

# DR. DREW, DENSIDADE E DIFUSÃO:

DR. CHARLES RICHARD DREW

*DAR VIDA ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO DO SANGUE*

**Temas de STEM<sup>2</sup>D:**

*Ciência, matemática*

**Público-alvo:**

*Alunos com idades entre os 8 e os 14 anos*



**STEM<sup>2</sup>D**  
.org



**Smithsonian**  
Science Education Center



**NATIONAL MUSEUM  
of AFRICAN AMERICAN  
HISTORY & CULTURE**

 Smithsonian



**Smithsonian**  
Science Education Center

*Johnson & Johnson*

**DR. DREW, DENSIDADE E DIFUSÃO: Dar vida através da investigação do sangue do Dr. Charles Richard** faz parte da série de atividades para alunos de STEM2D. O conteúdo foi desenvolvido pelo National Museum of African American History and Culture, Ministério da Educação e Teaching and Learning Unit, e conta com o generoso apoio de The Dow Chemical Company.

O layout foi concebido pelo Smithsonian Science Education Center como parte da iniciativa WiSTEM<sup>2</sup>D da Johnson & Johnson (Mulheres em ciência, tecnologia, engenharia, matemática, fabrico e design), utilizando um modelo fornecido pela FHI 360 e pela JA Worldwide. Esta série inclui um conjunto de atividades práticas, interativas e divertidas, para meninas (e meninos), de 5 a 18 anos, em todo o mundo.

© 2020 Smithsonian Institution

Todos os direitos reservados. Primeira edição, 2019.

Declaração de direitos de autor

Nenhuma parte do presente módulo, ou trabalhos derivados do presente módulo, pode ser utilizada ou reproduzida para qualquer finalidade, exceto para uma utilização legítima, sem atribuição e autorização devidas por escrito do Smithsonian Science Education Center e do National Museum of African American History and Culture.

Design e ilustrações de Sofia Elian

# DR. CHARLES RICHARD DREW

## DAR VIDA ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO DO SANGUE

### INFORMAÇÕES DE CONTEXTO

O Dr. Charles Drew foi um médico e investigador de transfusão de sangue afro-americano do início do século XX. A sua investigação lançou as bases para o banco de sangue moderno através da criação de técnicas de colheita e armazenamento de sangue, muitas das quais continuam a ser utilizadas nos dias de hoje. Ao longo de uma série de lições, os participantes poderão revisitar a história do Dr. Drew enquanto médico e investigador afro-americano do início do século XX participando em atividades sobre densidade, difusão e sistemas circulatório e respiratório. O objetivo é que os alunos valorizem os contributos do Dr. Drew e compreendam os princípios STEM que orientaram o seu trabalho.



*National Portrait Gallery, Smithsonian Institution; oferenda da Harmon Foundation*

# DR. DREW, DENSIDADE E DIFUSÃO: Associar os sistemas circulatório e respiratório

## Atividade introdutória

(Opcional, caso o tempo o permita. Caso contrário, avance para a Atividade 1)

**Tópicos:** Ciência, matemática

**Público-alvo:** Alunos com idades entre os 8 e os 14 anos

## DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

Esta atividade apresentará aos alunos os sistemas circulatório e respiratório e a ligação entre ambos. Antes de iniciar esta atividade com os alunos, descubra o que eles já sabem sobre os sistemas circulatório e respiratório colocando questões como "porque é que respiramos?" e "porque é que o nosso coração bate?". Ao longo da atividade, existem oportunidades para os alunos partilharem as respetivas previsões e o raciocínio por detrás das mesmas sobre o que pensam que acontecerá após a realização de diferentes atividades.



### **DURAÇÃO PREVISTA:**

Normalmente, esta sessão demora 20 minutos.

## DESCOBERTAS DOS ALUNOS

Os alunos irão:

- Identificar a natureza interligada dos sistemas circulatório e respiratório
- Participar numa experiência de aprendizagem em equipa
- Aprender como os temas de STEM<sup>2</sup>D – ciência, tecnologia, engenharia, matemática, fabrico e design – são utilizados para compreender o corpo humano e os sistemas circulatório e respiratório
- Desenvolver competências importantes de STEM<sup>2</sup>D, como medição, tomada de decisões e resolução de problemas

## PREPARAÇÃO

**Materiais:** Preparação de materiais sugeridos antes da atividade com os alunos.

- Lista de verificação do animador
- Formulário Contar a minha história
- PowerPoint: Dr. Drew, Densidade e Difusão
- 1 pequeno elástico (opcional) por aluno
- Temporizador/relógio/telemóvel por aluno

### **Custo estimado dos materiais:**



Os animadores devem prever gastar menos de 0,10 EUR por aluno (3 EUR por turma) em materiais para realizar esta atividade com 24 alunos.

## PREPARAÇÃO DO ANIMADOR

1. Leia o **Spark WiSTEM<sup>2</sup>D**. Esta leitura é essencial para todos os voluntários interessados em trabalhar com jovens, pois fornece conhecimentos importantes sobre STEM<sup>2</sup>D, estratégias para cativar alunas e dicas para trabalhar com grupos de alunos. Faça o download em [STEM<sup>2</sup>D.org](http://STEM2D.org).
2. Reveja a **Lista de verificação do animador** para obter detalhes e passos específicos para planear e preparar a realização desta atividade.
3. Consulte a **descrição geral de atividades para alunos de STEM<sup>2</sup>D** para obter informações adicionais.
4. Reserve algum tempo para experimentar as atividades deste guia a fim de compreender melhor os desafios que os alunos enfrentam.

## Boas-vindas e apresentações (15 minutos)

- Cumprimente os alunos.
- Diga aos alunos o seu nome e o nome da sua organização/empresa. Fale sobre o seu percurso educativo e profissional. Utilize o formulário **Contar a minha história** como base para as suas observações. Esteja preparado para descrever o seu trabalho ou um dia típico e fornecer informações básicas sobre si, incluindo:
  - A sua formação – destaque as aulas e os cursos secundários e superiores
  - Projetos de trabalho atuais
  - Interesses e passatempos
  - Os motivos pelos quais adora STEM<sup>2</sup>D e a relação com o seu trabalho.
- Peça aos alunos ou a quaisquer voluntários que estejam a ajudar nesse dia para se apresentarem.
- Utilize os temas de conversa para saber mais sobre os alunos e os respetivos interesses.
- Aborde as oportunidades existentes na comunidade local para apoiar os alunos à medida que desenvolvem os seus interesses e as suas experiências pessoais.
- Informe os alunos que a sua carreira é apenas uma das muitas carreiras disponíveis em STEM<sup>2</sup>D – ciência, tecnologia, engenharia, matemática, fabrico e design.
- Explique que as carreiras de STEM<sup>2</sup>D são carreiras de elevada procura, elevado crescimento e que se prevê que continuem a ser procuradas nos próximos 10 anos.
- Algumas carreiras de STEM<sup>2</sup>D não exigem um curso superior e proporcionam aos jovens oportunidades interessantes e com um nível de remuneração elevado. Sublinhe a importância de adquirir competências de matemática e práticas de engenharia para ter sucesso em qualquer carreira de STEM<sup>2</sup>D.

### **TEMAS DE CONVERSA: PLANIFICAÇÃO DE CARREIRA**

- Quando pensas no teu futuro, o que te entusiasma mais?
- Vês-te a trabalhar com outras pessoas, para uma empresa grande, com os teus amigos, para ti próprio? Porquê ou porque não?
- O que é um dia de trabalho perfeito para ti? Estás no exterior? Estás a trabalhar sozinho ou com outras pessoas? Resolves problemas? Reparas ou constróis coisas?

# INSTRUÇÕES PASSO A PASSO:

## Medir o ritmo cardíaco em repouso

- Os alunos devem ficar quietos, com movimentos mínimos, durante 1 a 2 minutos.
- Em seguida, devem usar os dedos indicador e médio para encontrarem o batimento cardíaco no pulso.
- Depois, devem contar quantas pulsações sentem durante um período de 10 segundos. (Utilizar um cronómetro ou relógio com um segundo ponteiro para efeitos de precisão.)
- Após contarem o número de pulsações, devem multiplicar esse valor por 6 para calcularem o respetivo ritmo cardíaco em repouso.
- O número resultante representa as vezes que o coração bate durante um minuto em repouso.

## Aumentar o ritmo cardíaco com exercício

- Primeiro, os alunos devem prever em que medida o seu ritmo cardíaco mudará após 30 segundos de exercício. Pergunte aos alunos quantas pulsações contam em 10 segundos depois de fazerem jumping jacks durante 30 segundos.
- Peça aos alunos para escolherem um lugar onde possam abrir os braços para os lados sem baterem noutra pessoa.
- Em seguida, peça-lhes que façam jumping jacks durante 30 segundos.
- Quando terminarem os jumping jacks, devem regressar às cadeiras e medir o ritmo cardíaco durante 10 segundos, como fizeram antes. Lembre-se de pedir que multipliquem esse número por 6 para descobrirem o ritmo cardíaco pós-exercício.

## Diminuir o ritmo cardíaco com respiração profunda

- Peça aos alunos para se sentarem confortavelmente nas cadeiras.
- Explique-lhes que vão utilizar um exercício de respiração para controlar o ritmo cardíaco.
- Peça aos alunos para preverem qual será o seu ritmo cardíaco após o exercício de respiração de um minuto.
- Peça-lhes que inspirem lentamente, contando até quatro, e expirem contando até quatro. Conte em voz alta, inspirem-2-3-4, expirem-2-3-4 (repetindo durante um minuto).
- Decorrido o minuto de respiração profunda, os alunos devem voltar a medir o respetivo ritmo cardíaco.
- Os alunos devem medir o batimento cardíaco com dois dedos durante 10 segundos, multiplicando o valor obtido por 6.
- Peça-lhes que comparem os números em repouso, as previsões de pós-exercício, as medições pós-exercício, as previsões de pós-exercício de respiração e as medições pós-exercício de respiração.

## APRENDIZAGEM ALARGADA

Eis algumas formas de alargar a aprendizagem:

1. Aborde o facto de os atletas terem ritmos cardíacos mais baixos. Por que motivo isso acontece? Explique que o coração é um músculo que se pode treinar para ficar mais forte e mais eficiente.
2. Esta é uma oportunidade para falar sobre tensão arterial, histórico familiar e formas de reduzir a tensão arterial, e para adicionar uma componente matemática à lição. Diga aos alunos o número de pulsações e a esperança média de vida e solicite que calculem o número de pulsações por dia, hora, minuto, etc.
3. Esta é uma oportunidade para os alunos debaterem sobre peso e tamanho e adivinharem a que animal pertence o coração de 181 kg.
4. Pergunte aos alunos por que motivo pensam existir diferenças no tamanho do coração dos animais.
5. Por que motivo multiplicamos por 6? Quais são as vantagens e desvantagens de efetuar a medição durante 10 segundos em comparação com 60 segundos?
6. Qual pensam ser o seu ritmo cardíaco mais baixo em comparação com o mais alto?
7. O que pensam poder aprender sobre uma pessoa ao examinar o seu ritmo cardíaco?
8. O que pensam que provoca alterações ao ritmo cardíaco?

## MODIFICAÇÕES À ATIVIDADE

Para alunos mais novos:

- Para alunos capazes de o fazer, solicite que elaborem o gráfico dos respetivos ritmos cardíacos. Para alunos não preparados para a elaboração de gráficos, peça-lhes que classifiquem/ordenem os valores do respetivo ritmo cardíaco utilizando os sinais  $<$ ,  $>$  e  $=$ .

Para alunos mais velhos:

- Solicite aos alunos que realizem uma investigação que comprove que os seres vivos são constituídos por células utilizando microscópios e/ou lupas. É possível encomendar lâminas de microscópio de esfregaço de sangue pré-feitas.
- Solicite que efetuem os cálculos matemáticos para determinar quantas pulsações o seu coração registou até esta altura da vida ou que registará noutro determinado momento da vida. Isto exigirá competências básicas de multiplicação e divisão.
- Trata-se de uma oportunidade para os alunos elaborarem gráficos do ritmo cardíaco em repouso em comparação com o ritmo cardíaco pós-exercício e, talvez, ver se são capazes de agrupar e comparar os dados. A comparação de dados pode ser relativa ou absoluta.



# DR. DREW, DENSIDADE E DIFUSÃO:

## Torre de densidade

### Atividade 1

Tópicos: Ciência, matemática

Público-alvo: Alunos com idades entre os 8 e os 14 anos

### DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

A atividade da torre de densidade apresenta aos alunos o conceito de densidade e é facilmente associada aos conceitos STEM de peso e volume. Apresente esta atividade como um cenário.

Exemplo: Os alunos trabalham para uma empresa de perfuração interessada na recolha de um líquido específico da coluna. São responsáveis por prever onde o líquido se encontra na coluna utilizando os valores de densidade e medindo a distância a partir da parte superior da proveta graduada. Para realizarem corretamente a tarefa, devem prever onde cada líquido se encontrará em relação aos outros. Esta atividade leva-os a trabalhar com os sinais  $<$ ,  $>$  e  $=$ , e também os incentiva a utilizar uma régua, com unidades métricas ou imperiais. Até estar seguro das capacidades dos alunos em verter e dispor cuidadosamente os líquidos em camadas, é importante que sigam as instruções abaixo.



### **DURAÇÃO PREVISTA:**

Normalmente, esta sessão demora 20 minutos.

### DESCOBERTAS DOS ALUNOS

Os alunos irão:

- Examinar a densidade utilizando objetos sólidos
- Examinar a densidade utilizando líquidos para criar uma torre de densidade de várias camadas
- Descrever o motivo pelo qual o sangue pode ser separado nos respetivos componentes individuais
- Participar numa experiência de aprendizagem em equipa
- Aprender como os temas de STEM<sup>2</sup>D – ciência, tecnologia, engenharia, matemática, fabrico e design – são utilizados para separar e armazenar em segurança o sangue para transfusões

- Desenvolver competências importantes de STEM<sup>2</sup>D, como medição, tomada de decisões e resolução de problemas

## PREPARAÇÃO

### Materiais (por grupo)

- 1 proveta graduada de 250 mililitros
- 7 copos de plástico
- 1 caixa de corante alimentar
- 30 mililitros de xarope de milho
- 30 mililitros de xarope de chocolate
- 30 mililitros de óleo vegetal
- 30 mililitros de álcool isopropílico
- 30 mililitros de água
- 30 mililitros de leite gordo
- 30 mililitros de sumo de fruta
- 3 paus de mistura (para mexer)
- 5 pipetas de plástico
- 7 pedaços de fita transparente de 5 cm
- 1 caneta ou marcador permanente
- 1 garrafa transparente de água/refrigerante vazia de 50 cl (opcional para alunos mais novos)

### ***Custo estimado dos materiais:***

Os animadores devem prever gastar cerca de 8 EUR por grupo (<100 EUR por turma). O custo de 100 EUR deve ser suficiente para a participação de vários grupos de várias turmas (cerca de 30 a 40 grupos). As provetas graduadas, os copos, os paus de mistura e as pipetas são reutilizáveis. No que diz respeito aos consumíveis, a maioria/todos poderão ser utilizados por várias turmas, incluindo o xarope de milho, o xarope de chocolate, o óleo vegetal, o álcool isopropílico, o leite e o sumo de fruta.

## INSTRUÇÕES PASSO A PASSO:

- Os alunos devem identificar cada copo com o nome do líquido que contém.
- Cada grupo deve encher os copos até  $\frac{3}{4}$  com cada um dos sete líquidos.
- Adicione três gotas de corante alimentar ao leite, água e álcool isopropílico e mexa com um pau de mistura. Certifique-se de que utiliza cores diferentes para cada um.
- Os alunos devem adicionar os líquidos pela seguinte ordem:
  1. Xarope de milho (verter)
  2. Xarope de chocolate (verter)
  3. Leite gordo (pipeta)
  4. Óleo (verter)
  5. Sumo de fruta (pipeta)
  6. Água (pipeta)
  7. Álcool isopropílico (pipeta)
- Os alunos devem tomar notas sobre o que acontece quando cada líquido é adicionado.
- Em seguida, adicione notas adesivas com a medida de densidade de cada líquido.
- Os alunos devem desenhar o que observam e assinalar onde se encontrariam os diferentes componentes do sangue na torre de densidade. A fim de mostrar onde se encontrariam os diferentes componentes do sangue, os alunos devem desenhar a torre de densidade com as 7 camadas descritas. Em seguida, devem desenhar setas que mostrem onde se encontrariam as diferentes camadas do sangue se estivessem na torre de densidade. Por exemplo, o plasma e o leite gordo estariam aproximadamente ao mesmo nível, enquanto os glóbulos vermelhos estariam na camada do sumo de fruta, ou perto desta.

Substância	Densidade
Xarope de milho	1,4 g/ml
Xarope de chocolate	1,18 g/ml
Leite gordo	1,03 g/ml
Óleo vegetal	0,93 g/ml
Sumo de fruta	1,13 g/ml
Água	1,0 g/ml
Álcool isopropílico	0,79 g/ml
Sangue total	~1,06 g/ml
Plasma	~1,03 g/ml
Glóbulos brancos	~1,07 g/ml
Glóbulos vermelhos	~1,13 g/ml

## APRENDIZAGEM ALARGADA

Eis algumas formas de alargar a aprendizagem:

1. Além da densidade, quais são as outras diferenças visíveis entre os diferentes líquidos e de que outra forma os alunos podem determinar as diferenças entre os líquidos?
2. Os alunos devem indicar exemplos de objetos com a mesma massa e diferentes densidades, bem como com a mesma densidade e massa diferente.
3. De que forma a miscibilidade dos materiais afeta a torre de densidade (solubilidade)?

## MODIFICAÇÕES À ATIVIDADE

Para alunos mais novos:

- Crie uma estação onde os alunos possam elaborar as suas próprias misturas para determinar se estas se conseguem misturar ou se permanecem separadas. São necessários materiais e pequenas garrafas transparentes de plástico com tampas para agitar.
- Os alunos mais novos devem lidar com conceitos de "superior a" ou "inferior a" em termos de densidade, e os alunos mais velhos podem utilizar cálculos matemáticos.
- Mantenha o processo simples e construa uma torre de três camadas.
- Utilize também objetos e materiais com densidades muito diferentes daquelas a que os alunos estão habituados, como pilhas, chocolate, marshmallows, Rice Krispies, arroz, feijões, etc.
- Efetue comparações de densidade utilizando os sinais  $>$  e  $<$ .

Para alunos mais velhos:

- Como podemos criar a nossa própria centrifugação para mostrar a separação mais facilmente?
- Explique como os alunos podem medir a densidade com massa e volume, para ser mais técnico. Isto pode exigir a utilização de uma balança.

## IDEIAS ERRADAS

Quanto maior é o peso, maior é a densidade.

- [Esclarecimento] Medimos as coisas com peso e massa. Um quilo de aço pesa o mesmo que um quilo de penas, o qual pesa o mesmo que um quilo de manteiga. Contudo, as suas densidades são diferentes. Embora pesem o mesmo, o quilo de penas (menos denso) ocupa mais espaço do que o quilo de aço (mais denso). O quilo de manteiga encontra-se entre os dois.

A densidade de uma substância é constante.

- [Esclarecimento] A densidade de uma substância muda com a temperatura. Quando se aquece água, a sua densidade diminui. A água evaporada (vapor) é a forma de água menos densa. O arrefecimento da água torna-a mais densa. A água apresenta a sua maior densidade a 4 °C e é menos densa em forma de gelo, motivo pelo qual o gelo flutua na água.

É possível alterar a densidade de uma substância alterando a quantidade existente.

- [Esclarecimento] Alterar a quantidade de uma substância apenas muda a massa ou o peso de um objeto, mas a sua densidade mantém-se inalterada. Por exemplo, para alterar a densidade da água é preciso aquecê-la (tornando-a menos densa) ou arrefece-la (tornando-a mais densa).

Os barcos têm de ser menos densos do que a água, pois flutuam (confusão entre flutuabilidade e densidade).

- [Esclarecimento] Os barcos que flutuam na água são mais densos do que a água, mas flutuam devido à quantidade de água que deslocam. Quanto mais água deslocarem (flutuabilidade), mais fácil é flutuarem à superfície da água. Se a forma de um barco fosse transformada num cubo gigante, mas se mantivesse o mesmo peso, este afundaria.

# DR. DREW, DENSIDADE E DIFUSÃO:

## Difusão em líquidos

### Atividade 2

Tópicos: Ciência, matemática

Público-alvo: Alunos com idades entre os 8 e os 14 anos

### DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

A atividade de difusão permite que os alunos abordem o conceito de difusão em líquidos ao manipularem diversas variáveis com impacto na respetiva velocidade, incluindo energia, temperatura e forma do recipiente (área de superfície). A difusão é o movimento aleatório de moléculas de uma área de concentração elevada para uma área de concentração reduzida. Para estas experiências de difusão, é importante que os grupos utilizem a mesma cor para todas as experiências, pois as moléculas do corante podem ter diferentes pesos moleculares, o que produzirá resultados diferentes. Este também é um teste interessante a executar. Apresente esta atividade como um cenário.

Exemplo: Ao apresentar a atividade de difusão e a forma do recipiente aos alunos, transforme-a num desafio a enfrentar. Pode utilizar o cenário real com que o Dr. Drew e outros investigadores no domínio do sangue se depararam. Diga aos alunos que têm de selecionar o recipiente que impeça a água de atingir o equilíbrio durante o maior período de tempo possível. Tal como na experiência do Dr. Drew, pretendemos utilizar um recipiente que atrase o processo de difusão. O Dr. Drew procurava abrandar a difusão de potássio dos glóbulos vermelhos para o plasma. Aqui, procura-se abrandar o movimento do corante alimentar para a água.

Existem duas opções de recipiente. Assim que os alunos identificarem o melhor recipiente a utilizar, terão de descobrir se é possível abrandar o processo de difusão utilizando diferentes temperaturas de água.



#### **DURAÇÃO PREVISTA:**

Normalmente, esta sessão demora 30 minutos.

### DESCOBERTAS DOS ALUNOS

Os alunos irão:

- Examinar e descrever a difusão do corante alimentar na água

- Descrever o impacto da temperatura da água na velocidade de difusão
- Examinar e descrever como a forma do recipiente e a área de superfície afetam a velocidade de difusão em líquidos
- Participar numa experiência de aprendizagem em equipa
- Aprender como os temas de STEM<sup>2</sup>D – ciência, tecnologia, engenharia, matemática, fabrico e design – são utilizados para separar e armazenar em segurança o sangue para transfusões
- Desenvolver competências importantes de STEM<sup>2</sup>D, como medição, tomada de decisões e resolução de problemas

## PREPARAÇÃO

### Materiais (por grupo)

- Água da torneira
- Gelo (ou água gelada)
- Micro-ondas/chapa quente
- 30 mililitros de óleo vegetal
- 1 caixa de corante alimentar
- 3 copos transparentes de plástico de 50 cl
- 2 copos de plástico
- 2 paus de mistura
- 1 proveta graduada de 250 mililitros
- Temporizador/relógio/telemóvel (se pretendido)
- 1 termómetro (se pretendido)
- 1 copo de café descartável

### **Custo estimado dos materiais:**

Os animadores devem prever gastar cerca de 5 EUR por grupo (<100 EUR por turma). Os 100 EUR devem chegar para a participação de vários grupos de várias turmas (cerca de 30 a 40 grupos). Muitos dos materiais são reutilizáveis, como as provetas graduadas, os copos, os paus de mexer e as pipetas.

# INSTRUÇÕES PASSO A PASSO:

## Difusão em água (demonstração pelo professor)

- Peça aos alunos para preverem o que acontecerá ao adicionar várias gotas de corante alimentar à água.
- Deite várias gotas de corante alimentar na água.
- Os alunos não têm de aguardar até que o corante alimentar atinja o equilíbrio no copo, mas devem compreender que o processo de difusão e o movimento molecular é contínuo, mesmo que não seja possível detetá-lo. A adição de corante alimentar permite-nos observar este processo.

## Através dos olhos do Dr. Drew: Associar difusão e temperatura

- Cada equipa deve ter dois copos de plástico.
- Encha um com água fria e o outro com água aquecida no micro-ondas durante 1 minuto. Utilize o copo de café descartável para aquecer a água no micro-ondas. Tenha cuidado ao manusear a água aquecida.
- Os alunos devem fazer uma previsão: em que copo o corante alimentar realiza a difusão e atinge o equilíbrio mais rapidamente?
- Certifique-se de que os copos têm quantidades iguais de água.
- Deite quatro gotas de corante alimentar no centro de cada copo. Utilize a mesma cor para cada copo.
- Observem durante um período de 5–10 minutos. O que observam? A difusão ocorre mais rapidamente num copo do que no outro? Em caso afirmativo, por que motivo acham que isso acontece? Como poderíamos testar esta hipótese?
- Nota: Este é o momento perfeito para incluir a utilização do termómetro e do temporizador para que os alunos mais velhos meçam a forma como a temperatura afeta a velocidade de difusão. Os alunos mais novos podem focar-se nos sinais  $<$ ,  $>$  ou  $=$ .

## Através dos olhos do Dr. Drew: Associar difusão e a forma do recipiente

- Cada grupo de alunos deve ter uma proveta graduada e um copo transparente de plástico de 50 cl.
- Cada recipiente deve ser enchido com 200 mililitros de água à temperatura ambiente. A água deve estar à mesma temperatura em todos os recipientes.
- Os alunos devem fazer uma previsão: em que recipiente com água o corante alimentar se difunde e atinge o equilíbrio mais rapidamente?
- Em seguida, deite 30 mililitros de óleo vegetal em dois copos de plástico.



- Adicione seis gotas de corante alimentar em cada copo com óleo vegetal e mexa intensamente até o corante alimentar apresentar uma mistura uniforme. Tenha em consideração que o corante alimentar não se mistura totalmente com o óleo por ser à base de água.
- Com cuidado, verta o óleo em cada recipiente com a água.
- Os alunos devem tomar notas sobre o que observam em cada recipiente e em qual se atinge primeiro o equilíbrio.
- Observem a camada de óleo, a camada de água e a interface (área de contacto entre o óleo e a água) durante 5–10 minutos. No que reparam em cada um dos recipientes?
- À medida que o corante se aproxima da água, o que acontece ao óleo vegetal?
- À medida que o corante se afasta do óleo, o que acontece à água?
- Os alunos devem descrever as semelhanças e as diferenças entre esta atividade e as experiências do Dr. Drew. Incentive os alunos a pensarem sobre diferenças em termos de tempo, temperatura, etc.

## APRENDIZAGEM ALARGADA

Eis algumas formas de alargar a aprendizagem:

1. Quais as vantagens e desvantagens dos diferentes recipientes de armazenamento de sangue?
2. Que outros tipos de gradientes existem (pressão, temperatura, etc.)? Que semelhanças e diferenças existem entre eles?
3. Quem é Frederick McKinley Jones? Qual é a ligação dele com a colheira e o armazenamento de sangue?
4. Por que motivo a refrigeração abranda a deterioração do sangue?

## MODIFICAÇÕES À ATIVIDADE

Para alunos mais novos:

- Os alunos preparados podem aprender a medir a área de superfície de diferentes formas
- Por que motivo alguém criaria tecnologia nova?
- Que dificuldades é provável que surjam no processo de criação de tecnologia nova?
- Conseguem lembrar-se de algo que tenha mudado drasticamente desde que nasceram? (Telefone fixo para telemóvel, táxis para aplicações de transporte, etc.)

- Que problema poderiam tentar melhorar? Como o fariam? O que precisariam de saber? Com o que necessitariam de trabalhar? Precisariam de ter conhecimentos de História ou de outras disciplinas?

Para alunos mais velhos:

- Tudo isto pode ser utilizado como uma oportunidade de melhoria para os alunos. Todas as normas de engenharia, tecnologia e aplicações de ciência das normas científicas da próxima geração (ETS) poderiam ser:
  - o Por que motivo alguém criaria isto?
  - o Quais as prováveis dificuldades durante o processo?
  - o Conseguem lembrar-se de algo que tenha mudado drasticamente desde que nasceram?
  - o Que problema poderiam tentar melhorar? Como o fariam? O que precisariam de saber? Com o que necessitariam de trabalhar? Precisariam de ter conhecimentos de História ou de outras disciplinas? Que avanços tecnológicos ou científicos teriam de existir para resolver este problema?
- Os alunos devem identificar algo nas suas vidas que necessite de melhorias. Solicite que criem um plano que executariam para concretizar essas melhorias no mundo real.
- Os alunos preparados podem aprender a medir a área de superfície de objetos bidimensionais e tridimensionais e associar isto à atividade de difusão em diferentes recipientes.
- De que forma a difusão está relacionada com a poluição do ar e da água e qual o respetivo impacto para as pessoas no mundo?

## IDEIAS ERRADAS

A difusão ocorre rapidamente (por exemplo, tubarão a detetar sangue na água)

- [Esclarecimento] A difusão é um processo incrivelmente lento que depende do movimento de moléculas individuais. Por exemplo, se se adicionar gotas de corante alimentar a quatro litros de água, o corante pode demorar horas a difundir-se uniformemente na água. A velocidade de difusão pode ser aumentada através de um processo conhecido como "difusão facilitada". Com a difusão facilitada, as moléculas difundem-se uniformemente a uma maior velocidade devido aos movimentos de correntes de ar e água (por exemplo, utilizar uma colher para mexer a mistura de água/corante). A difusão facilitada requer energia. Os tubarões conseguem detetar rapidamente sangue na água ao longe devido às correntes da água.

# DR. DREW, DENSIDADE E DIFUSÃO: Difusão em glóbulos vermelhos

## Atividade 3

Tópicos: Ciência, matemática

Público-alvo: Alunos com idades entre os 8 e os 14 anos

### DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

Esta atividade apresenta aos alunos a forma como a difusão pode ocorrer numa membrana, tal como ocorre no nosso corpo. Os alunos devem recorrer aos conceitos prévios de difusão para construir um modelo físico dos glóbulos vermelhos no nosso corpo e de como a difusão dos gases ocorre no mesmo. Ao apresentar o modelo de glóbulos vermelhos aos alunos, esta é uma oportunidade de envolver os alunos nos conceitos de área de superfície, volume, tamanho e escala.



#### **DURAÇÃO PREVISTA:**

Normalmente, esta sessão demora 30 minutos.

### DESCOBERTAS DOS ALUNOS

Os alunos irão:

- Criar e utilizar um modelo para demonstrar a forma como o oxigénio e o dióxido de carbono podem entrar e sair dos glóbulos vermelhos através da difusão
- Participar numa experiência de aprendizagem em equipa
- Aprender como os temas de STEM<sup>2</sup>D – ciência, tecnologia, engenharia, matemática, fabrico e design – são utilizados para separar e armazenar em segurança o sangue para transfusões
- Desenvolver competências importantes de STEM<sup>2</sup>D, como medição, tomada de decisões e resolução de problemas

### PREPARAÇÃO

**Materiais (por grupo)**

- 2 tubos de diálise de 10 cm
- 1 cor da caixa de corante alimentar

- 4 copos de plástico
- Água
- 6 elásticos
- 1 copo de café descartável
- 1 marcador permanente
- Temporizador/relógio/telemóvel (se pretendido)
- 1 termómetro (se pretendido)
- 1 pau de mistura
- 1 pipeta de plástico

### **Custo estimado dos materiais:**

Os animadores podem esperar gastar cerca de 5 EUR por grupo (cerca de 50 EUR por turma). Os 50 EUR devem chegar para a participação de vários grupos de várias turmas (cerca de 20 a 30 grupos). Muitos dos materiais são reutilizáveis, tais como os tubos de diálise, os copos, os elásticos, os copos de café, os paus de mexer e as pipetas. No que diz respeito aos consumíveis, poderá utilizar o corante alimentar várias vezes.

## **INSTRUÇÕES PASSO A PASSO:**

Todas as experiências abaixo podem ser executadas com diferentes temperaturas de água. Para obter resultados mais rapidamente, utilize água mais quente, e vice-versa.

### **Entrada de oxigénio**

- Corte um tubo de diálise de 10 cm de comprimento.
- Feche uma extremidade com um elástico suficientemente apertado para que não ocorra a passagem de líquido.
- Encha o tubo de diálise a 60–75% com água.
- Feche a outra extremidade do tubo de diálise utilizando um elástico suficientemente apertado para que não ocorra a saída nem a entrada de líquido no tubo.
- Com um copo de café descartável, aqueça água no micro-ondas durante 1 minuto.

- Adicione três gotas de corante alimentar à água aquecida e mexa.
- Utilize a água aquecida com corante para encher um copo de plástico a  $\frac{3}{4}$ .
- Coloque o tubo de diálise apertado dentro do copo de plástico com a água com corante.
- Verifique o tubo a cada 5 minutos, durante 15 minutos, fazendo observações sobre o que vê.
- Decorridos 15 minutos, compare a cor da água com a cor da água sem corante. Anote o que vê.
- Para verificar a cor final da água no tubo, retire os elásticos e verta a água num copo de plástico limpo para a comparar com água doce.

**Debate:** Conceda tempo suficiente aos alunos para debaterem a forma como o tubo de diálise é uma membrana semipermeável, como a dos nossos glóbulos vermelhos, e permite a passagem de alguns materiais, mas não de outros. Faça-os entender que, tal como o **oxigénio** presente no nosso corpo, o corante desce através do gradiente da concentração, do copo até ao interior do tubo. O corante está mais concentrado na água fora do tubo e desloca-se para um local de menor concentração através do movimento aleatório das moléculas de corante e água.

### Saída de dióxido de carbono

- Corte um tubo de 10 cm de comprimento.
- Feche uma extremidade com um elástico suficientemente apertado para que não ocorra a passagem de líquido.
- Encha o tubo de diálise a 60–75% com água.
- Adicione três gotas de corante alimentar ao tubo.
- Feche a outra extremidade do tubo de diálise utilizando um elástico suficientemente apertado para que não ocorra a saída nem a entrada de líquido no tubo.
- Com uma toalha de papel, limpe o máximo possível de corante da extremidade e do exterior do tubo.
- Com um copo de café descartável, aqueça água no micro-ondas durante 1 minuto.
- Utilize a água aquecida para encher um copo de plástico a  $\frac{3}{4}$ .
- Coloque o tubo de diálise apertado com a água com corante dentro do copo de plástico.
- Verifique o copo de plástico a cada 5 minutos, durante 15 minutos, fazendo observações sobre o que vê.

- Decorridos 15 minutos, retire o tubo da água e compare a cor da água no copo com a cor da água doce. Anote o que vê.

**Debate:** Conceda tempo suficiente aos alunos para debaterem a forma como o tubo de diálise é uma membrana semipermeável, como a dos nossos glóbulos vermelhos, e permite a passagem de alguns materiais, mas não de outros. Faça-os entender que, tal como o **dióxido de carbono** presente nos nossos pulmões, o corante desce através do gradiente da concentração, desde o interior do tubo até à água no copo. O corante está mais concentrado dentro do tubo e desloca-se para um local de menor concentração através do movimento aleatório das moléculas de corante e água.

### **Reflexão dos alunos (10 minutos)**

Peça aos alunos que reflitam sobre esta atividade, respondendo às seguintes perguntas:

- O que aprendeste sobre o Dr. Drew?
- Foi divertido? O que o tornou divertido?
- A quem vais contar a atividade de hoje? Porquê?
- O que aprendeste com (indique uma atividade realizada)?
- Ponderarias uma carreira no design de engenharia? Explica.

Após alguns minutos, peça aos alunos para partilharem as suas ideias. Agradeça aos alunos por terem participado.

Esta é uma boa altura para entregar a cada aluno um certificado preparado antecipadamente com o nome de cada um e assinado pelo voluntário da Johnson & Johnson. Para além disso, distribua os pósteres WiSTEM<sup>2</sup>D pelos alunos.

## **APRENDIZAGEM ALARGADA**

Eis algumas formas de alargar a aprendizagem:

1. Nesta experiência, o processo de difusão ocorre numa questão de minutos. Por que razão este processo ocorre mais rapidamente no nosso corpo?
2. O que aconteceria se o processo de difusão nas nossas células demorasse tanto tempo como nesta atividade?
3. Porque temos de respirar? Porque não podemos depender da difusão para o transporte de oxigénio e dióxido de carbono?

## REFLEXÕES DO ANIMADOR

- Após a atividade, dedique alguns minutos a refletir sobre o seguinte:
- O que correu bem e o que poderia ser melhorado?
- O que faria de forma diferente da próxima vez?
- Até que ponto se sentiu à vontade para liderar a experiência de aprendizagem?
- Compreende melhor os conceitos de STEM<sup>2</sup>D?
- Qual a utilidade das informações apresentadas no Spark WiSTEM<sup>2</sup>D?
- Voltaria a voluntariar-se para este tipo de experiência?

## MODIFICAÇÕES À ATIVIDADE

### Para alunos mais novos:

- Associe estas atividades a escalas de tamanho e tempo.
- Experimente a atividade de tubos de diálise utilizando diferentes temperaturas de água e realize comparações utilizando os sinais <, > ou = para comparar a velocidade de movimento do corante.
- Os alunos devem prever e medir quanto tempo a água nos copos demora a ficar equilibrada com a água nos tubos em termos de cor.

### Para alunos mais velhos:

- Associe estas atividades a doenças pulmonares e à forma como estas interferem com a troca de gases nos pulmões.
- Associe estas atividades a escalas de tamanho e tempo.
- Experimente a atividade de tubos de diálise com diferentes temperaturas de água e solicite aos alunos que elaborem gráficos sobre a velocidade a que a difusão ocorre à medida que a temperatura da água aumenta.
- Os alunos devem investigar doenças dos glóbulos vermelhos, impactos sobre o indivíduo, quem tende a sofrer da doença e benefícios (se existentes) de sofrer da doença (por exemplo, anemia falciforme, deficiência de ferro, talassemia, etc.).

## IDEIAS ERRADAS

### Os glóbulos vermelhos não são células vivas

- [Esclarecimento] Os glóbulos vermelhos são células vivas. Ao contrário da maioria das outras células do nosso corpo, não possuem muitos dos organitos existentes nas outras células, como mitocôndria e núcleo. Os glóbulos vermelhos apresentam um metabolismo limitado, o qual depende significativamente da glicose para a produção de energia (como a maioria das células).

### Os glóbulos vermelhos de todos os animais são como os glóbulos vermelhos dos seres humanos

- [Esclarecimento] Embora os glóbulos vermelhos dos seres humanos não tenham núcleos, os glóbulos vermelhos de animais como aves e anfíbios apresentam núcleos.

## ASSOCIAÇÃO A CARREIRAS STEM<sup>2</sup>D

Exponha os alunos às seguintes carreiras, incluindo os estudos necessários, a formação e as responsabilidades do cargo:

- Médicos
- Enfermeiros
- Treinadores desportivos
- Flebotomistas
- Biólogos moleculares
- Biólogos de proteínas
- Treinadores desportivos de alto rendimento (VO<sub>2</sub> max)
- Cientistas de materiais
- Inventores
- Cientistas da terra
- Hidrólogos
- Arqueólogos



## Referências

### Informações o sobre Dr. Charles Drew

- Hardwick, R. (1967). Charles Richard Drew: Pioneer in Blood Research. New York, USA. 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>

### História de doações e transfusões de sangue

- <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/>

### Informações sobre o coração

- <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>

### Informações sobre o recipiente de armazenamento de sangue utilizado pelo Dr. Drew

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

## LISTA DE VERIFICAÇÃO DO ANIMADOR:

JÁ... . .

- Leu o Spark WiSTEM2D? Esta é uma leitura essencial para todos os voluntários interessados em trabalhar com jovens. Define os princípios e a filosofia STEM2D e fornece estratégias e dicas baseadas em investigações para incentivar e interagir com alunas. Faça o download em [www.STEM2D.org](http://www.STEM2D.org).
- Visitou o organismo de implementação e observou os jovens? (opcional) Se estiver a visitar, tome nota do seguinte:
  - Em que medida é que o organismo promove uma participação organizada? Por exemplo, os jovens levantam as mãos quando respondem a perguntas ou durante os debates? Como são geridas as interrupções? Apercebe-se de possíveis problemas no controlo da aula dos jovens?
  - O que faz o organismo para que cada aluno se sinta importante e à vontade?
  - Como está organizada a sala? Precisar-se-á de mover mesas ou cadeiras para alguma parte da sua apresentação?
  - Em que medida pode envolver o representante do organismo na sua apresentação?
- Se reuniu com o representante do organismo e concluiu a logística?
  - Confirmou a data, a hora e a localização da atividade?
  - Confirmou o número de alunos que irão participar? Saber estas informações irá ajudá-lo a decidir como agrupar os alunos em equipas, bem como a adquirir os materiais adequados.
- Recrutou voluntários adicionais, em caso de necessidade?
- Preparou a atividade:
  - Leu o texto todo da atividade antes da realização?
  - Personalizou a atividade, se necessário, para refletir o seu passado e as suas experiências, bem como as normas culturais e a língua dos alunos da sua comunidade?
  - Preencheu o formulário Contar a minha história, que o irá preparar para falar sobre o seu percurso educativo e profissional com os alunos?
  - Se forem necessárias equipas para esta atividade, peça antecipadamente ao professor para organizar os alunos em equipas.
- Praticou a sua apresentação, incluindo a atividade prática? Certifique-se de que:
  - Realiza a atividade; certifique-se de que consegue explicar os conceitos aos alunos, se necessário, e de que sabe as respostas corretas.
- Adquiriu os materiais necessários (consulte as secções Materiais e Custo estimado dos materiais) e, se for solicitado na secção Preparação, fotocopiou os folhetos para alunos e as folhas de teste de materiais. Para além disso:
  - Organizou os materiais para garantir que cada equipa tem tudo o que está indicado na secção Materiais – lembre-se de que alguns materiais são partilhados entre as equipas.
- Preparou o espaço? Especificamente:
  - Certificou-se de que as mesas e cadeiras estão organizadas de forma adequada para equipas de alunos.
  - Traga uma máquina fotográfica, se desejar, para tirar fotografias.
- Obteve e recolheu autorizações e formulários de utilização de fotografias para realizar a atividade, se aplicável?
- Divirta-se!

# Formulário Contar a minha história

*Este formulário irá ajudar os voluntários que trabalham como animadores a prepararem-se para falar sobre os seus interesses STEM<sup>2</sup>D, a sua formação e o seu percurso profissional.*

## INFORMAÇÕES PESSOAIS

Nome: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

Quando/por que motivo ficou interessado em STEM<sup>2</sup>D? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

O que espera que os jovens, especialmente as raparigas, obtenham com esta atividade? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## FACTO INTERESSANTE

Fale um pouco do seu passado. Ideias:

- Partilhe uma memória da infância em que tenha tido a sua primeira curiosidade ou interesse por STEM.
- Conte pormenores do seu percurso; saliente o que tentou, o que aprendeu, as etapas para o sucesso, etc.
- Também é ótimo falar sobre falhas ou contratempos – dificuldades e/ou desafios, e como os ultrapassou.

## FORMAÇÃO E PERCURSO PROFISSIONAL

Que aulas/cursos frequentou na escola secundária e na universidade que o ajudaram ou mais lhe interessaram? \_\_\_\_\_

Como soube que queria fazer carreira em STEM<sup>2</sup>D?

\_\_\_\_\_

Qual foi o seu percurso após a secundária, incluindo a instituição e o curso que frequentou? *Se tiver trocado de disciplinas, certifique-se de que explica aos alunos o motivo.*

\_\_\_\_\_

O que o seu cargo atual implica. *Certifique-se de que inclui a forma como utiliza STEM<sup>2</sup>D num dia de trabalho típico.*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Dr. Charles Drew: Dar vida através da investigação do sangue

### 1. Atividade 1: Torre de densidade

- Define *densidade*:
- Qual é a tua hipótese?
- Quais são as tuas observações?

---

### 2. Atividade 2: Difusão em líquidos

- Define *difusão*:
- Os corantes alimentares difundem-se mais rapidamente em água fria ou em água quente? Porquê?
- Que forma de recipiente atingirá o equilíbrio primeiro? Porquê?

---

### 3. Atividade 3: Difusão em glóbulos vermelhos

- Qual é a tua hipótese?
- Por que razão este processo ocorre mais rapidamente no nosso corpo?



Smithsonian  
Science Education Center

Johnson & Johnson



NATIONAL MUSEUM  
of AFRICAN AMERICAN  
HISTORY & CULTURE

Smithsonian