidad
- D.** El nivel de dióxido de carbono disminuirá con menor velocidad

4. ¿Qué se muestra en el gráfico que compara la concentración de CO₂ frente al tiempo para una planta en un sistema cerrado?

- A.** Solo la respiración y luego la fotosíntesis
- B.** La fotosíntesis y luego la respiración
- C.** Solo las reacciones que dependen de la luz
- D.** Solo las reacciones que no dependen de la 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. Las plantas realizan la fotosíntesis y **la respiración celular**. Los reactivos de la fotosíntesis son **el agua y el dióxido de carbono**. Los productos son **la glucosa y el oxígeno**. **La luz** suministra la energía necesaria para convertir las moléculas inorgánicas en moléculas orgánicas complejas. La respiración celular descompone las moléculas orgánicas complejas y libera **la energía** almacenada en ellas. Los reactivos de la respiración celular son **la glucosa y el oxígeno**. Los productos son el dióxido de carbono, el agua y **el ATP**.

2. En un sistema cerrado, **la disminución** en el nivel de dióxido de carbono es la prueba de la fotosíntesis, mientras que **el aumento** es la prueba de la respiración celular. Una planta en **la oscuridad** solo llevará a cabo la respiración, pero si se la expone a la luz, la planta puede realizar tanto la respiración como **la fotosíntesis**. Las plantas toman el dióxido de carbono de la atmósfera. También liberan dióxido de carbono a la atmósfera, además de oxígeno. Las plantas y otros seres vivos desempeñan un papel en el ciclo de la materia, tales como **el ciclo del carbono**.

Otras Sugerencias de Investigación

Recolecte datos durante períodos más prolongados (varias horas) bajo las dos condiciones de luz. Con base en los datos recolectados, analice qué podría suceder después de un período prolongado bajo la luz y después de un período prolongado en la oscuridad.

Pídales a los alumnos que exploren la respiración vegetal y la fotosíntesis con el sensor de oxígeno.

Pruebe factores tales como la distancia de la luz o la luz del ambiente. Utilice un filtro para suministrar un espectro reducido de frecuencias luminosas a la planta.

Utilice flores u hojas que no sean verdes en el frasco de muestreo.

Utilice portaobjetos preparados para investigar los tejidos de una hoja y las funciones de las células específicas, tales como las células de empalizada.

Ejercicio y Homeostasis

Objetivos

Los alumnos establecen la relación entre el pH de la sangre, el dióxido de carbono, el ejercicio y la necesidad del organismo de mantener la homeostasis.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos adquieren experiencia en la realización de los siguientes procedimientos:

- ♦ Utilización de un sensor de pH para medir y comparar el cambio en el pH debido a la incorporación de dióxido de carbono, una base y un ácido al agua.
- ♦ Utilización de un sensor de dióxido de carbono para medir la concentración de dióxido de carbono en el aire exhalado, antes y después del ejercicio.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	15 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	20 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	40 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- | | |
|--|--|
| ♦ Sistema de recolección de datos | ♦ 2 bolsas de plástico de un litro con cierre |
| ♦ Sensor de dióxido de carbono | ♦ Pajilla de plástico |
| ♦ Sensor de pH ¹ | ♦ Azul de bromotimol (ATB), 5 mL |
| ♦ Cable de extensión del sensor ² | ♦ Hidróxido de sodio (NaOH) diluido, 10 gotas ³ |
| ♦ Vasos de precipitado (3) de 250 mL | ♦ Ácido clorhídrico (HCl) diluido, 10 gotas ³ |
| ♦ Pipetas de plástico (2) de 1 mL | ♦ Agua destilada, 300 mL |
| ♦ Probeta de 100 mL | |

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

² Se incluye con la mayoría de los sensores de dióxido de carbono de PASCO.

³ Para formular las soluciones diluidas, consulte el apartado sobre Preparación del laboratorio.

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ El proceso general de respiración celular, incluidos los reactivos y productos.
- ♦ Las células necesitan ATP como fuente de energía; el ATP se forma en la respiración celular.
- ♦ El sistema circulatorio transporta sustancias hacia y desde las células.
- ♦ El intercambio gaseoso de dióxido de carbono y oxígeno se produce en los pulmones durante la inhalación y la exhalación.

Antecedentes

La homeostasis es la propiedad de una célula u organismo de mantener el equilibrio en su entorno interno. Es la capacidad de responder al cambio de forma que se conserven las condiciones internas dentro del pequeño rango que las células pueden tolerar. Algunos de los parámetros que regula el cuerpo humano son: la temperatura corporal, el equilibrio del agua, la volemia y el pH de la sangre. El pH de la sangre normalmente se encuentra entre 7,35 y 7,45. Las convulsiones, el estado de coma y otras afecciones pueden ser resultado de un cambio en el pH que supere estos valores. El sistema amortiguador de la sangre ayuda a contrarrestar los cambios en el pH, pero aún es fundamental que el cuerpo humano elimine sustancias que pueden modificar el pH, tales como el dióxido de carbono.

El dióxido de carbono es un producto de desecho de la respiración celular que suministra energía a las células en forma de ATP. Los átomos de carbono de las moléculas de glucosa que participan en la respiración celular terminan transformándose en moléculas de dióxido de carbono como resultado de reacciones químicas en las mitocondrias. Las moléculas de dióxido de carbono se dispersan desde las células al torrente sanguíneo. Los sistemas circulatorio y respiratorio se coordinan para eliminar del organismo estas moléculas de desecho de dióxido de carbono. Las funciones complementarias de estos y otros sistemas orgánicos se encargan de que los niveles de dióxido de carbono permanezcan cercanos a los niveles óptimos y, por lo tanto, mantienen la homeostasis.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Introduzca el concepto de homeostasis

Demuéstreles a los alumnos que los líquidos pueden tener gases disueltos en ellos. Vierta un poco de agua carbonatada en un vaso de precipitado. Pregunte a los alumnos:

1. ¿Cómo saben que esta agua es "carbonatada"?

El agua tiene burbujas. Si la botella se hubiera abierto en ese momento, los alumnos podrían comentar que escuchan el silbido que hace al abrirse.

2. Si algo es "carbonatado", ¿qué gas está presente en el líquido?

El dióxido de carbono es el gas presente en las bebidas carbonatadas.

Llene un vaso de precipitado con aproximadamente 200 mL de agua destilada. Agregue entre 10 y 20 gotas de ATB al agua e indíqueles a los alumnos que observen el color de la mezcla (verde). Luego, agregue entre 10 y 20 gotas de ATB al agua carbonatada. Pregunte a los alumnos:

3. ¿Por qué el color del ATB y el agua destilada difieren del color del ATB y el agua carbonatada?

El dióxido de carbono presente en el agua carbonatada provoca que el agua adquiera un color distinto con el ATB en comparación con el agua destilada, la cual solo contiene moléculas de agua pero no dióxido de carbono.

Explíqueles a los alumnos que las células de su organismo producen dióxido de carbono durante la respiración celular. El dióxido de carbono se disuelve en la sangre, al igual que puede disolverse en agua en una bebida carbonatada. El dióxido de carbono modifica las propiedades de la sangre. Una analogía de este cambio en la sangre es el cambio de color que se observa cuando el dióxido de carbono disuelto en el agua reaccionó al agregarle ATB.

Explique que el organismo trabaja para mantener la homeostasis (condiciones internas constantes). Dígales a los alumnos que la mezcla verde de ATB y agua representa la sangre con un pH normal. Vierta una pequeña cantidad de la mezcla amarilla de ATB y agua carbonatada en el vaso de precipitado con la mezcla verde de ATB y agua y observe que el color verde cambia. Pregunte:

4. Si el organismo necesita mantener la homeostasis, ¿a qué color debe retornar esta mezcla?

La mezcla debe retornar al color verde.

Muéstreles a los alumnos un vaso de precipitado con una solución que sea azul. (El vaso de precipitado debe contener una base disuelta, como por ejemplo, 0,1 M de NaOH. Prepare el vaso de precipitado con anticipación y agregue unas gotas de ATB para darle el color azul). Pídales a los alumnos que predigan si la incorporación de la solución azul a la "sangre" que ahora es amarilla la regresará a su estado normal (verde).

Agregue de a poco la solución azul a la "sangre" para que los alumnos puedan ver cómo cambia de color amarillo a verde (brevemente) y luego a azul. Pregunte:

5. ¿La sangre volvió a su estado normal? ¿La homeostasis resultó exitosa?

No. Lo normal sería un color verde. No se ha logrado la homeostasis, ya que se agregó demasiada solución.

Agregue una parte del agua carbonatada amarilla a la "sangre". Continúe agregando pequeñas cantidades de las soluciones amarilla o azul hasta que la "sangre" parezca estar cerca de lograr su color verde original. Pídales a los alumnos que le digan cuando se haya logrado la homeostasis.

Analice junto a los alumnos cómo este procedimiento simula la homeostasis. Explique que el organismo y sus componentes experimentan condiciones variables en forma constante. Si el nivel de alguna sustancia disminuye a un nivel muy bajo o aumenta a un nivel muy alto, el organismo responde para restaurar los niveles normales.

Preparación del Laboratorio

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

Consejo para el docente: No es necesario que el ácido disuelto y la base disuelta tengan una concentración específica. Se brindan instrucciones para preparar una solución de 0,1 M, pero cualquier concentración diluida servirá para este trabajo de laboratorio.

1. Prepare el ácido clorhídrico (HCl) diluido.
 - a. Mida 10 mL de 1 M de HCl y viértalos en un vaso de precipitado de 200 mL.
 - b. Agregue 90 mL de agua destilada para lograr un volumen total de 100 mL.
2. Prepare el hidróxido de sodio (NaOH) diluido.
 - a. Mida 10 mL de 1 M de NaOH y viértalos en un vaso de precipitado de 200 mL.
 - b. Agregue 90 mL de agua destilada para lograr un volumen total de 100 mL.
3. Prepare goteros con azul de bromotimol.
4. Compre bolsas de plástico de un litro con cierre y pajillas de plástico.

Consejo para el docente: Las bolsas con cierre funcionan mejor si con bolsas para congelador, que son más gruesas que las bolsas para sándwiches.
5. Normalmente, no es necesario calibrar el sensor de pH para este trabajo de laboratorio. Puede probar los sensores con anticipación para asegurarse de que le brindarán una medición aceptable. La calibración del sensor de pH requiere una solución amortiguadora con pH 4 y otra con pH 8.

Seguridad

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

- ♦ No comparta las pajillas ni las bolsas de plástico.
- ♦ Utilice anteojos protectores al trabajar con químicos.

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	4	1	5	3
Prepare otro vaso de precipitación con agua, el sensor de pH, y agregue NaOH. Mida el pH.	Exhale en una bolsa antes y después de realizar ejercicio y mida la concentración de CO ₂ de cada una.	Prepare un vaso de precipitación con agua, un sorbete y el sensor de pH. Mida el cambio en el pH después de exhalar aire en el agua.	Relacione el efecto del ejercicio en la concentración de CO ₂ en la célula y cómo afecta el pH de la sangre.	Prepare un tercer vaso de precipitación con agua, el sensor de pH, y agregue HCl. Mida el pH.

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: Disuelva el dióxido de carbono en agua

En el siguiente procedimiento se agrega dióxido de carbono al agua para simular la incorporación de dióxido de carbono a la sangre y observar el cambio en el pH. Para comprender el efecto del dióxido de carbono sobre la sangre, los resultados se compararán con los obtenidos de las distintas incorporaciones de un ácido y una base al agua destilada.

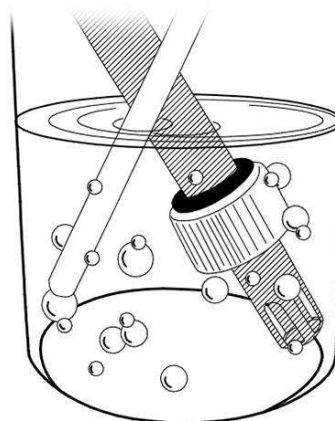
Preparación

1. ☐ Prepare los tres vasos de precipitado necesarios para la actividad.
 - a. Reúna tres vasos de precipitado de 250 mL y colóqueles etiquetas con los números "1", "2" y "3", respectivamente.
 - b. Agregue 100 mL de agua destilada a cada uno.
 - c. Agregue al menos 10 gotas de azul de bromotimol a cada vaso de precipitado.
2. ☐ Comience un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
3. ☐ Conecte el sensor de pH a su sistema de recolección de datos.
4. ☐ Si el docente así lo indica, calibre el sensor de pH.
5. ☐ Dibuje un gráfico en el que compare el pH frente al Tiempo.

Recolecte los Datos

Respire en el agua destilada

6. ☐ Coloque el sensor de pH en el Vaso de precipitado 1. Asegúrese de que la punta del sensor de pH se encuentre completamente sumergida.
7. ☐ Después de aproximadamente 30 segundos, comience con la recolección de datos.
8. ☐ Coloque la pajilla de plástico en el Vaso de precipitado 1 y sople para generar burbujas en la solución durante al menos 60 segundos.



Nota: Mantenga la punta de la pajilla sumergida en el agua. Puede hacer una pausa breve, según sea necesario, para recuperar el aire durante los 60 segundos de burbujeo.

9. ☐ Después de 60 segundos, detenga la recolección de datos y deseche la pajilla.
10. ☐ Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.
11. ☐ Asigne el nombre "Respiración" a la serie de datos.
12. ☐ Sobre la base del gráfico, determine el pH inicial y el pH final. ♦^(9.1) Registre estos valores en la Tabla 1 del apartado de Análisis de datos. También registre el color final del ATB en el vaso de precipitado.
13. ☐ Retire el sensor de pH de la solución y enjuáguelo en su totalidad con agua limpia.

Agregue una base al agua destilada

14. ☐ Coloque el sensor de pH en el Vaso de precipitado 2. Asegúrese de que la punta del sensor de pH se encuentre completamente sumergida.
15. ☐ El hidróxido de sodio (NaOH) es una base. Prediga qué le sucederá al pH del agua destilada al agregarle el hidróxido de sodio.

Las predicciones de los alumnos variarán. Los alumnos pueden predecir correctamente que el pH aumentará, ya que las bases tienen un pH mayor a 7.

16. ☐ Aproximadamente 30 segundos después de colocar el sensor de pH en el Vaso de precipitado 2, comience con la recolección de datos.
17. ☐ Lentamente, agregue 10 gotas de hidróxido de sodio (NaOH) disuelto al vaso de precipitado.

- 18.** ☐ Agite levemente el vaso de precipitado y espere a que la lectura del pH se estabilice.
- 19.** ☐ Detenga la recolección de datos.
- 20.** ☐ Retire el sensor de pH de la solución y enjuáguelo en su totalidad con agua limpia.
- 21.** ☐ Asigne el nombre "NaOH" a la serie de datos.
- 22.** ☐ Sobre la base del gráfico, determine el pH inicial y el pH final. Registre estos valores en la Tabla 1 del apartado de Análisis de datos. También anote la sustancia agregada y registre el color final del ATB en el vaso de precipitado.

Agregue un ácido al agua destilada

- 23.** ☐ Coloque el sensor de pH en el Vaso de precipitado 3. Asegúrese de que la punta del sensor de pH se encuentre completamente sumergida.
- 24.** ☐ Prediga qué le sucederá al pH del agua destilada al agregarle el ácido clorhídrico (HCl).

Las predicciones de los alumnos variarán. Los alumnos pueden predecir correctamente que el pH disminuirá, ya que los ácidos tienen un pH menor a 7.
- 25.** ☐ Aproximadamente 30 segundos después de colocar el sensor de pH en el Vaso de precipitado 3, comience con la recolección de datos.
- 26.** ☐ Lentamente, agregue 10 gotas de ácido clorhídrico (HCl) disuelto al vaso de precipitado.
- 27.** ☐ Agite levemente el vaso de precipitado y espere a que la lectura del pH se estabilice.
- 28.** ☐ Detenga la recolección de datos.
- 29.** ☐ Retire el sensor de pH de la solución y enjuáguelo en su totalidad con agua limpia.
- 30.** ☐ Asigne el nombre "HCl" a la serie de datos.
- 31.** ☐ Sobre la base del gráfico, determine el pH inicial y el pH final. Registre estos valores en la Tabla 1 del apartado de Análisis de datos. También anote la sustancia agregada y registre el color final del ATB en el vaso de precipitado.
- 32.** ☐ Desconecte el sensor de pH del sistema de recolección de datos.

Parte 2: Mida el dióxido de carbono antes y después del ejercicio

Preparación

- 33.** ☐ Conecte el sensor de dióxido de carbono al sistema de recolección de datos mediante el cable de extensión.
- 34.** ☐ Calibre el sensor de dióxido de carbono.
- 35.** ☐ Genere una pantalla de dígitos que refleje la concentración de dióxido de carbono (ppm).

Recolecte los Datos

- 36.** ☐ Tome una bolsa de plástico de un litro con cierre y ábrala solo lo suficiente como para que una persona pueda exhalar en ella.

Nota: La misma persona debe exhalar el aire en la bolsa antes y después del ejercicio.

- 37.** ☐ Colóquese la abertura de la bolsa sobre la boca. Inhale profundamente por la nariz y luego exhale dentro de la bolsa para llenarla de aire. Cierre la bolsa rápidamente.
- 38.** ☐ Abra la bolsa solo lo suficiente como para insertar la sonda del sensor de dióxido de carbono en ella. Genere un cierre hermético con la mano entre la abertura de la bolsa y el tapón del sensor.
- 39.** ☐ Comience con la recolección de datos.
- 40.** ☐ Observe la pantalla de dígitos. Después de aproximadamente 1 minuto, cuando la lectura se haya estabilizado, detenga la recolección de datos.
- 41.** ☐ Registre la concentración de dióxido de carbono del aire exhalado antes del ejercicio en la Tabla 2.
- 42.** ☐ Deseche la bolsa de plástico usada y tome una bolsa nueva. Abra la bolsa solo lo suficiente como para que una persona pueda exhalar en ella.
- 43.** ☐ Prediga lo que le sucederá a la cantidad de dióxido de carbono presente en el aire exhalado después de que una persona se haya ejercitado. Explique su predicción.

Las predicciones variarán. Los alumnos pueden predecir correctamente que la cantidad de dióxido de carbono exhalado después del ejercicio será superior a la cantidad exhalada antes del ejercicio. Esto se debe a que la mayor demanda de energía aumenta la respiración celular, lo cual produce más dióxido de carbono.

- 44.** ☐ Encuentre un lugar del salón en donde pueda realizar un ejercicio sencillo, como por ejemplo, saltos en tijera, trote en el lugar o flexiones de brazos.

45. ☐ Realice un ejercicio sencillo durante 60 segundos. Tan pronto como termine de ejercitarse, exhale dentro de la bolsa. Cierre la bolsa rápidamente.
46. ☐ Abra la bolsa solo lo suficiente como para insertar la sonda del sensor de dióxido de carbono en ella. Genere un cierre hermético con la mano entre la abertura de la bolsa y el tapón del sensor.
47. ☐ Comience con la recolección de datos. Observe la pantalla de dígitos y espere aproximadamente 1 minuto para que la lectura se estabilice.
48. ☐ Detenga la recolección de datos.
49. ☐ Registre la concentración de dióxido de carbono del aire exhalado después del ejercicio en la Tabla 2.
50. ☐ Compare sus resultados individuales con aquellos obtenidos por el resto de la clase.
51. ☐ ¿A qué podrían deberse las diferencias en los resultados?

Los alumnos podrían mencionar cosas tales como el sexo, el tamaño corporal o el volumen pulmonar. Podrían destacar diferencias entre la intensidad de los ejercicios que realizaron las diferentes personas.

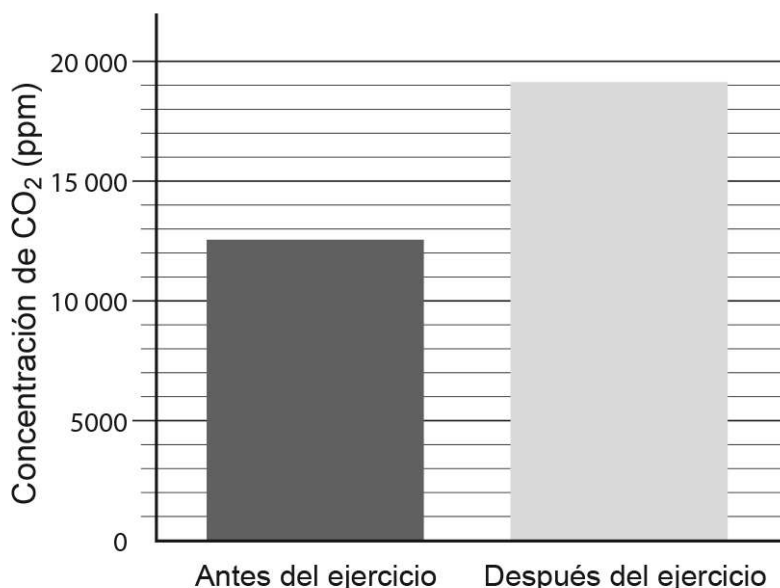
Análisis de Datos

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

Tabla 1: Cambio en el pH

Vaso de precipitado	Sustancia agregada	pH inicial	pH final	Color final del ATB
1	Respiración	7,4	6,1	Amarillo
2	Hidróxido de sodio	7,6	10,2	Azul
3	Ácido clorhídrico	7,5	4,2	Amarillo

2. ☐ Dibuje un gráfico de barras para representar la concentración de dióxido de carbono antes y después del ejercicio. Asigne una etiqueta a cada eje según corresponda.



3. ☐ Registre los datos de la Parte 2 de la investigación en la Tabla 2.

Tabla 2: Cambio en el dióxido de carbono del aire exhalado debido al ejercicio

Concentración de dióxido de carbono (ppm)		Cambio en la concentración de dióxido de carbono (ppm)
Antes del ejercicio	Después del ejercicio	
12 562	19 134	6581

Preguntas de análisis

1. ¿Qué efecto tuvo respirar en el Vaso de precipitado 1 sobre el pH del agua destilada?

Respirar en el agua provocó que el pH de esta disminuyera.

2. ¿Qué efecto tuvo la incorporación de una base sobre el pH del agua destilada?

La base, el NaOH, provocó que el pH del agua aumentara.

3. ¿Qué efecto tuvo la incorporación de un ácido sobre el pH del agua destilada?

El ácido, el HCl, provocó que el pH del agua disminuyera.

4. De los Vasos de precipitado 1, 2 y 3, ¿cuáles dos vasos presentaron los resultados más parecidos?

Los Vasos de precipitado 1 y 3 presentaron los resultados más parecidos.

5. Si las células del organismo liberan dióxido de carbono en la sangre, ¿el aumento del dióxido de carbono provocará que la sangre se torne más ácida o más básica? Explique su respuesta.

Un aumento en el dióxido de carbono provocaría que la sangre se torne más ácida. Cuando una persona respiraba en el agua, su pH disminuía, lo cual indica que se estaba tornando más ácida. (Cuanto más ácida es una solución, menor es su pH). Por lo tanto, cuando el dióxido de carbono produce la disminución del pH de la sangre, provoca que esta se torne más ácida.

6. ¿Qué efecto tuvo el ejercicio sobre la concentración de dióxido de carbono en el aire exhalado?

El ejercicio aumentó la cantidad de dióxido de carbono en el aire exhalado.

7. ¿Qué proceso celular genera dióxido de carbono como un producto de desecho? ¿Cuál es la importancia de este proceso para una célula?

La respiración celular genera dióxido de carbono como un producto de desecho. La respiración es importante para una célula porque es el proceso que genera ATP para satisfacer las necesidades de energía de la célula.

8. Reflexione acerca de la conexión entre la energía y el ejercicio. ¿Por qué y cómo el ejercicio afecta la cantidad de dióxido de carbono que se produce en las células del organismo?

El ejercicio aumenta la necesidad de ATP (energía) en las células. Las células aumentan la velocidad de la respiración celular durante el ejercicio a fin de producir más ATP. El aumento de la respiración provoca la producción de una mayor cantidad de dióxido de carbono.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. Utilice su conocimiento de la homeostasis y los resultados de este trabajo de laboratorio para explicar por qué es importante que el dióxido de carbono se elimine (exhale) del organismo.

La homeostasis significa que el entorno interno se mantiene dentro de los límites tolerables. El dióxido de carbono disminuye el pH de la sangre. Las células fabrican CO₂ de forma constante. Si no se eliminara (exhalara), el pH de la sangre disminuiría cada vez más, y una persona podría morir si el pH se encontrara fuera de los valores aceptables.

2. Durante el ejercicio, aumentan la frecuencia cardíaca y la respiratoria de una persona. ¿Qué sistemas orgánicos son responsables de estos cambios? Explique brevemente el papel que cumple cada sistema.

El sistema nervioso y el sistema respiratorio producen cambios en la frecuencia cardíaca y la respiratoria. El sistema nervioso afecta tanto al corazón como al diafragma y provoca que los músculos se contraigan con mayor frecuencia para suplir la necesidad de transportar sangre y gases. El sistema respiratorio trabaja para suministrar oxígeno al organismo y eliminar el dióxido de carbono presente en el organismo.

3. El ejercicio afecta la velocidad de producción de dióxido de carbono en el organismo de una persona. ¿Qué otro gas podría participar en los cambios fisiológicos que se producen durante el ejercicio? Explique su respuesta.

El uso de oxígeno por parte del organismo también se ve afectado por el ejercicio. El aumento en la frecuencia respiratoria aporta más oxígeno al organismo para utilizarlo en la respiración celular. El aumento en la frecuencia cardíaca provoca que el oxígeno llegue rápidamente a las células mediante el torrente sanguíneo.

4. Explique por qué las moléculas de dióxido de carbono salen del torrente sanguíneo y llegan a los alvéolos pulmonares cuando la sangre pasa por los capilares de los pulmones.

El torrente sanguíneo presenta una mayor concentración de CO_2 que el aire que se encuentra en los alvéolos pulmonares. Las moléculas de dióxido de carbono se dispersan de un área de mayor concentración a un área de menor concentración.

5. El sistema respiratorio tiene varios componentes. Describa los niveles de organización presentes dentro de un sistema orgánico en orden de complejidad decreciente.

Un sistema orgánico se compone de una serie de órganos. Los órganos se componen de tejidos que a su vez están formados por células especializadas.

Preguntas de Elección Múltiple

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

1. Cuando una persona realiza ejercicio, por lo general, el cambio en la producción de dióxido de carbono hace que el pH de la sangre:

- A.** aumente y se vuelva más ácido.
- B.** se reduzca y se vuelva más ácido.
- C.** aumente y se vuelva más básico.
- D.** se reduzca y se vuelva más básico.

2. ¿Dónde se produce el intercambio de gas en el cuerpo humano?

- A.** boca
- B.** diafragma
- C.** alvéolos
- D.** vellosidades

3. La fuente del dióxido de carbono exhalado por una persona es:

- A.** digestión
- B.** síntesis de proteínas
- C.** fotosíntesis
- D.** respiración celular

4. Cuando una persona realiza ejercicio, sus células requieren más:

- A. ATP**
- B. ácido láctico**
- C. dióxido de carbono**
- D. agua**

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 agua destilada es **neutra** y tiene un pH cercano a 7. Cuando una persona exhala en el agua, a través de un sorbete, **el dióxido de carbono** que exhala ocasiona una reducción en el pH. La reducción en el pH indica que el agua se ha vuelto más **ácida**. El sistema de amortiguación de la sangre permite contrarrestar los cambios en el pH para ayudar a mantener **la homeóstasis**.

2. El dióxido de carbono es un producto de desecho de la respiración celular, un proceso que requiere **oxígeno**. Cuando una persona realiza ejercicio, su frecuencia respiratoria **aumenta** para que el intercambio de gases se produzca con mayor rapidez. Los sistemas respiratorio y **circulatorio** funcionan en conjunto para lograr esta tarea. El intercambio de gases tiene lugar en los pulmones por **difusión**, las moléculas se mueven desde un área de mayor concentración hacia un área de menor concentración.

3. Después del ejercicio, una persona exhala **más** dióxido de carbono que antes del ejercicio. La necesidad de energía del cuerpo, específicamente **ATP**, requiere que las células realicen una mayor respiración celular. En las células, este proceso ocurre en **la mitocondria**.

Otras Sugerencias de Investigación

Utilice un sensor para ECG o un sensor de frecuencia cardíaca con empuñadura para recolectar datos adicionales sobre los cambios fisiológicos que acompañan al ejercicio.

Ejercicio y Frecuencia Cardíaca

Objetivos

Mediante un sensor de frecuencia cardíaca, los alumnos monitorean el efecto del esfuerzo físico en relación con su estado físico. Los alumnos:

- ♦ Determinarán su frecuencia cardíaca promedio antes, durante y después del ejercicio.
- ♦ Determinarán, sobre la base de la frecuencia cardíaca, los niveles de ejercicio que produzcan el mayor beneficio para la salud.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ Preparar el sensor de frecuencia cardíaca para el ejercicio.
- ♦ Determinar la frecuencia cardíaca antes del ejercicio.
- ♦ Determinar la frecuencia cardíaca durante el ejercicio.
- ♦ Determinar la frecuencia cardíaca después del ejercicio.
- ♦ Determinar el rango esperado de la frecuencia cardíaca para el ejercicio.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	15 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	10 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	30 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- ♦ Sistema de recolección de datos
- ♦ Sensor de frecuencia cardíaca con empuñadura

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ El sistema circulatorio del ser humano se compone del corazón, los vasos sanguíneos y la sangre que fluye por ellos.
- ♦ El ejercicio provoca que el corazón lata más fuerte para cumplir con la demanda de los músculos del cuerpo que requieren más sangre y oxígeno. Cuanto más intensa sea la actividad, más rápido latirá el corazón. Monitorear la frecuencia cardíaca durante el ejercicio puede ser una forma excelente de controlar la intensidad del ejercicio.
- ♦ Hacer ejercicio, alimentarse de la manera adecuada y evitar el tabaco, el alcohol y el abuso de otras drogas ayudan a prevenir enfermedades cardiovasculares y otras consecuencias perjudiciales para la salud.

Antecedentes

La frecuencia cardíaca es un término que se utiliza para describir la frecuencia del ciclo cardíaco. Generalmente, la frecuencia cardíaca se calcula como la cantidad de contracciones (latidos) del corazón en un minuto. Por lo tanto, la frecuencia cardíaca se expresa habitualmente en latidos por minuto (lpm). En reposo, el corazón humano de un adulto promedio late aproximadamente 70 lpm en los hombres y 75 lpm en las mujeres, si bien este índice varía en función de la persona. El pulso es una forma de medir la frecuencia cardíaca.

El organismo aumenta la frecuencia cardíaca en respuesta a una amplia variedad de condiciones a fin de aumentar el gasto cardíaco (la cantidad de sangre que expulsa el corazón por unidad de tiempo). El ejercicio provoca que la frecuencia cardíaca de una persona aumente por encima de su frecuencia cardíaca en reposo. A medida que la actividad física se torna más enérgica, la frecuencia cardíaca sigue aumentando. Con un ejercicio lo suficientemente enérgico, la frecuencia cardíaca alcanza su frecuencia máxima.

El valor de referencia para la frecuencia cardíaca en reposo oscila entre los 60 lpm y los 100 lpm. Si se miden menos de 60 lpm, se denomina bradicardia. Si se miden más de 100 lpm, se denomina taquicardia.

Frecuencia cardíaca máxima estimada

Se puede aplicar una fórmula matemática, sobre la base de su edad, para calcular su frecuencia cardíaca máxima, tal como se muestra a continuación:

$$220 - \text{edad} = \text{frecuencia cardíaca máxima estimada.}$$

Rango esperado de frecuencia cardíaca

El rango esperado de frecuencia cardíaca (también conocido como el rango de frecuencia cardíaca durante el entrenamiento o el ejercicio) es el rango de frecuencia cardíaca que se alcanza durante el ejercicio aeróbico y que les permite al corazón y a los pulmones recibir el mayor beneficio de una rutina de ejercicios. El método más común para calcular el rango esperado de frecuencia cardíaca es multiplicar la frecuencia cardíaca máxima estimada por la intensidad porcentual que produce los mayores beneficios cardiovasculares, que generalmente se considera que oscila entre el 50% y el 85% de intensidad.

El siguiente ejemplo supone una frecuencia cardíaca máxima de 180:

- ♦ 50% de intensidad: $180 \times 0,50 = 90$ latidos por minuto
- ♦ 85% de intensidad: $180 \times 0,85 = 153$ latidos por minuto

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Fomente el interés de los alumnos con las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo cambiará la frecuencia cardíaca con el ejercicio?

La frecuencia cardíaca tiende a aumentar durante el ejercicio y a permanecer elevada durante algún tiempo después del ejercicio.

2. ¿Cuán cerca estará su frecuencia cardíaca de recuperación de su frecuencia cardíaca en reposo (frecuencia antes del ejercicio)?

Las respuestas variarán. La frecuencia cardíaca regresa a la frecuencia en reposo aproximadamente a los 7 a 10 minutos, y la frecuencia cardíaca de recuperación depende de muchos factores, como por ejemplo, el estado físico general y la edad.

3. ¿Qué diferencias y similitudes habrá entre la frecuencia cardíaca de los hombres y las mujeres antes, durante y después del ejercicio?

Las respuestas variarán en función de la experiencia del alumno.

Infórmeles a los alumnos que se ejercitarán al correr en el lugar, por lo cual deberán hallar un espacio del salón de clases para poder hacer esto sin golpearse con nada y estar cerca del sistema de recolección de datos al mismo tiempo. Destaque todas las precauciones que los alumnos podrían tener que tomar en su entorno de clase en particular.

Preparación del Laboratorio

Nota: El sensor de frecuencia cardíaca con empuñadura está diseñado para ofrecer datos precisos y confiables con fines educativos. No debe utilizarse como instrumento médico.

1. Pídales a los alumnos que hagan algunas carreras de prueba.
2. Una fuerza de prensión normal resulta adecuada para esta actividad. Apretar las manijas demasiado fuerte puede generar datos incoherentes.
3. Diseñe un plan de administración de la clase para esta actividad destinado a minimizar las posibles interrupciones.
 - ♦ Pregunte con anticipación (quizás al personal de enfermería de la escuela) si debe excluir a algún alumno de la actividad debido a problemas médicos o de salud.
 - ♦ Comunique a los alumnos las expectativas de conducta en forma clara y con anticipación.
 - ♦ Contemple invitar a los alumnos a participar como sujetos de prueba solo en forma voluntaria.

Seguridad

Incorpore esta precaución importante de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ Observe a los alumnos atentamente. Si el ejercicio genera molestias o dolor, solicite al alumno que detenga el ejercicio y la recolección de datos.

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	1	3	2	4
Utilice herramientas para graficar a fin de determinar la frecuencia cardíaca promedio y el tiempo de recuperación.	Sostenga las manijas cómodamente con las manos.	Registre la frecuencia cardíaca durante el ejercicio.	Registre la frecuencia cardíaca en reposo.	Registre la frecuencia cardíaca durante el período de recuperación.

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. ☐ Comience un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
2. ☐ Conecte el sensor al puerto del sistema de recolección de datos.
3. ☐ Represente en un gráfico la Frecuencia cardíaca en latidos por minuto en el eje Y frente al Tiempo en segundos (s) en el eje X.

Recolecte los Datos

El registro de datos se divide en tres partes.

- ♦ Mida la frecuencia cardíaca en reposo durante 1 minuto.
- ♦ Mida la frecuencia cardíaca durante 3 minutos de ejercicio.
- ♦ Mida la frecuencia cardíaca de recuperación durante 2 minutos después del ejercicio.

Nota: Esta actividad es más sencilla de realizar si una persona se encarga de registrar los datos y de controlar el tiempo mientras que otra se somete a la medición.

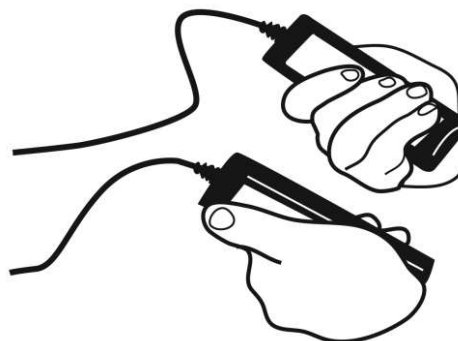
Nota: Una vez que comience con la recolección de datos, continúe recolectándolos hasta el final del experimento. No deje de recolectar datos a medida que cambia de actividad.

Nota: Durante la recolección de datos, solo se registrará 1 punto de datos cada 5 segundos.

4. ☐ ¿Cuál es el punto de datos que se utilizará como control en este experimento?

El control es la frecuencia cardíaca promedio en reposo.

5. ☐ Tome los sensores con empuñaduras con ambas manos. Recuérdele a la persona que monitoreará que se relaje, que permanezca lo más quieta posible y que no observe los datos mientras se registran.



6. ☐ Comience con la recolección de datos.
7. ☐ Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.

8. ☐ Describa su gráfico para los primeros 60 segundos.

El gráfico debe contar con lecturas medianamente estables de entre 60 y 80 lpm.

9. ☐ Después de 1 minuto, la persona que se somete a la medición se levanta y corre en el lugar durante 3 minutos mientras continúa la recolección de datos.

10. ☐ Describa su gráfico para este intervalo de 180 segundos.

La respuesta variará en función del estado físico. Un aumento probable sería a entre 110 y 120 lpm.

11. ☐ Después del ejercicio, la persona que se somete a la medición se sienta durante 2 minutos mientras continúa la recolección de datos.

12. ☐ ¿Cuál es la unidad de medida en la que se registran sus datos?

Latidos por minuto (lpm)

Ejercicio y Frecuencia Cardíaca

13. ☐ Recuérdele a la persona que monitoreará que se relaje, que permanezca lo más quieta posible y que no observe los datos mientras se registran.
14. ☐ Describa su gráfico para este intervalo de 120 segundos.
La respuesta variará en función del estado físico. Una disminución probable sería a entre 80 y 90 lpm.
15. ☐ Continúe recolectando datos hasta que la frecuencia cardíaca del sujeto de prueba regrese a la frecuencia cardíaca inicial en reposo de esa persona.
16. ☐ Si los resultados no son satisfactorios, repita el procedimiento para una segunda prueba.
17. ☐ Detenga la recolección de datos.
18. ☐ Si el tiempo lo permite, cambie de roles y repita el procedimiento para poder monitorear a otra persona de su grupo.
19. ☐ Guarde su experimento y limpie conforme a las instrucciones del docente.

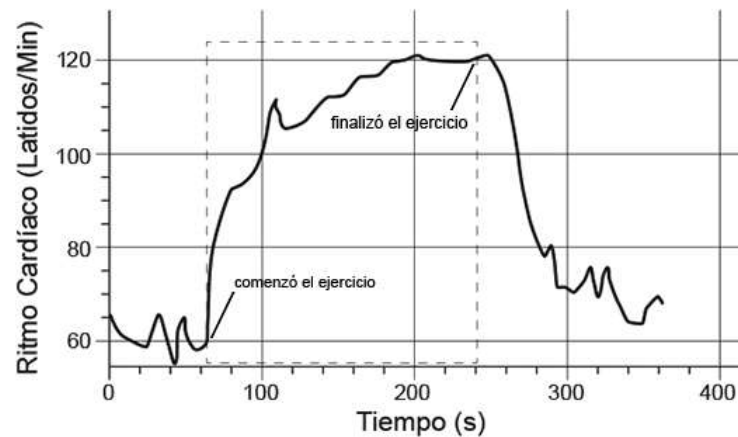
Análisis de Datos

1. ☐ Mediante las herramientas disponibles en su sistema de recolección de datos, determine su frecuencia cardíaca promedio en reposo y su frecuencia cardíaca promedio durante el ejercicio, y su tiempo de recuperación de su frecuencia cardíaca. Registre estos datos en la Tabla 1.

Tabla 1: Frecuencia cardíaca en reposo y durante el ejercicio más tiempo de recuperación

Elemento	Valor
Frecuencia cardíaca en reposo (promedio)	67 lpm
Frecuencia cardíaca durante el ejercicio (máxima)	109 lpm
Tiempo de recuperación (tiempo transcurrido desde el final del ejercicio hasta la frecuencia cardíaca inicial en reposo)	3,5 minutos

2. ☐ Realice un bosquejo de sus datos para comparar la Frecuencia cardíaca frente al Tiempo. Asigne una etiqueta a cada uno de los puntos en los que el ejercicio comenzó y se detuvo.



Nota: Utilice una herramienta para graficar a fin de determinar la frecuencia cardíaca promedio durante el ejercicio (109 lpm).

Preguntas de Análisis

1. ¿Cómo se compara la frecuencia cardíaca durante el ejercicio con la frecuencia cardíaca en reposo?

Las respuestas variarán. La frecuencia cardíaca durante este ejercicio puede ser superior en aproximadamente un tercio a la frecuencia cardíaca en reposo.

2. ¿Cómo se compara la frecuencia cardíaca después del período de recuperación designado de 2 minutos con la frecuencia cardíaca en reposo?

En teoría, la frecuencia cardíaca comenzará a retornar a la frecuencia cardíaca en reposo dentro de algunos minutos durante el período de recuperación. Sin embargo, la frecuencia cardíaca de recuperación a solo 2 minutos después del ejercicio es generalmente superior que la frecuencia cardíaca en reposo.

3. Antes, durante y después del ejercicio, ¿cómo se compara la frecuencia cardíaca de los hombres y las mujeres?

Las respuestas variarán.

4. ¿Cómo se compara el cambio en la frecuencia cardíaca de personas que tienden a realizar actividad física con el de las personas que llevan un estilo de vida más sedentario?

Al realizar el mismo nivel de actividad, las personas que realizan actividad física deben experimentar menores cambios en la frecuencia cardíaca que aquellos más sedentarios.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. Calcule su propia frecuencia cardíaca durante el ejercicio (esperada).

- ♦ Calcule su frecuencia cardíaca máxima estimada:
 $220 - (\text{su edad}) = \underline{\hspace{2cm}}$
- ♦ Utilizando su frecuencia cardíaca máxima estimada, multiplíquela por 0,5 para determinar el límite inferior de su rango esperado de frecuencia cardíaca: $\underline{\hspace{2cm}}$
- ♦ Multiplíquela por 0,85 para determinar el límite superior: $\underline{\hspace{2cm}}$

2. ¿De qué forma se relacionan los datos recolectados con el estado físico? ¿Se encuentra dentro del rango esperado de frecuencia cardíaca que calculó? Explique.

Las respuestas variarán. En función del estado físico, los alumnos podrían tener que ejercitarse de forma más enérgica o hasta un máximo de 20 minutos para lograr estos valores. Otros alumnos podrían llegar rápidamente a su rango esperado de frecuencia cardíaca y algunos otros podrían superarlo, lo cual indica que podrían tener que ejercitarse de forma más moderada.

3. ¿Por qué motivo un atleta debe ejercitarse durante más tiempo o de forma más enérgica para llegar a una frecuencia cardíaca máxima en comparación con una persona con un estado físico no tan bueno?

Un cuerpo en buena condición física puede responder de forma más eficiente y eficaz a mayores demandas que un cuerpo con un estado físico no tan bueno.

4. Utilizando su frecuencia cardíaca en reposo, calcule los latidos de un período de vida de 80 años:

• Latidos/minuto =	<u>70</u>	(gasto cardíaco)
• Latidos/hora =	<u>$70 \times 60 = 4200$</u>	
• Latidos/día =	<u>$4200 \times 24 = 100\ 800$</u>	
• Latidos/año =	<u>$100\ 800 \times 365 = 36\ 792\ 000$</u>	
• Latidos/vida =	<u>$36\ 792\ 000 \times 80 = 2\ 943\ 360\ 000$</u>	

Preguntas de Elección Múltiple

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

1. El límite superior de la frecuencia cardíaca esperada, en latidos por minuto, es del 85% de la frecuencia cardíaca máxima teórica. La frecuencia cardíaca máxima puede estimarse al restar a 220 la edad de una persona, en años. ¿Cuál es el límite superior de la frecuencia cardíaca esperada de una persona de 26 años, redondeándola al número entero más cercano?

- A.** 134
- B.** 155
- C.** 165
- D.** 194.

2. ¿Cuál de los siguientes factores podría provocar un aumento en la frecuencia cardíaca promedio en reposo?

- A.** La edad
- B.** El estrés
- C.** Los medicamentos
- D.** Todos los anteriores

3. ¿Cómo podría predecir la frecuencia cardíaca máxima?

- A.** 220 menos la edad de una persona
- B.** 220 veces la intensidad porcentual
- C.** 220 menos la frecuencia cardíaca de reserva
- D.** Ninguna de las anteriores

4. En reposo, la frecuencia cardíaca promedio de una mujer es de aproximadamente:

- A.** 120, por encima de 80
- B.** 120
- C.** 75
- D.** Ninguna de las anteriores

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 frecuencia cardíaca máxima se relaciona con su edad. A medida que envejecemos, nuestra frecuencia cardíaca máxima tiende a ser menor. Para calcular la frecuencia cardíaca máxima, réstele a **220** la edad de la persona.
2. El **rango esperado de frecuencia cardíaca** es la cantidad de latidos por minuto (lpm) que produce el mayor beneficio de salud durante el ejercicio aeróbico. Para la mayoría de las personas sanas, este valor oscila entre el **50** y el **85** por ciento de la frecuencia cardíaca máxima. Entonces, si su frecuencia cardíaca máxima estimada es de 180 lpm, el valor más bajo del rango sería **90** lpm y el más alto **153** lpm.
3. La **frecuencia cardíaca** es un término que se utiliza para describir la frecuencia del ciclo cardíaco. Generalmente, se calcula como la cantidad de **contracciones (latidos) del corazón en un minuto**. Por lo tanto, la frecuencia cardíaca se expresa habitualmente en latidos por minuto. En reposo, el corazón humano de un adulto promedio late a aproximadamente **70** lpm (hombres) y **75** lpm (mujeres), si bien este índice varía en función de la persona. El valor de referencia para la frecuencia cardíaca en reposo oscila entre los 60 y los 100 lpm. El **pulso** es una forma de medir la frecuencia cardíaca.

Otras Sugerencias de Investigación

Compare las frecuencias cardíacas de diferentes especies de animales y determine si existe una relación entre la frecuencia cardíaca y el tamaño del animal.

Investigue la longevidad de diferentes animales y compare esta información con sus frecuencias cardíacas. ¿Existe una relación entre el ciclo vital de un animal y su frecuencia cardíaca?

Diseñe un experimento para probar los efectos de la cafeína sobre la frecuencia cardíaca (participantes que toman café, té o Coca-Cola).

Desafíe a los alumnos a desarrollar un programa de ejercicios/actividades y tabular estas actividades, incluidos el tipo de ejercicio y la duración. Sugiera un objetivo de al menos 30 minutos de actividad aeróbica entre tres y cuatro veces por semana. Después de varias semanas, pídale a los alumnos que vuelvan a evaluar su frecuencia cardíaca esperada.

Fatiga Muscular

Objetivos

Los alumnos determinan su fuerza de prensión y comparan la fatiga muscular de los músculos de la mano provocada por el ejercicio isotónico ("misma tensión") y el ejercicio isométrico ("misma longitud"). Como parte de este proceso, harán lo siguiente:

- ♦ Investigar la pérdida de fuerza a medida que se desarrolla la fatiga muscular durante una contracción isotónica sostenida. Las contracciones isotónicas se producen al levantar objetos pesados.
- ♦ Investigar la pérdida de fuerza a medida que se desarrolla la fatiga muscular durante una contracción isométrica sostenida. Las contracciones isométricas se producen cuando el músculo no puede acortarse.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos ejercitan los músculos de la mano de dos formas diferentes y después de cada tipo de contracción muscular miden la fuerza de prensión de la mano con un sensor:

- ♦ Medir el cambio en la fuerza que se ejerce al agarrar el sensor antes y después de realizar contracciones musculares (isotónicas e isométricas) cronometradas.
- ♦ Comparar las fuerzas medidas para determinar si los músculos se han fatigado de diferente forma debido a los dos tipos de contracción muscular.
- ♦ Comparar las fuerzas medidas para determinar si existe una diferencia en la forma en que se ha fatigado la mano dominante y la no dominante.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	10 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	30 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	50 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- ♦ Sistema de recolección de datos
- ♦ Sensor de fuerza
- ♦ Temporizador (cronómetro o equivalente)
- ♦ Pelota de goma, pelota de tenis o equivalente (de aproximadamente 7 cm de diámetro)

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Las células musculares, al igual que todas las células, necesitan oxígeno y energía para funcionar correctamente.
- ♦ Los músculos realizan distintos tipos de tareas, incluidas la actividad isotónica y la isométrica.

Antecedentes

Todos conocemos la imagen de un cuerpo musculoso con los músculos que los fisicoculturistas buscan perfeccionar, pero hay muchos músculos que no podemos ver. Los músculos cardíacos (del corazón), al igual que las fibras musculares esqueléticas, son estriados. Sin embargo, estos músculos se controlan de forma involuntaria, es decir que no existe un control consciente por parte de la persona.

Los músculos lisos también son músculos involuntarios y están regulados por el sistema nervioso autónomo. Se ubican en las paredes de los órganos internos, incluidos los bronquios de los pulmones, la vejiga, el estómago, las paredes de los vasos sanguíneos, el iris y el útero.

Al igual que la mayoría de las funciones que tienen lugar dentro del cuerpo humano, la contracción muscular requiere energía. La energía para mover los músculos proviene de la molécula ATP (trifosfato de adenosina). La energía se libera cuando el ATP se hidroliza para formar difosfato de adenosina (ADP) y un ion fosfato (Pi): $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{Pi}^+$

Los músculos se organizan en unidades motoras que se componen de un nervio y las uniones neuromusculares que conectan al nervio con las células musculares. Esta organización permite que una sola célula nerviosa emita una señal a todas las células musculares dentro de esa unidad, lo cual produce una contracción simultánea de la unidad.

Un solo impulso nervioso produce un tirón muscular; el músculo recibe un estímulo y luego se relaja antes de poder desarrollarse la máxima tensión. Si los impulsos continúan en sucesión, se produce un tirón más intenso, ya que el músculo no descansa completamente entre cada tirón. Sin las células musculares no tienen un período de descanso, se desarrolla una contracción muscular continua llamada "tétanos". En esta situación, los niveles de ATP disminuyen y se produce fatiga muscular.

Un aumento en el entrenamiento muscular enérgico puede provocar un aumento en la masa muscular al incrementar el tamaño de las fibras. El entrenamiento de resistencia también puede aumentar la cantidad de fibras. Por tal motivo, los ejercicios isotónicos e isométricos pueden influir significativamente sobre la masa muscular.

El ejercicio sostenido puede agotar los niveles de oxígeno, lo cual resulta en una acumulación de ácido láctico. Los factores que provocan fatiga pueden ser resultado de un nivel elevado de ácido láctico en las fibras musculares. La gente asocia al ácido láctico con el dolor muscular, los calambres y la fatiga. Sin embargo, el ácido láctico contribuye a la producción de energía durante la actividad muscular. El ácido láctico ayuda en la utilización de carbohidratos y es una fuente de energía para la producción de glucosa y glucógeno en el hígado, especialmente durante períodos de estrés.

El ácido láctico comienza a formarse una vez que una persona supera su umbral anaeróbico. Generalmente, esta intensidad representa entre el 85% y el 90% de la frecuencia cardíaca máxima de una persona. Cuando se normalizan los niveles de oxígeno, el ácido láctico se convierte rápidamente en ácido pirúvico y, en última instancia, en dióxido de carbono, agua y

ATP. El objetivo durante el acondicionamiento con ejercicios es mejorar la tolerancia al ácido láctico al mejorar el suministro de oxígeno a las células musculares e incrementar nuestro nivel de rendimiento.

Ejercicio isométrico

En el ejercicio isométrico, los músculos se contraen pero las articulaciones no se mueven, de forma tal que las fibras musculares mantienen una longitud constante. Generalmente, los ejercicios se realizan contra una superficie inmóvil, como por ejemplo, al presionar la palma de la mano contra una pared.

El entrenamiento isométrico resulta eficaz para desarrollar la fuerza de un músculo o grupo muscular en particular. A menudo se utiliza para rehabilitación porque puede aislarse el área exacta en donde se presenta debilidad muscular y pueden administrarse ejercicios de fortalecimiento en el ángulo articular adecuado. El entrenamiento de fuerza isométrica no es ideal para el entrenamiento deportivo, el cual requiere acción muscular dinámica en lugar de estática. Sin embargo, para este tipo de ejercicios no se necesitan equipos especiales y hay pocas probabilidades de sufrir lesiones.

El ejercicio isométrico de esta actividad consiste en apretar los lados del sensor de fuerza durante 60 segundos.

Ejercicio isotónico

En el ejercicio isotónico, se mueve una parte del cuerpo y el músculo se acorta o se alarga. Si bien los abdominales, las flexiones de brazos y las dominadas son ejercicios isotónicos, levantar pesos libres, tales como mancuernas y halteras, se considera el ejercicio isotónico clásico.

El ejercicio isotónico de esta actividad consiste en apretar una pelota de tenis a una velocidad moderada durante 60 segundos.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Fomente el interés de los alumnos con las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo se comparará su fuerza de prensión después de 1 minuto de ejercicio isotónico (apretar y soltar de forma repetida con la misma tensión) con su fuerza de prensión después de 1 minuto de ejercicio isométrico (apretar de forma continua contra un objeto inerte)?

En la mayoría de los casos, la disminución en la fuerza de prensión debe ser mayor con los ejercicios isométricos.

2. ¿Cómo se comparará la fuerza de prensión de la mano dominante después del ejercicio con la fuerza de prensión de la mano no dominante después del ejercicio?

En la mayoría de los casos, la disminución en la fuerza de prensión debe ser mayor en la mano no dominante.

Preparación del Laboratorio

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

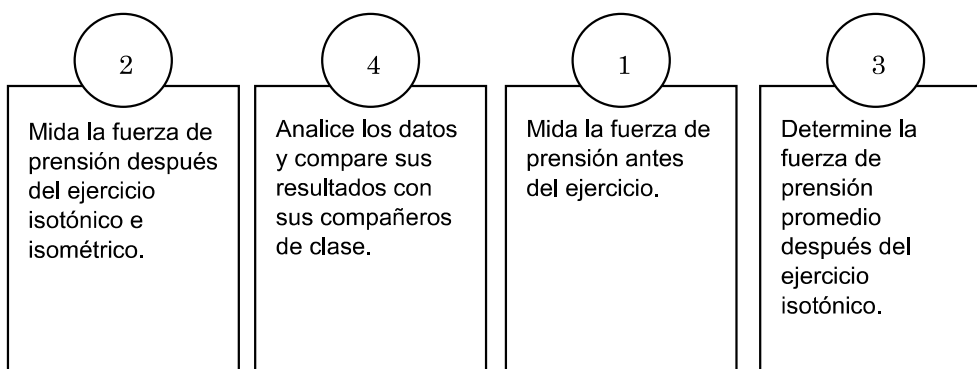
Seguridad

Incorpore esta precaución importante de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ Detenga la actividad de recolección de datos si la acción de apretar se torna dolorosa o particularmente incómoda.

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.



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. ☐ Comience un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
2. ☐ Conecte el sensor de fuerza al sistema de recolección de datos.
3. ☐ Dibuje un gráfico en el que compare la Fuerza en el eje Y frente al Tiempo en el eje X.
4. ☐ Atornille el recubrimiento de goma a la parte frontal del sensor de fuerza.

Parte 1: Antes del ejercicio (control)

Recolecte los Datos

5. ☐ ¿Cuál es su mano dominante?

Izquierda o derecha; las respuestas variarán.

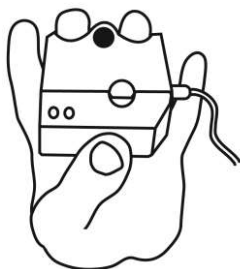
6. ☐ Coloque los dedos mayor y anular de su mano dominante en los orificios que se encuentran para tal fin en el extremo del sensor de fuerza.
7. ☐ Presione el botón "cero" del sensor de fuerza.
8. ☐ Coloque el pulgar en el recubrimiento de goma.
9. ☐ ¿Por qué es necesario pulsar el cero en el sensor de fuerza?

Esto reinicia el sensor en cero.

10. ☐ Comience con la recolección de datos. Intente mantener una fuerza de 40 N durante los 60 segundos. Si 40 N es una fuerza demasiado difícil de mantener, aplique una fuerza menor (de 30 N, por ejemplo) durante todo el experimento.

Nota: En esta prueba, permita que el sujeto observe la pantalla para intentar mantener la fuerza de 40 N.

Nota: No apriete con el dedo índice ni con el meñique; apriete solo con el pulgar sobre el recubrimiento de goma y los dos dedos del medio que se encuentran en los orificios del sensor.



Apriete el sensor de fuerza

11. ☐ Ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.
12. ☐ Detenga la recolección de datos después de 60 segundos.
13. ☐ Asigne el nombre "Dominante" a la serie de datos 1.
14. ☐ ¿Cuál es su mano no dominante?
Izquierda o derecha; las respuestas variarán.
15. ☐ Cambie a su mano no dominante y repita los pasos anteriores.
16. ☐ Asigne el nombre "No dominante" a la serie de datos 2.
17. ☐ Guarde esta parte del experimento.

- 18.** ☐ ¿Cuál es el propósito experimental de medir la fuerza de prensión antes del ejercicio?

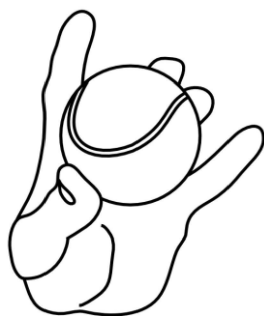
Esto sirve como un control, un estándar de comparación.

Parte 2: Después del ejercicio isotónico

- 19.** ☐ Mencione un ejemplo de ejercicio isotónico.

Levantar una haltera u otro objeto pesado.

- 20.** ☐ Agarre una pelota de tenis entre el dedo mayor, el dedo anular y el pulgar de su mano dominante.



Ejercicio isotónico

- 21.** ☐ Después del ejercicio isotónico, ¿su fuerza de prensión seguirá siendo la misma, disminuirá o aumentará?

Generalmente, la fuerza de prensión disminuirá.

- 22.** ☐ Apriete y suelte cada 2 a 4 segundos con el pulgar y los dos dedos del medio. Realice este ejercicio durante 60 segundos; intente volver a aplicar el mismo nivel de fuerza. No apriete con el dedo índice ni con el meñique.

Nota: Aún no se recolectan datos.

- 23.** ☐ Después de los 60 segundos, coloque rápidamente los dos dedos del medio de su mano dominante en los orificios que se encuentran para tal fin en el extremo del sensor de fuerza. Al igual que antes, presione el botón "cero" del sensor de fuerza y luego coloque el pulgar sobre el recubrimiento de goma.

Nota: En esta prueba, no observe el gráfico. Intente mantener una fuerza de 40 N (o la misma fuerza que utilizó anteriormente) durante todo el período de tiempo.

Nota: No apriete con el dedo índice ni con el meñique; apriete solo con el pulgar y los dos dedos del medio.

- 24.** ☐ Comience la recolección de datos y ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos.

- 25.** ☐ Mientras recolecta los datos, sin mirar la pantalla, apriete con el pulgar y los dos dedos del medio durante 60 segundos e intente mantener una fuerza constante de 40 N.

- 26.** ☐ Detenga la recolección de datos después de 60 segundos.

- 27.** ☐ Asigne el nombre "Isotónico dominante" a la serie de datos 3.
- 28.** ☐ Cambie a su mano no dominante y repita el mismo procedimiento.
- 29.** ☐ Asigne el nombre "Isotónico no dominante" a la serie de datos 4.
- 30.** ☐ Guarde esta parte del experimento.
- 31.** ☐ ¿Su predicción fue correcta? ¿Qué sucedió con su fuerza de prensión después de 60 segundos?

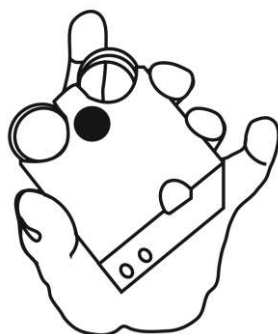
Generalmente, la fuerza de prensión disminuirá en comparación con el ejercicio de control.

Parte 3: Después del ejercicio isométrico

- 32.** ☐ Mencione un ejemplo de ejercicio isométrico.

Empujar contra una pared u otro objeto inmóvil.

- 33.** ☐ Agarre los lados del sensor de fuerza entre el dedo mayor, el dedo anular y el pulgar de su mano dominante. No los coloque en los orificios para los dedos ni sobre el recubrimiento de goma como lo hizo anteriormente.



Ejercicio isométrico

- 34.** ☐ ¿En qué difiere el ejercicio isométrico del ejercicio isotónico?

Las respuestas pueden variar. El ejercicio isométrico significa que los músculos en contracción no se mueven. No se alargan ni se acortan.

- 35.** ☐ Después del ejercicio isométrico, ¿su fuerza de prensión seguirá siendo la misma, disminuirá o aumentará?

Generalmente, la fuerza de prensión disminuirá.

- 36.** ☐ Apriete con el pulgar y los dos dedos del medio durante 60 segundos e intente mantener una fuerza constante de 40 N. No apriete con el dedo índice ni con el meñique para "ayudarse" a apretar.

Nota: Aún no se recolectan datos.

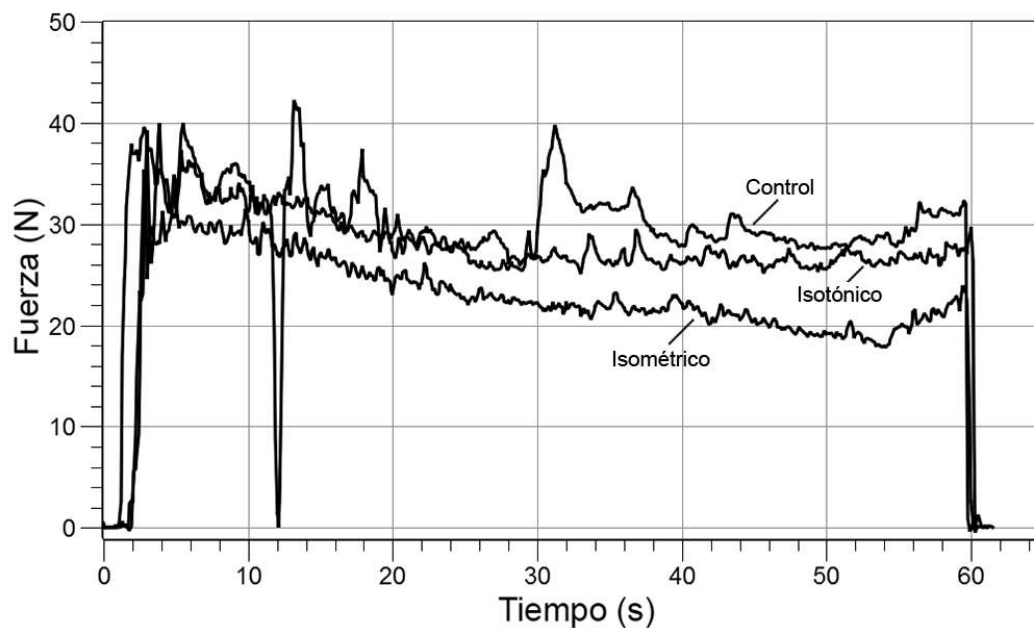
- 37.** ☐ Después de los 60 segundos, coloque rápidamente los dos dedos del medio de su mano dominante en los orificios que se encuentran para tal fin en el extremo del sensor de fuerza. Al igual que antes, presione el botón "cero" del sensor de fuerza y luego coloque el pulgar sobre el recubrimiento de goma.
- 38.** ☐ Comience la recolección de datos y ajuste la escala del gráfico para mostrar todos los datos. Para recolectar los datos, esta vez sin mirar la pantalla, apriete con el pulgar y los dos dedos del medio durante 60 segundos e intente mantener una fuerza constante de 40 N. No apriete con el dedo índice ni con el meñique.
- 39.** ☐ Detenga la recolección de datos después de 60 segundos.
- 40.** ☐ Asigne el nombre "Isométrico dominante" a la serie de datos 5.
- 41.** ☐ Cambie a su mano no dominante y repita el mismo procedimiento.
- 42.** ☐ Asigne el nombre "Isométrico no dominante" a la serie de datos 6.
- 43.** ☐ ¿Su predicción fue correcta? ¿Qué sucedió con su fuerza de prensión después de 60 segundos?

Generalmente, la fuerza de prensión disminuirá en comparación con su ejercicio de control.

- 44.** ☐ Guarde su experimento y limpie conforme a las instrucciones del docente.

Análisis de Datos

1. ☐ Realice un bosquejo de las 3 series de datos para comparar la Fuerza frente al Tiempo para la mano dominante. Asigne una etiqueta al gráfico en general, al eje X, al eje Y e incluya unidades en los ejes.



2. ☐ Realice un bosquejo de las 3 series de datos para comparar la Fuerza frente al Tiempo para la mano no dominante. Asigne una etiqueta al gráfico en general, al eje X, al eje Y e incluya unidades en los ejes.

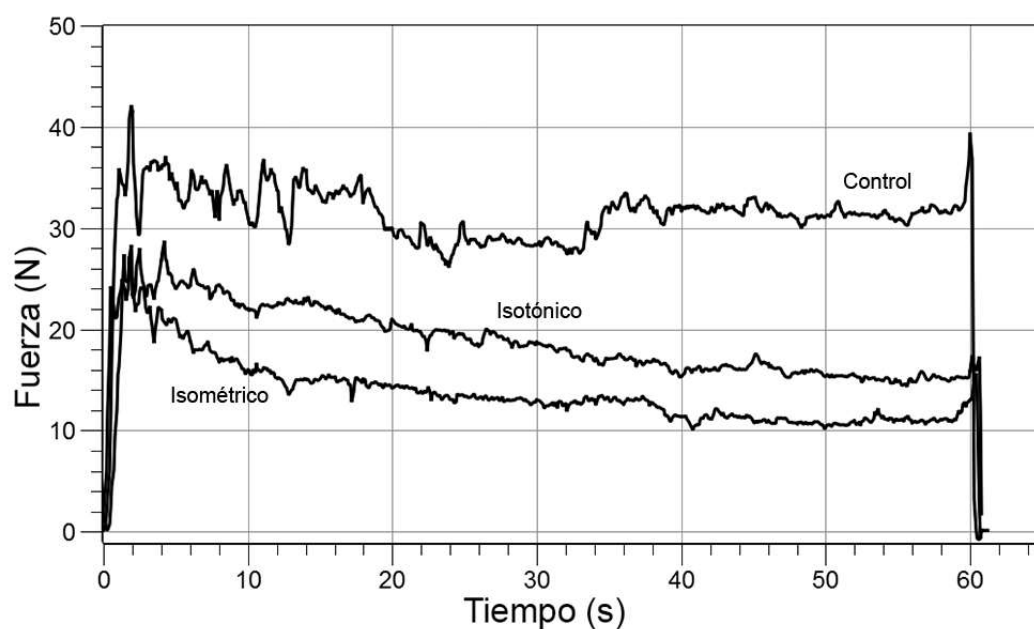


Tabla 1: Fuerza inicial, final y promedio con la mano dominante

Serie	Fuerza de prensión: mano dominante	Fuerza inicial (N)	Fuerza final (N)	Fuerza promedio (N)
1	Antes del ejercicio, mano dominante	41	38	40,1
3	Después del ejercicio isotónico, mano dominante	42	34	39,6
5	Después del ejercicio isométrico, mano dominante	44	31	40,6

Tabla 2: Fuerza inicial, final y promedio con la mano no dominante

Serie	Fuerza de prensión: mano no dominante	Fuerza inicial	Fuerza final	Fuerza promedio
2	Antes del ejercicio, mano no dominante	42	37	39,4
4	Después del ejercicio isotónico, mano no dominante	46	30	37,6
6	Después del ejercicio isométrico, mano no dominante	55	25	32,5

Preguntas de Análisis

1. ¿Qué sucedió con su fuerza de prensión después del ejercicio?

La fuerza de prensión disminuyó con el tiempo después del ejercicio en comparación con la fuerza de prensión antes del ejercicio.

2. ¿Cómo cambió su fuerza de prensión al realizar el ejercicio isotónico en comparación con el ejercicio isométrico?

La fuerza de prensión disminuyó más rápidamente durante el ejercicio isométrico en comparación con el ejercicio isotónico.

3. ¿Hubo alguna diferencia entre los resultados de la mano dominante y de la no dominante después de 60 segundos? Explique.

Sí. La mano no dominante mostró una disminución más rápida de la fuerza que la mano dominante.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. Describa una actividad en la que el cuerpo pierda la capacidad de suministrar una cantidad de oxígeno adecuada a los músculos.

Por ejemplo, perdemos esa capacidad si corremos muy rápido durante un tiempo prolongado.

2. Otro término para "sin oxígeno" es "anaeróbico". Durante este ciclo de falta de oxígeno, ¿qué producto se acumula en los tejidos musculares? ¿Qué les sucede a los músculos con la acumulación de este producto?

Se genera ácido láctico. Se siente como si los músculos "ardieran".

3. ¿Piensa que los músculos que se utilizan con frecuencia se cansarían más rápido o más lento que los que no se utilizan tanto? Explique.

Los músculos que se utilizan con frecuencia se cansarían más lento. Estos músculos se agrandan y tienen más energía de reserva.

Preguntas de Elección Múltiple

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

1. ¿Qué tipo de contracción muscular no implica el acortamiento o alargamiento del músculo?

- A.** Fatiga
- B.** Isotónica
- C.** Isométrica
- D.** Isométrica e isotónica

2. ¿Qué término se refiere a la mayor capacidad que un músculo puede lograr y es directamente proporcional al tamaño del músculo?

- A.** Potencia
- B.** Resistencia
- C.** Fuerza
- D.** Rendimiento

3. ¿Qué tipo de contracción muscular se produce al levantar objetos pesados?

- A.** Isotónica
- B.** Isométrica
- C.** Isométrica e isotónica
- D.** Involuntaria

4. ¿Qué ácido común se forma cuando los músculos superan su umbral anaeróbico?

- A.** Ácido láctico
- B.** Ácido acético
- C.** Ácido cítrico
- D.** ATP

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. Los músculos activos necesitan energía y, por lo tanto, requieren un suministro constante de **oxígeno** y nutrientes. Para obtener energía, los músculos dependen de **la glucosa** del torrente sanguíneo, el glucógeno almacenado en las fibras musculares o las moléculas de grasa durante el ejercicio prolongado y enérgico. Cuando la disponibilidad energética no logra cumplir con las demandas del músculo, este perderá su capacidad fisiológica de **contraerse** de forma controlada debido a una escasez de ATP. Si bien el músculo aún podrá recibir la estimulación nerviosa para moverse, se producirá **la fatiga muscular**.
2. La contracción **isométrica** es aquella en la que el músculo está activado, pero en lugar de poder alargarse o acortarse, mantiene un/una **longitud constante**. Un ejemplo de contracción isométrica sería cargar un objeto pesado por delante de usted.
3. Todos los ejercicios que implican levantar peso requieren contracciones **isotónicas**. Esto sucede cuando el músculo **se acorta** al **contraerse**. Un ejemplo de contracción isotónica puede observarse al flexionar el músculo bíceps.

Otras Sugerencias de Investigación

Pídales a los alumnos que repitan el experimento después de sumergir las manos en agua helada durante un tiempo determinado.

Compile los datos agrupados de la clase y compare los resultados de los hombres con los de las mujeres.

Diseñe un experimento que incorpore otros factores que puedan alterar el índice de fatiga muscular (por ejemplo, velocidad de movimiento, rango de movimiento, peso de la carga, posición corporal o estado físico).