

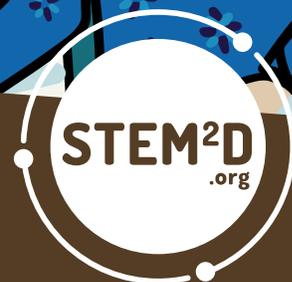
DR. DREW, DENSIDAD Y DIFUSIÓN:

DR. CHARLES RICHARD DREW

*DAR VIDA MEDIANTE LA INVESTIGACIÓN
HEMATOLÓGICA*

Temas de STEM²D:
Ciencia, matemáticas

Público objetivo:
Estudiantes de entre 8 y 14 años





DR. DREW, DENSIDAD Y DIFUSIÓN: Dr. Charles Richard Drew, dar vida mediante la investigación hematológica es parte de la serie de actividades del estudiante de STEM2D.

El contenido fue desarrollado por el Museo Nacional de Historia y Cultura Afroamericana, el Departamento de Educación, la Unidad de Enseñanza y Aprendizaje y con el generoso apoyo de The Dow Chemical Company.

El Centro Smithsoniano de Educación Científica elaboró el diseño como parte de la iniciativa WiSTEM²D (Women in Science, Technology, Engineering, Mathematics, Manufacturing, and Design; Mujeres en la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas, la fabricación y el diseño) de Johnson & Johnson, mediante una plantilla proporcionada por FHI 360 y JA Worldwide. Esta serie incluye un conjunto de actividades prácticas, interactivas y divertidas para niñas (y niños) de entre 5 y 18 años en todo el mundo.

© 2020 Instituto Smithsonian

Todos los derechos reservados. Primera edición de 2019.

Aviso de derechos de autor

Ninguna parte de este módulo, ni los trabajos derivados del mismo, se puede utilizar, compartir ni reproducir para ningún propósito, excepto para un uso legítimo, sin debida atribución y autorización por escrito del Centro Smithsoniano de Educación Científica y el Museo Nacional de Historia y Cultura Afroamericana.

Diseño e ilustraciones de Sofía Elían

DR. CHARLES RICHARD DREW

DAR VIDA MEDIANTE LA INVESTIGACIÓN HEMATOLÓGICA

INFORMACIÓN GENERAL

El Dr. Charles Drew fue un médico afroamericano e investigador de la transfusión de sangre a principios del siglo XX. Su investigación estableció las bases para los bancos de sangre modernos con la creación de técnicas de extracción y almacenamiento de sangre, muchas de las cuales aún se utilizan actualmente. A través de una serie de lecciones, los participantes repasarán la historia del Dr. Drew como médico e investigador afroamericano a principios del siglo XX mediante actividades sobre densidad, difusión y los sistemas circulatorio y respiratorio. Queremos que los estudiantes aprecien las contribuciones del Dr. Drew y comprendan los principios STEM detrás de su trabajo.



Galería Nacional de Retratos, Instituto Smithsonian; obsequio de la Fundación Harmon

DR. DREW, DENSIDAD Y DIFUSIÓN: Conexión de los sistemas circulatorio y respiratorio

Actividad introductoria

(si el tiempo lo permite, de lo contrario pasar a la Actividad 1)

Temas: ciencia, matemáticas

Público objetivo: estudiantes de entre 8 y 14 años

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Esta actividad presentará a tus estudiantes los sistemas circulatorio y respiratorio y las conexiones entre ellos. Antes de comenzar esta actividad con tus estudiantes, averigua qué saben sobre los sistemas circulatorio y respiratorio con preguntas como “¿por qué respiramos?” y “¿por qué late nuestro corazón?”. Durante la actividad, habrá oportunidades para que los estudiantes compartan sus predicciones y el razonamiento detrás de ellas sobre lo que creen que sucederá después de realizar diferentes actividades.



TIEMPO ESTIMADO:

Por lo general, esta sesión tarda 20 minutos en completarse.

DESCUBRIMIENTOS DE LOS ESTUDIANTES

Los estudiantes:

- Identificarán la naturaleza interconectada de los sistemas circulatorio y respiratorio
- Participarán en una experiencia de aprendizaje en equipo
- Descubrirán cómo las áreas STEM²D (ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas, fabricación y diseño) se utilizan para comprender el cuerpo humano y el sistema circulatorio y respiratorio
- Desarrollarán habilidades STEM²D importantes, como medición, toma de decisiones y resolución de problemas

PREPARACIÓN

Materiales: preparación de materiales sugeridos antes de la actividad con los estudiantes.

- Lista de verificación del monitor de la actividad
- Formulario Contar mi historia
- PowerPoint: Dr. Drew, densidad y difusión
- 1 banda elástica pequeña (opcional) por estudiante
- Temporizador/reloj/teléfono celular por estudiante

Costo estimado de los materiales:



Los monitores de la actividad deben pensar gastar menos de USD 0,10 por estudiante (USD 3,00 por clase) en materiales cuando completen esta actividad con 24 estudiantes.

PREPARACIÓN DEL MONITOR DE LA ACTIVIDAD

1. Lee **Spark WiSTEM²D**. Esta es una lectura esencial para todos los voluntarios interesados en trabajar con jóvenes, ya que proporciona conocimiento previo importante sobre STEM²D y sobre estrategias para involucrar a las estudiantes, además de consejos para trabajar con grupos de estudiantes. Descárgalo en STEM²D.org
2. Revisa la **Lista de verificación del monitor de la actividad** para obtener detalles y pasos específicos de la planificación y preparación para implementar esta actividad.
3. Consulta la Descripción general de las **actividades de STEM²D para estudiantes** a fin de obtener información adicional.
4. Dedicar tiempo a experimentar con las actividades de esta guía para comprender mejor los desafíos que enfrentan los estudiantes.

Bienvenida y presentaciones (15 minutos)

- Saluda a los estudiantes.
- Diles tu nombre y tu organización o empresa. Cuéntales sobre tu trayectoria profesional y educativa. Utiliza el formulario **Contar mi historia** como base para tus comentarios. Prepárate para describir tu trabajo o un día típico y proporciona información sobre tu experiencia, como los siguientes temas:
 - Tu educación: enfócate en tus clases y cursos de secundaria y posteriores
 - Proyectos de trabajo actuales
 - Intereses y pasatiempos
 - Por qué te encanta STEM²D y cómo se relaciona con tu trabajo.
- Pídeles a los estudiantes o a los voluntarios que ayudan hoy que se presenten.
- Utiliza los iniciadores de conversación para obtener más información sobre los estudiantes y sus intereses.
- Analiza las oportunidades que existen en la comunidad local para ayudar a los estudiantes a desarrollar sus intereses y experiencias personales.
- Coméntales a los estudiantes que tu carrera es solo una de las muchas carreras disponibles en STEM²D: ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas, fabricación y diseño.
- Explícales que las carreras de STEM²D son carreras de alta demanda y crecimiento y que se anticipa que permanecerán en demanda durante los próximos 10 años.
- Algunas carreras de STEM²D no requieren un título universitario y ofrecen a los jóvenes oportunidades emocionantes y bien remuneradas. Enfatiza la importancia de adquirir habilidades matemáticas y prácticas de ingeniería para tener éxito en cualquier carrera de STEM²D.

INICIADORES DE CONVERSACIÓN: PLANIFICACIÓN PROFESIONAL

- Cuando piensas en tu futuro, ¿qué es lo que más te entusiasma?
- ¿Te ves trabajando con otros, para una empresa grande, con amigos, para ti mismo? ¿Por qué?
- ¿Cómo es tu día laboral perfecto? ¿Estás al aire libre?
¿Trabajas solo o con otros? ¿Resuelves problemas?
¿Arreglas o construyes cosas?

INSTRUCCIONES PASO A PASO:

Medición de la frecuencia cardíaca en reposo

- Los estudiantes se sentarán quietos con un mínimo de movimiento durante 1 a 2 minutos.
- Luego, utilizarán los dedos índice y medio para encontrar el pulso en su muñeca.
- A continuación, contarán cuántas palpaciones sienten en un período de 10 segundos. (Utiliza un cronómetro o reloj con dos manecillas para una mayor precisión).
- Después de contar la cantidad de palpaciones, haz que multipliquen ese número por 6 para calcular sus frecuencias cardíacas en reposo durante un minuto.
- El número que calculan representa cuántas veces sus corazones laten en un minuto en reposo.

Aumento de la frecuencia cardíaca con el ejercicio

- Primero, pídeles a tus estudiantes que hagan una predicción sobre cuánto cambiarán sus frecuencias cardíacas después de 30 segundos de ejercicio. Pregúntales cuántos latidos cardíacos contarán en 10 segundos después de hacer saltos de tijera durante 30 segundos.
- Pídeles que encuentren un lugar en el que puedan abrir los brazos sin golpear a alguien.
- A continuación, pídeles que hagan saltos de tijera durante 30 segundos.
- Después de los saltos de tijera, haz que vuelvan a sus sillas y midan sus ritmos cardíacos durante 10 segundos, como lo hicieron antes. Recuerda que deben multiplicar ese número por 6 para averiguar su frecuencia cardíaca después de ejercitar.

Disminución de la frecuencia cardíaca con respiración profunda

- Haz que los estudiantes se sienten cómodamente en sus sillas.
- Explícales que utilizarán un ejercicio de respiración para alterar su frecuencia cardíaca.
- Pídeles que hagan una predicción sobre cuál será su frecuencia cardíaca después del ejercicio de respiración de un minuto.
- Pídeles que inspiren lentamente mientras cuentan hasta cuatro y que exhalen durante la misma cantidad de tiempo. Cuenta en voz alta, 1-2-3-4, 1-2-3-4 (repite por un minuto).
- Después de completar el minuto de respiración profunda, haz que vuelvan a medir sus frecuencias cardíacas.
- Los estudiantes deben medir el pulso con sus dos dedos durante 10 segundos, luego, multiplicarlo por 6.
- Pídeles que comparen sus números en reposo, sus predicciones de después de ejercitar, sus mediciones después de ejercitar, sus predicciones de después del ejercicio de respiración y sus mediciones después del ejercicio de respiración.

APRENDIZAJE AMPLIADO

Estas son algunas maneras de ampliar el aprendizaje:

1. Cuéntales que los atletas tienen frecuencias cardíacas más bajas. ¿Por qué sucede? Explica que el corazón es un músculo y que puede ejercitarse para volverlo más fuerte y eficiente.
2. Esta es una oportunidad para hablar sobre la presión arterial, los antecedentes familiares, las maneras de disminuir la presión arterial y para añadir un componente matemático a la lección. Indícales a los estudiantes la cantidad de latidos cardíacos y la vida promedio y pídeles que calculen la cantidad de latidos por día, hora, minuto, etc.
3. Esta es una oportunidad para que los estudiantes debatan sobre peso y tamaño y adivinen a qué animal pertenece el corazón de 181 kilogramos (400 libras).
4. Pregúntales a los estudiantes por qué creen que hay diferencias en el tamaño del corazón de los animales.
5. ¿Por qué multiplicamos por 6? ¿Cuáles son las ventajas/desventajas de medir durante 10 segundos en comparación con 60 segundos?
6. ¿Cuándo crees que tu frecuencia cardíaca está en su nivel más bajo en comparación con cuando está en su nivel más alto?
7. ¿Qué crees que puedes aprender sobre una persona examinando su frecuencia cardíaca?
8. ¿Qué crees que altera tu frecuencia cardíaca?

MODIFICACIONES DE LA ACTIVIDAD

Para estudiantes más jóvenes:

- En el caso de los estudiantes que puedan, pídeles que hagan un gráfico de sus frecuencias cardíacas. En el caso de los estudiantes que no pueden realizar gráficos, pídeles que clasifiquen u ordenen sus valores de frecuencia cardíaca con los signos $<$, $>$ e $=$.

Para estudiantes mayores:

- Pídeles a los estudiantes que realicen una investigación para proporcionar evidencia de que los seres vivos están formados por células utilizando microscopios o lupas. Hay portaobjetos para microscopio prefabricados con frotis de sangre que puedes pedir.
- Pídeles que hagan cálculos matemáticos para determinar cuántos latidos su corazón ha realizado hasta este punto en sus vidas o hasta un determinado punto en sus vidas. Esto requerirá habilidades básicas de multiplicación y división.
- Esta es una oportunidad para que los estudiantes realicen gráficos de la frecuencia cardíaca en reposo frente a la frecuencia cardíaca después de ejercitar y tal vez ver si pueden agrupar y comparar los datos. La comparación de datos puede ser absoluto relativo.

DR. DREW, DENSIDAD Y DIFUSIÓN: Torre de densidad

Actividad 1

Temas: ciencia, matemáticas

Público objetivo: estudiantes de entre 8 y 14 años

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad de torre de densidad les presenta a los estudiantes el concepto de densidad y se conecta fácilmente a los conceptos STEM de peso y volumen. Presenta esta actividad como una situación.

Ejemplo: los estudiantes están trabajando para una empresa de perforación interesada en recolectar un líquido en particular de la columna por completo. Serán responsables de predecir dónde estará el líquido en la columna mediante el uso de los valores de densidad y la medición de la distancia desde la parte superior de una probeta. Para completar correctamente la tarea, deben predecir dónde estará cada líquido en comparación con los demás. Esta actividad hará que trabajen con $<$, $>$, e $=$, y también fomentará el uso de una regla con unidades métricas o imperiales. Es importante que los estudiantes sigan las instrucciones que se indican a continuación hasta que estén seguros de sus capacidades para verter y aplicar capas de líquidos con cuidado.



TIEMPO ESTIMADO:

Por lo general, esta sesión tarda 20 minutos en completarse.

DESCUBRIMIENTOS DE LOS ESTUDIANTES

Los estudiantes:

- Examinarán la densidad con objetos sólidos
- Examinarán la densidad con líquidos para crear una torre de densidad de varias capas
- Describirán por qué la sangre se puede separar en sus componentes individuales
- Participarán en una experiencia de aprendizaje en equipo

- Descubrirán cómo las áreas STEM²D (ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas, fabricación y diseño) se utilizan para separar y almacenar la sangre de manera segura para transfusiones
- Desarrollarán habilidades STEM²D importantes, como medición, toma de decisiones y resolución de problemas

PREPARACIÓN

Materiales (por grupo)

- 1 probeta de 250 mililitros
- 7 vasos de plástico para enjuague
- 1 caja de colorante de alimentos
- 30 mililitros de jarabe de maíz
- 30 mililitros de jarabe de chocolate
- 30 mililitros de aceite vegetal
- 30 mililitros de alcohol isopropílico
- 30 mililitros de agua
- 30 mililitros de leche entera
- 30 mililitros de jugo de fruta
- 3 varillas de madera (para revolver)
- 5 pipetas plásticas
- 7 trozos de 5 centímetros de cinta transparente
- 1 marcador o lápiz permanente
- 1 botella transparente de agua/refresco de 500 mililitros (opcional para estudiantes más jóvenes)

Costo estimado de los materiales:

Los monitores de la actividad deben pensar en gastar, aproximadamente, USD 8 por grupo (<USD 100 por clase). USD 100 deberían ser suficientes para que participen varios grupos de varias clases (aproximadamente de 30 a 40 grupos). Las probetas graduadas, los vasos de plástico, las varillas de madera y las pipetas son reutilizables. La mayoría de los líquidos, o todos ellos, se utilizarán en varias clases, incluidos el jarabe de maíz, el jarabe de chocolate, el aceite vegetal, el alcohol isopropílico, la leche y el jugo de frutas.

INSTRUCCIONES PASO A PASO:

- Los estudiantes deben etiquetar cada vaso con el nombre del líquido que contiene.
- Cada grupo debe llenar los vasos de plástico a $\frac{3}{4}$ de su capacidad con cada uno de los siete líquidos.
- Agrega tres gotas de colorante de alimentos a la leche, al agua y al alcohol isopropílico, y revuelve con una varilla de madera. Asegúrate de usar diferentes colores para cada uno.
- Los estudiantes deben agregar los líquidos en el siguiente orden:
 1. Jarabe de maíz (vertido)
 2. Jarabe de chocolate (vertido)
 3. Leche entera (pipeta)
 4. Aceite (vertido)
 5. Jugo de frutas (pipeta)
 6. Agua (pipeta)
 7. Alcohol isopropílico (pipeta)
- Los estudiantes deben tomar nota de lo que sucede cuando se agrega cada líquido.
- A continuación, agrega notas adhesivas con la medición de densidad de cada líquido.
- Los estudiantes deben dibujar lo que observan y marcar dónde se encuentran los diferentes componentes de la sangre en la torre de densidad. Para mostrar dónde estarían los diferentes componentes de la sangre, los estudiantes dibujarán la torre de densidad con las 7 capas descritas. Luego, dibujarán flechas que muestren dónde estarían las diferentes capas de sangre si estuvieran en la torre de densidad. Por ejemplo, el plasma y la leche entera estarán en el mismo lugar, aproximadamente, mientras que los glóbulos rojos estarán en la capa del jugo de frutas o próximo a este.

Sustancia	Densidad
Jarabe de maíz	1,4 g/ml
Jarabe de chocolate	1,18 g/ml
Leche entera	1,03 g/ml
Aceite vegetal	0,93 g/ml
Jugo de frutas	1,13 g/ml
Agua	1,0 g/ml
Alcohol isopropílico	0,79 g/ml
Sangre	~1,06 g/ml
Plasma	~1,03 g/ml
Glóbulos blancos	~1,07 g/ml
Glóbulos rojos	~1,13 g/ml

APRENDIZAJE AMPLIADO

Estas son algunas maneras de ampliar el aprendizaje:

1. Además de la densidad, ¿cuáles son las otras diferencias visibles entre los distintos líquidos y cómo los estudiantes podrían determinar las diferencias entre los líquidos?
2. Pídeles a los estudiantes que proporcionen ejemplos de objetos con la misma masa y diferente densidad, y con la misma densidad y diferente masa.
3. ¿Cómo la capacidad de los materiales para mezclarse afecta la torre de densidad (solubilidad)?

MODIFICACIONES DE LA ACTIVIDAD

Para estudiantes más jóvenes:

- Establece una estación donde puedan crear sus propias mezclas para determinar si pueden mezclarse o permanecer separadas. Se necesitan materiales y botellas pequeñas de plástico transparente con tapas para agitar.
- Pídeles a los estudiantes más jóvenes que trabajen con mayor que o menor que en términos de densidad y los estudiantes mayores pueden trabajar con matemáticas.
- Hazlo simple y crea una torre de tres capas.
- También utiliza objetos y materiales que tengan densidades muy diferentes a las que los estudiantes ya conocen, como baterías, chocolate, malvaviscos, arroz inflado, arroz, frijoles, etc.
- Realiza comparaciones de densidad usando los signos $>$ y $<$.

Para estudiantes mayores:

- ¿Cómo podemos crear nuestro propio centrifugado para mostrar la separación más fácilmente?
- Explica cómo podrían medir la densidad con la masa y el volumen para ser más técnicos. Puede que necesites una balanza.

CONCEPTOS ERRÓNEOS

Más pesado significa más denso.

- [Aclaración] Medimos cosas con peso y masa. 1 kilo de acero pesa lo mismo que 1 kilo de plumas que pesa lo mismo que 1 kilo de mantequilla. Sin embargo, sus densidades son diferentes. Aunque todos pesan lo mismo, el kilo de plumas (menos densas) ocupa más espacio que el kilo de acero (más denso). El kilo de mantequilla está en el medio.

La densidad de una sustancia es constante.

- [Aclaración] La densidad de una sustancia cambia con la temperatura. A medida que calientas el agua, su densidad disminuye. El agua evaporada (vapor) es la forma menos densa del agua. El agua enfriada es más densa. El agua es más densa a 4 °C y el hielo es menos denso, por lo que flota en el agua.

Puedes cambiar la densidad de una sustancia cambiando la cantidad de esta.

- [Aclaración] Cambiar la cantidad de una sustancia solamente cambiará la masa o el peso de un objeto, pero su densidad seguirá siendo la misma. Por ejemplo, cambiar la densidad del agua requiere que se caliente (lo que la hace menos densa) o enfríe (lo que la hace más densa).

Los barcos flotan porque son menos densos que el agua (confusión entre flotabilidad y densidad).

- [Aclaración] Los barcos que flotan en el agua son más densos que el agua, pero flotan debido a la cantidad de agua que desplazan. A medida que desplazan más agua (flotabilidad), es más fácil que floten en la superficie del agua. Si un bote tuviera la forma de un cubo gigante, pero con el mismo peso, se hundiría.

DR. DREW, DENSIDAD Y DIFUSIÓN: Difusión en líquidos

Actividad 2

Temas: ciencia, matemáticas

Público objetivo: estudiantes de entre 8 y 14 años

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad de difusión permite a los estudiantes aprender sobre el concepto de difusión en líquidos mediante la manipulación de múltiples variables que afectan su velocidad, incluida la energía, la temperatura y la forma del contenedor (área de superficie). La difusión es el movimiento aleatorio de moléculas de un área de alta concentración a un área de baja concentración. Es importante que los grupos usen el mismo color para todos los experimentos de difusión, ya que las moléculas de los colorantes pueden tener diferentes masas moleculares, lo que dará diferentes resultados. Esta es también una prueba interesante de realizar. Presenta esta actividad como una situación.

Ejemplo: cuando presentes la actividad de difusión y la forma del contenedor a tus estudiantes, convierte esta actividad en un desafío que se debe abordar. Puedes utilizar la situación real que enfrentó el Dr. Drew y otros investigadores de la sangre. Indícales a los estudiantes que debemos seleccionar un contenedor que evite que el agua alcance el equilibrio por el mayor tiempo posible. Al igual que la experiencia del Dr. Drew, queremos usar un contenedor que ralentice el proceso de difusión. El Dr. Drew intentaba ralentizar la propagación del potasio desde los glóbulos rojos al plasma. Debes intentar reducir el movimiento de los colorantes de alimentos cuando entran en contacto con el agua.

Hay dos opciones de contenedores. Una vez que los estudiantes identifiquen el mejor contenedor para utilizar, deberán descubrir si el proceso de difusión se puede ralentizar con agua a diferentes temperaturas.



TIEMPO ESTIMADO:

Por lo general, esta sesión tarda 30 minutos en completarse.

DESCUBRIMIENTOS DE LOS ESTUDIANTES

Los estudiantes:

- Examinarán y describirán la difusión del colorante de alimentos en el agua

- Describirán cómo la temperatura del agua afecta la velocidad de difusión
- Examinarán y describirán cómo la forma del contenedor y el área de superficie afectan la velocidad de difusión en líquidos
- Participarán en una experiencia de aprendizaje en equipo
- Descubrirán cómo las áreas STEM²D (ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas, fabricación y diseño) se utilizan para separar y almacenar la sangre de manera segura para transfusiones
- Desarrollarán habilidades STEM²D importantes, como medición, toma de decisiones y resolución de problemas

PREPARACIÓN

Materiales (por grupo)

- Agua de la llave
- Hielo (o agua fría)
- Microondas/hornillo
- 30 mililitros de aceite vegetal
- 1 caja de colorante de alimentos
- 3 vasos de plástico transparentes de 500 mililitros
- 2 vasos de plástico para enjuague
- 2 varillas de madera
- 1 probeta de 250 mililitros
- Temporizador/reloj/teléfono celular (si quieres)
- 1 termómetro (si quieres)
- 1 vaso desechable de café

Costo estimado de los materiales:

Los monitores de la actividad deben pensar en gastar USD 5 por grupo (<USD 100 por clase). USD 100 deberían ser suficientes para que participen varios grupos de varias clases (aproximadamente de 30 a 40 grupos). Muchos de los suministros se reutilizan, como las probetas, los vasos de enjuague, las varillas de madera y las pipetas.

INSTRUCCIONES PASO A PASO:

Difusión en agua (demostración del profesor)

- Pídeles a los estudiantes que hagan predicciones sobre lo que sucederá cuando se agreguen varias gotas de colorante de alimentos al agua.
- Coloca varias gotas de colorante de alimentos en el agua.
- Los estudiantes no necesitan esperar hasta que el colorante de alimentos se equilibre en el vaso, pero deben comprender que el proceso de difusión y el movimiento molecular se realiza continuamente, incluso cuando no podemos detectarlo. Agregar los colorantes de alimentos nos permite observar este proceso.

A través de los ojos del Dr. Drew: relación entre difusión y temperatura

- Cada equipo debe tener dos vasos de plástico.
- Llena uno con agua fría y el otro con agua que se haya calentado en el microondas por 1 minuto. Utiliza el vaso desechable de café para calentar el agua en el microondas. Ten cuidado cuando manipules el agua caliente.
- Los estudiantes deben predecir: ¿En qué vaso se difundirá el colorante de alimentos y alcanzará el equilibrio más rápido?
- Asegúrate de que los vasos tengan cantidades iguales de agua.
- Agrega cuatro gotas de colorante de alimentos en el medio de cada vaso. Utiliza el mismo color para cada vaso.
- Observa durante 5 a 10 minutos. ¿Qué observas? ¿La difusión ocurre más rápido en un vaso que en el otro? Si es así, ¿por qué crees que sucede? ¿Cómo podríamos probar esta hipótesis?
- Nota: Este es el momento perfecto para que los estudiantes mayores utilicen el termómetro y un temporizador con el fin de medir cuánto afecta la temperatura a la velocidad de difusión. Los estudiantes más jóvenes pueden utilizar los signos $<$, $>$ o $=$.

A través de los ojos del Dr. Drew: relación entre difusión y la forma del contenedor

- Cada grupo de estudiantes debe tener una probeta y un vaso de plástico transparente de 500 mililitros.
- Cada contenedor debe llenarse con 200 mililitros de agua a temperatura ambiente. El agua debe tener la misma temperatura en todos los contenedores.
- Los estudiantes deben predecir: ¿En qué recipiente lleno de agua el colorante de alimento se difundirá y alcanzará el equilibrio más rápido?
- A continuación, vierte 30 mililitros de aceite vegetal en dos vasos de plástico.
- Agrega 6 gotas de colorante de alimentos en cada vaso con aceite vegetal y revuelve enérgicamente hasta que el colorante de alimentos se mezcle de manera uniforme. Ten en cuenta que el colorante de alimentos no se mezcla completamente con el aceite porque es a base de agua.
- Vierte suavemente el aceite en cada contenedor con agua.

- Los estudiantes deben registrar lo que observan en cada contenedor y dónde se alcanza el equilibrio primero.
- Observa la capa de aceite, la capa de agua y la interfaz (área donde el aceite y el agua se tocan) durante 5 a 10 minutos. ¿Qué notas en cada uno de los contenedores?
- A medida que el colorante entra en el agua, ¿qué sucede con el aceite vegetal?
- A medida que el colorante se aparta del aceite, ¿qué sucede con el agua?
- Pídeles a los estudiantes que describan las similitudes y diferencias entre esta actividad y las experiencias del Dr. Drew. Invita a los estudiantes a pensar en las diferencias de tiempo, temperatura, etc.

APRENDIZAJE AMPLIADO

Estas son algunas maneras de ampliar el aprendizaje:

1. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los diferentes contenedores de almacenamiento de sangre?
2. ¿Qué otro tipo de gradientes hay (presión, temperatura, etc.)? ¿En qué se asemejan y diferencian entre sí?
3. ¿Quién es Frederick McKinley Jones? ¿Cuál es su conexión con la extracción sanguínea y el almacenamiento de sangre?
4. ¿Por qué la refrigeración ralentiza el deterioro de la sangre?

MODIFICACIONES DE LA ACTIVIDAD

Para estudiantes más jóvenes:

- Los estudiantes que estén listos pueden aprender a medir el área de superficie de diferentes formas
- ¿Por qué alguien crearía una nueva tecnología?
- ¿Qué dificultades pueden surgir en el proceso de crear una nueva tecnología?
- ¿Puedes pensar en algo que sepas que cambió drásticamente durante tu vida? (Teléfono de casa al teléfono celular; taxis a aplicaciones de viajes, etc.)
- ¿Cuál es un problema que podrías resolver? ¿Cómo lo harías? ¿Qué necesitarías saber? ¿Con quién necesitarías trabajar? ¿Necesitas saber de historia u otras disciplinas?

Para estudiantes mayores:

- Estos se pueden utilizar como una oportunidad de mejorar para los estudiantes. Todos los estándares de ingeniería, tecnología y aplicaciones de la ciencia de los estándares de la ciencia de última generación (ETS) podrían ser

- o ¿Por qué alguien crearía esto?
 - o ¿Qué dificultades probablemente surgieron durante el proceso?
 - o ¿Puedes pensar en algo que sepas que cambió drásticamente durante tu vida?
 - o ¿Cuál es un problema que podrías resolver? ¿Cómo lo harías? ¿Qué necesitarías saber? ¿Con quién necesitarías trabajar? ¿Necesitas saber de historia u otras disciplinas? ¿Qué avances tecnológicos o científicos tendrían que implementarse para resolver este problema?
- Pídeles a los estudiantes que identifiquen algo en sus vidas que necesite mejorarse. Pídeles que creen un plan para realizar esas mejoras en el mundo real.
 - Los estudiantes que estén listos pueden aprender a medir el área de superficie de objetos bidimensionales y tridimensionales y relacionarlo con la actividad de difusión en diferentes contenedores.
 - ¿Cómo se relaciona la difusión con la contaminación del aire y del agua y su impacto para las personas del mundo?

CONCEPTOS ERRÓNEOS

La difusión se produce rápidamente (p. ej., el tiburón detecta sangre en el agua)

- [Aclaración] La difusión es un proceso increíblemente lento que se basa en el movimiento de moléculas individuales. Por ejemplo, si agregas gotas de colorante de alimentos a un litro de agua, pueden pasar horas para que el colorante se distribuya uniformemente en toda el agua. La velocidad de difusión puede aumentarse con un proceso conocido como difusión facilitada. Con la difusión facilitada, las moléculas se dispersan de manera uniforme más rápido gracias a los movimientos de las corrientes de aire o agua (p. ej., utilizar una cuchara para agitar la mezcla de colorante y agua). La difusión facilitada requiere un aporte de energía. Los tiburones pueden detectar rápidamente sangre en el agua a grandes distancias gracias a las corrientes de agua.

DR. DREW, DENSIDAD Y DIFUSIÓN: Difusión en glóbulos rojos

Actividad 3

Temas: ciencia, matemáticas

Público objetivo: estudiantes de entre 8 y 14 años

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Esta actividad presentará a los estudiantes cómo puede ocurrir la difusión a través de una membrana, como sucede en nuestro cuerpo. Los estudiantes se basarán en sus conocimientos previos de difusión para construir un modelo físico de los glóbulos rojos en nuestro cuerpo y de cómo se produce la difusión de gases. Presentar el modelo de glóbulos rojos a tus estudiantes es una oportunidad para que trabajen con los conceptos de superficie, volumen, tamaño y escala.



TIEMPO ESTIMADO:

Por lo general, esta sesión tarda 30 minutos en completarse.

DESCUBRIMIENTOS DE LOS ESTUDIANTES

Los estudiantes:

- Crearán y utilizarán un modelo para demostrar cómo el oxígeno y el dióxido de carbono se pueden mover hacia los glóbulos rojos y desde estos mediante la difusión
- Participarán en una experiencia de aprendizaje en equipo
- Descubrirán cómo las áreas STEM²D (ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas, fabricación y diseño) se utilizan para separar y almacenar la sangre de manera segura para transfusiones
- Desarrollarán habilidades STEM²D importantes, como medición, toma de decisiones y resolución de problemas

PREPARACIÓN

Materiales (por grupo)

- 2 trozos de 10 centímetros de tubo de diálisis
- 1 color de la caja de colorantes de alimentos

- 4 vasos de plástico para enjuague
- Agua
- 6 bandas elásticas
- 1 vaso desechable de café
- 1 marcador permanente
- Temporizador/reloj/teléfono celular (si quieres)
- 1 termómetro (si quieres)
- 1 varilla de madera
- 1 pipeta de plástico

Costo estimado de los materiales:

Los monitores de la actividad pueden esperar gastar, aproximadamente, USD 5 por grupo (aproximadamente USD 50 por clase). USD 50 deberían ser suficientes para que participen varios grupos de varias clases (aproximadamente de 30 a 20 grupos). Muchos de los suministros se pueden reutilizar, como los tubos de diálisis, los vasos para enjuague, las bandas elásticas, los vasos de café, las varillas de madera y las pipetas. Podrás darle varios usos al colorante de alimentos.

INSTRUCCIONES PASO A PASO:

Todos los experimentos que se presentan a continuación se pueden realizar con agua a diferentes temperaturas. Para observar los resultados más rápidamente, utiliza agua más caliente y viceversa.

Entrada de oxígeno

- Corta un trozo de tubo de diálisis de 10 centímetros de largo.
- Cierra un extremo con una banda elástica para que no pueda pasar líquido.
- Llena el tubo de diálisis con, aproximadamente, un 60 a 75 % de agua.
- Cierra el otro extremo del tubo de diálisis con una banda elástica para que el líquido no pueda salir ni entrar en el tubo.
- Calienta agua en un vaso de café desechable durante 1 minuto en el microondas.
- Agrega tres gotas de colorante de alimentos al agua caliente y revuelve.
- Llena un vaso de plástico para enjuague hasta $\frac{3}{4}$ de su capacidad con el agua caliente con colorante.

- Coloca el tubo de diálisis atado dentro del vaso plástico para enjuague con agua con colorante.
- Revisa el tubo cada 5 minutos durante 15 minutos y toma nota de lo que observas.
- Después de 15 minutos, compara el color del agua con el color del agua sin colorante. Anota lo que observas.
- Para revisar el color final del agua en el tubo, quita las bandas elásticas y viértela en un vaso de plástico limpio para compararla con agua fresca.

Informe: dales un momento a los estudiantes para que discutan sobre cómo el tubo de diálisis es una membrana semipermeable, como la de tus glóbulos rojos, y cómo permite el paso de algunos materiales, pero no de otros. Ayúdalos a que comprendan que, al igual que el **oxígeno** en el cuerpo, el colorante se mueve por el gradiente de concentración desde el vaso al interior del tubo. El colorante se concentra más en el agua fuera del tubo y se mueve a un lugar de menor concentración mediante el movimiento aleatorio de las moléculas de colorante y agua.

Salida de dióxido de carbono

- Corta un trozo de tubo de 10 centímetros de largo.
- Cierra un extremo con una banda elástica para que no pueda pasar líquido.
- Llena el tubo de diálisis con, aproximadamente, un 60 a 75 % de agua.
- Agrega tres gotas de colorante de alimentos al tubo.
- Cierra el otro extremo del tubo de diálisis con una banda elástica para que el líquido no pueda salir ni entrar en el tubo.
- Quita lo que más puedas de colorante del extremo y el exterior del tubo con una toalla de papel.
- Calienta agua en un vaso de café desechable durante 1 minuto en el microondas.
- Utiliza el agua caliente para llenar $\frac{3}{4}$ de un vaso de plástico para enjuague.
- Coloca el tubo de diálisis atado con el agua teñida dentro del vaso plástico para enjuague.
- Revisa el vaso de plástico para enjuague cada 5 minutos durante 15 minutos y toma nota de lo que observas.
- Después de 15 minutos, retira el tubo del agua y compara el color del agua en el vaso con el color del agua fresca. Anota lo que observas.

Informe: dales un momento a los estudiantes para que discutan sobre cómo el tubo de diálisis es una membrana semipermeable, como la de tus glóbulos rojos, y cómo permite el paso de algunos materiales, pero no de otros. Ayúdalos a que comprendan que, al igual que el **dióxido de carbono** en los pulmones, el colorante se mueve por el gradiente de concentración desde el interior del tubo hasta el agua del vaso. El colorante se concentra más dentro del tubo y se mueve a un lugar de menor concentración mediante el movimiento aleatorio de las moléculas de colorante y agua.

Reflexión del estudiante (10 minutos)

Haz que los estudiantes reflexionen sobre esta actividad respondiendo las siguientes preguntas:

- ¿Qué aprendieron sobre el Dr. Drew?
- ¿Fue divertido? ¿Qué lo hizo divertido?
- ¿A quién le contarán sobre la actividad de hoy? ¿Por qué?
- ¿Qué aprendieron de (nombra una actividad que completaron)?
- ¿Considerarían seguir una carrera en el diseño de ingeniería? Explicar.

Después de unos minutos, pídeles a los estudiantes que compartan sus pensamientos. Agradece a los estudiantes por su participación.

Este es un buen momento para entregarle a cada estudiante un certificado preparado con anticipación con el nombre de cada estudiante y firmado por el voluntario de Johnson & Johnson. Además, entrega los carteles WiSTEM²D a cada estudiante.

APRENDIZAJE AMPLIADO

Estas son algunas maneras de ampliar el aprendizaje:

1. En este experimento, el proceso de difusión ocurre en cuestión de minutos. ¿Por qué este proceso ocurre más rápido en nuestro cuerpo?
2. ¿Qué pasaría si el proceso de difusión en nuestras células tomara el mismo tiempo que en esta actividad?
3. ¿Por qué debemos respirar? ¿Por qué no podemos depender de la difusión para que transporte el oxígeno y el dióxido de carbono por nosotros?

REFLEXIONES DEL MONITOR DE LA ACTIVIDAD

- Después de la actividad, tómate unos minutos para reflexionar sobre lo siguiente:
- ¿Qué salió bien y qué podría mejorarse?
- ¿Qué harías de manera diferente la próxima vez?
- ¿Cuán cómodo te sentiste al liderar la experiencia de aprendizaje?
- ¿Tienes una mejor comprensión de los conceptos STEM²D?
- ¿Qué tan útil fue la información que se presentó en Spark WiSTEM²D?
- ¿Te volverías a ofrecer como voluntario para este tipo de experiencia?

MODIFICACIONES DE LA ACTIVIDAD

Para estudiantes más jóvenes:

- Conecta estas actividades con escalas de tamaño y tiempo.
- Prueba la actividad de los tubos de diálisis con diferentes temperaturas de agua y realiza comparaciones con signos $<$, $>$ o $=$ para comparar la velocidad a la que se mueve el colorante.
- Pídeles a los estudiantes que predigan y midan el tiempo que tarda el agua de los vasos en equilibrarse con el agua en el tubo en términos de color.

Para estudiantes mayores:

- Conecta estas actividades con enfermedades pulmonares y cómo interfieren en el intercambio de gases en los pulmones.
- Conecta estas actividades con escalas de tamaño y tiempo.
- Prueba la actividad de los tubos de diálisis con diferentes temperaturas de agua y haz que los estudiantes grafiquen la velocidad a la que se produce la difusión a medida que aumenta la temperatura del agua.
- Pídeles a los estudiantes que investiguen enfermedades de glóbulos rojos, impactos en el individuo, quiénes suelen tener la enfermedad y cuáles son los beneficios (si los hubiera) de la enfermedad (p. ej., anemia drepanocítica, deficiencia de hierro, talasemia, etc.).

CONCEPTOS ERRÓNEOS

Los glóbulos rojos no están vivos

- [Aclaración] Los glóbulos rojos son células vivas. A diferencia de la mayoría de las otras células de tu cuerpo, no poseen muchos de los organelos que tienen otras células, como mitocondrias y un núcleo. Los glóbulos rojos poseen un metabolismo limitado, que depende en gran medida de la glucosa para la producción de energía (como la mayoría de las células).

Los glóbulos rojos de todos los animales son como los glóbulos rojos humanos

- [Aclaración] Aunque los glóbulos rojos humanos no tienen núcleos, los glóbulos rojos de animales como las aves y los anfibios sí tienen núcleos.

CONEXIONES DE CARRERAS STEM²D

Expón a tus estudiantes a las siguientes carreras, incluidas la educación, la capacitación y las responsabilidades de trabajo:

- Médicos
- Personal de enfermería
- Entrenadores de atletismo
- Flebotomista
- Biólogos moleculares
- Biólogos proteicos
- Entrenadores de rendimiento deportivo (VO₂ máx.)
- Científicos de materiales
- Inventores
- Científicos de la Tierra
- Hidrólogos
- Arqueólogos

Referencias

Información sobre el Dr. Charles Drew

- Hardwick, R. (1967). Charles Richard Drew: Pioneer in Blood Research. Nueva York, EE. UU. Charles Scribner's Sons.
- Love, S. (1996). One Blood: The Death and Resurrection of Charles R. Drew. The University of North Carolina Press Chapel Hill and London.
- <https://profiles.nlm.nih.gov/BG/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=hANr29x4yTA>

History of blood transfusions and donation

- <https://stanfordbloodcenter.org/a-brief-history-of-blood-transfusion-through-the-years/>
- <https://www.redcrossblood.org/donate-blood/blood-donation-process/what-happens-to-donated-blood/blood-transfusions/history-blood-transfusion.html>

- <http://www.aabb.org/tm/Pages/highlights.aspx>
- <http://givingblood.org/about-blood/history-of-blood-banking.aspx>
- <https://www.blood.co.uk/the-donation-process/after-your-donation/the-journey-of-a-blood-donation/>

Información sobre el corazón

- <https://cvm.ncsu.edu/10-amazing-animal-heart-facts/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=TmcXm-8H-ks>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xWkeidr2T8o>
- <https://www.healthline.com/health/blood-cell-disorders>

Información sobre el recipiente de almacenamiento de sangre utilizado por el Dr. Drew

- <https://patents.google.com/patent/US2301710A/en>

LISTA DE VERIFICACIÓN DEL MONITOR DE LA ACTIVIDAD:

RESPONDE ESTAS PREGUNTAS: . .

- ¿Leíste Spark WiSTEM2D? Esta es una lectura esencial para todos los voluntarios interesados en trabajar con jóvenes. Define los principios y la filosofía de STEM2D y proporciona estrategias y consejos basados en la investigación para motivar e interactuar con estudiantes de sexo femenino. Descárgala en www.STEM2D.org.
- ¿Visitaste el sitio de implementación y observaste a los jóvenes? (Opcional) Si realizas la visita, toma nota de lo siguiente:
 - ¿Cómo fomenta el sitio la participación ordenada? Por ejemplo, ¿los jóvenes levantan las manos cuando responden preguntas o durante las discusiones? ¿Cómo se manejan las interrupciones? ¿Ves algún posible problema con el manejo de la clase de jóvenes?
 - ¿Qué hace el sitio para que cada estudiante se sienta importante y cómodo?
 - ¿Cómo está organizada la sala? ¿Necesitarás mover escritorios o sillas para alguna parte de tu presentación?
 - ¿Cómo puedes involucrar al representante del sitio en tu presentación?
- ¿Te reuniste con el representante del sitio y finalizaste la logística?
 - ¿Confirmaste la fecha, la hora y la ubicación de la actividad?
 - ¿Confirmaste la cantidad de estudiantes que asistirán? Saber esto te ayudará a decidir cómo agrupar a los estudiantes en equipos, así como los materiales apropiados que comprar.
- ¿Reclutaste voluntarios adicionales, si fue necesario?
- Preparación para la actividad:
 - ¿Leíste el texto completo de la actividad antes de la implementación?
 - ¿Personalizaste la actividad, si fue necesario, para reflejar tus antecedentes y experiencias, así como las normas culturales y el idioma de los estudiantes de tu comunidad?
 - ¿Completaste el formulario Contar mi historia, que te preparará para hablar sobre tu trayectoria profesional y académica con los estudiantes?
 - Si se necesitan equipos para esta actividad, pídele al profesor con anticipación que organice a los estudiantes en equipos.
- ¿Practicaste tu presentación, incluida la actividad práctica y teórica? Asegúrate de:
 - Realiza la actividad; asegúrate de que puedes explicar los conceptos a los estudiantes, si es necesario, y que conoces las respuestas correctas.
- Obtén los materiales requeridos (consulta las secciones Materiales y Costos estimados de materiales) y, si se solicita en la sección Preparación, fotocopia los documentos del estudiante y las hojas de prueba de materiales. Además:
 - Organiza los materiales para garantizar que cada equipo tenga todo lo que se indica en la sección Materiales; ten en cuenta que algunos materiales se comparten entre los equipos.
- ¿Preparaste el espacio? Específicamente:
 - Asegúrate de que las mesas y las sillas estén organizadas para acomodar a equipos de estudiantes.
 - Lleva una cámara, si lo deseas, para tomar fotografías.
- ¿Obtuviste y recolectaste los formularios de autorización con fotografías y permisos para realizar la actividad, si corresponde?
- ¡Diviértete!

Formulario “Contar mi historia”

Este formulario ayudará a los voluntarios que trabajan como monitores de actividades a prepararse para hablar sobre sus intereses, educación y trayectoria profesional de STEM²D.

SOBRE TI

Nombre: _____

Cargo: _____

Empresa: _____

¿Cuándo/por qué te interesaste en STEM²D? _____

¿Qué esperas que los jóvenes, especialmente las niñas, aprendan de esta actividad? _____

DATO CURIOSO

Comparte un poco sobre tus antecedentes. Ideas:

- Comparte un recuerdo de la infancia donde tuviste “interés” por primera vez en STEM.
- Detalla tu recorrido; destaca lo que probaste, lo que aprendiste, los pasos para lograr el éxito, etc.
- Las fracasos o percances también son excelentes para hablar sobre las dificultades o los desafíos y cómo los superaste.

EDUCACIÓN Y TRAYECTORIA PROFESIONAL

¿Qué clases o cursos tomaste en la escuela secundaria y en la universidad que te ayudaron o que más te interesaron? _____

¿Cómo supiste que querías seguir una carrera de STEM²D? _____

¿Qué camino tomaste luego de la secundaria, incluida la institución a la que asististe y tu título? *Si cambiaste de disciplina, asegúrate de explicar el porqué a los estudiantes.*

Qué conlleva tu posición actual. *Asegúrate de incluir cómo utilizas STEM²D en un día laboral típico.*

Dr. Charles Drew: dar vida mediante la investigación hematológica

1. Actividad 1: torre de densidad

- Definir *densidad*:

- ¿Cuál es tu hipótesis?

- ¿Cuáles son tus observaciones?

2. Actividad 2: difusión en líquidos

- Definir *difusión*:

- ¿El colorante de alimentos se esparcirá más rápido en agua fría o agua caliente?
¿Por qué?

- ¿Qué forma de contenedor alcanzará primero el equilibrio? ¿Por qué?

3. Actividad 3: difusión en glóbulos rojos

- ¿Cuál es tu hipótesis?

- ¿Por qué este proceso ocurre más rápido en nuestro cuerpo?



Smithsonian
Science Education Center

Johnson & Johnson



NATIONAL MUSEUM
of AFRICAN AMERICAN
HISTORY & CULTURE

 Smithsonian