



“Hataraku Saibou” para o Ensino de Bioquímica não Presencial

Hataraku Saibou for Online Biochemistry Teaching

Bárbara Castro Figueiredo^{1*}, Tatiana Sampaio da Silva²

¹ Institution: Universidade Federal da Bahia

² Institution: Universidade Federal da Bahia

*e-mail: barbaracpf@gmail.com

Resumo

A animação japonesa “*Hataraku Saibou*” utiliza estratégias lúdicas, como a personificação de células, para explicar alguns dos processos fisiológicos do corpo humano. Em um dos seus episódios, a série desdobra o mecanismo de transporte de gases pelos eritrócitos, fazendo com que essa animação seja um importante instrumento pedagógico no estudo sobre a hemoglobina e as reações bioquímicas da hematose. Nos cursos de bioquímica, a aula sobre “hemoglobina e o transporte de oxigênio” promove a discussão de conceitos de estrutura proteica aplicados a uma proteína específica e ressalva a importância da estrutura para a função de uma proteína, associando a função da hemoglobina com os conceitos fisiológicos do transporte e da troca gasosa. O presente trabalho relata o uso da animação “*Hataraku Saibou*” como um recurso pedagógico em uma aula teórica para o ensino de bioquímica na modalidade remota.

Palavras-chave: (Ensino de Bioquímica; *Hataraku Saibou*; Hemoglobina)

Abstract

The Japanese animation “*Hataraku Saibou*” uses ludic strategies, such as cells’ personification, to explain some of the human body physiological processes. One specific episode addresses the role of erythrocytes in gas transport, making this animation an important educational resource in the study of hemoglobin and the biochemical reactions of hematosis. In biochemistry teaching, the subject “hemoglobin and oxygen transport” stimulates the discussion on protein structure applied to a specific protein and emphasizes the strong relationship between structure and protein function, associating the function of hemoglobin with hematosis physiological concepts. The present work reports the use of the animation “*Hataraku Saibou*” as a pedagogical resource in a theoretical class for teaching Biochemistry remotely.

Keywords: (Biochemistry teaching; *Hataraku Saibou*; Hemoglobin)

Ficha da aula

Título	Eritrócitos e o Transporte de Oxigênio
Tipo	Teórica (x) Prática ()
Público-alvo	Alunos do curso de Bioquímica Médica.
Disciplinas correlatas	Bioquímica Médica, Bioquímica Básica, Bioquímica aplicada a Ciências da Saúde.
Objetivos educacionais	Estudar os principais componentes do sangue, com ênfase nos eritrócitos; Analisar os níveis de organização proteica da hemoglobina; Descrever as diferenças conformacionais entre a hemoglobina oxigenada e desoxigenada; Definir o conceito de cooperatividade na ligação do oxigênio à hemoglobina; Discutir o papel dos eritrócitos no transporte do oxigênio.
Justificativa	A aula sobre a hemoglobina e o seu papel no transporte de oxigênio faz parte do plano de ensino da disciplina Bioquímica Médica. Durante essa aula, os estudantes discutem os conceitos de estrutura proteica aplicados a uma proteína específica, a hemoglobina. Os estudantes também compreendem a importância da estrutura para a função de uma proteína e associam a função da hemoglobina com os conceitos fisiológicos do transporte e da troca gasosa.
Conteúdos trabalhados	Elementos figurados do sangue; Estrutura e função da hemoglobina; Interação da Hemoglobina com o oxigênio; Modulação alostérica da afinidade pelo oxigênio; Eritrócitos no transporte de gases.
Duração	Preparo para aula: 30 minutos; Encontro síncrono: 70 minutos.
Materiais usados	<ul style="list-style-type: none"> × Episódio 08 da primeira temporada da série <i>Cells at Work (Hataraku Saibou)</i>; × Vídeo-aula produzida pelo professor sobre as células do sangue; × Plataforma para um encontro virtual entre professor e estudantes; × Recurso de Desenho do Google.
Links	https://drive.google.com/drive/folders/1XanH0EBfgGmwylYnxK2GfAnuPDWclFhY (episódio 08 da série <i>Cells at Work</i>).

Síntese da aula

Em um cenário onde as universidades brasileiras estão adotando a recomendação de distanciamento social preconizada pela Organização Mundial da Saúde, o professor de Bioquímica precisa buscar novas alternativas para o ensino remoto [1,2]. A aula sobre “Eritrócitos e o Transporte de Oxigênio” foi desenvolvida para estudar o papel do eritrócito, bem como da hemoglobina, no transporte de oxigênio. Com ela espera-se que os estudantes sejam capazes de compreender a importância da hemoglobina na composição dos eritrócitos, assim como analisar os níveis de organização dessa proteína, descrevendo as diferenças conformacionais entre hemoglobina oxigenada e desoxigenada e definir o conceito de cooperatividade na ligação do oxigênio à hemoglobina. Ao final da aula, os estudantes devem estar aptos a discutir o papel dos eritrócitos no transporte e na troca gasosa.

Para a adaptação do assunto à modalidade de ensino remoto propõe-se o uso de uma animação da série *Cells at Work (Hataraku Saibou)* [3], uma vídeo-aula sobre as células do sangue, uma plataforma para um encontro virtual entre professor e estudantes e o recurso de Desenho do Google [4]. Com todos esses recursos, espera-se que os estudantes desenvolvam interesse pelo tema e participem ativamente do encontro com o professor. Para isso, os alunos são orientados a se preparem para a aula assistindo a uma vídeo-aula sobre o sangue e seus elementos figurados, bem como ao episódio oito da série *Cells at Work*, que ilustra a Circulação Sanguínea [3]. Com essa estratégia, pretende-se atrair a atenção do aluno para o tema a ser estudado ao abordar alguns dos principais conceitos discutidos nessa aula: eritrócitos, hemoglobina e transporte de gases. Em uma data preestabelecida, professor e estudantes se encontram através de uma plataforma virtual. Nessa ocasião, os elementos sanguíneos são discutidos de acordo com as informações da vídeo-aula e da animação, explorando os pontos coerentes e contraditórios da animação. Em seguida, o professor apresenta uma aula expositiva sobre a hemoglobina e suas características intrínsecas para o transporte do oxigênio, preparada em acordo com a bibliografia recomendada [5-9]. Depois da exposição do professor, os estudantes utilizam a ferramenta Google Desenho [4] e, de forma colaborativa, elaboram esquemas que representem a relação entre o eritrócito, a hemoglobina e o transporte de gases. A avaliação dos alunos ocorre por meio da participação no encontro síncrono e na produção do desenho. Ao final da aula, o estudante responde individualmente a uma questão acerca da temática central estudada: o papel dos eritrócitos no transporte do oxigênio.

A utilização da animação complementa os demais recursos utilizados pelo professor de modo que a soma de todos eles traz ao estudante um conjunto mais amplo de informações e uma visão completa sobre o tema [2]. As informações contidas na animação serão repetidas na exposição do conteúdo durante o encontro virtual com o professor, explorando o princípio da redundância, ou confrontadas para problematizar verdades e unificar os discursos [2]. Por fim, a criação ativa e colaborativa de um esquema que sintetize os conceitos abordados na aula promove uma reelaboração cognitiva do que foi aprendido e ajuda para o diagnóstico da estratégia pedagógica adotada.

Referências

- [1] Neto, R I M, Leite, A C, Palacios, I R S. Os Desafios do EAD no Ensino Superior em Meio A Pandemia da COVID-19. Revista Partes [Internet]. 2020. [cited 18 October 2020] Available from: <https://www.partes.-com.br/2020/08/12/os-desafios-do-ead-no-ensino-superior-em-meio-a-pandemia-da-covid-19/>.
- [2] Carneiro, L A, Rodrigues, W, França, G, Prata, D N. Uso de Tecnologias no Ensino Superior Público Brasileiro em Tempos de Pandemia COVID-19. Research, Society and Development. 2020; 9 (8). [cited 18 October 2020] Available from: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5485/4797>.
- [3] Sistema Circulatório. In: Hataraku Saibou (Cells at Work!) [Internet] Directed by K. Suzuki. Japão: David Production. 2019; 1(8). [cited 18 October 2020] Available from: <https://drive.google.com/drive/folders/1Xan-H0EBfgGmwyYnxK2GfAnuPDWclFhY>.
- [4] Schiehl, E P, Gasparin, I. Contribuições do Google Sala de Aula para o Ensino Híbrido. Novas Tecnologias na Educação [Internet]. 2016; 14 (2). [cited 18 October 2020] Available from: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.70684>.
- [5] Baynes, J W.; Dominiczak, M H.; Bioquímica Médica, 5ª ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2019.
- [6] Nelson, D L.; Cox, M M. Princípios de Bioquímica de Lehninger. 7ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.
- [7] Stryer, L; Berg, J M.; Tymoczko, J L. Bioquímica. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
- [8] Campbell, M K.; Farrel, S O. Bioquímica: tradução da 8ª edição norte-americana. 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- [9] Voet, D; Voet, J G.; Pratt, C W. Fundamentos de Bioquímica: A vida em nível molecular. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

Apêndice A - Resumo do Episódio “Sistema Circulatório”

No episódio “Sistema Circulatório” do anime *Cells at Work* (título original em japonês: *Hataraku Saibou*), a personagem Glóbulo Vermelho percebe que chegaram novos eritrócitos no organismo e isso a preocupa, visto que ela sempre se perde pela circulação sanguínea. Com isso, ela promete a si mesma que vai conseguir realizar o transporte de gases de forma correta, sem se perder. Inicialmente ela encontra-se na veia cava inferior e, de acordo com o seu mapa, ela precisa ir até o coração para depois acessar os pulmões, aonde irá para descarregar o dióxido de carbono e recarregar o oxigênio. Mesmo determinada, a jornada não é fácil e ela foi acompanhada de perto pelo seu amigo, Glóbulo Branco.

Ao longo da trajetória da Glóbulo Vermelho, o episódio explica, de um modo bem didático, como ocorre o deslocamento dos eritrócitos pela circulação corporal, com ênfase na passagem pelo coração e pelos pulmões, onde ocorre a hematose. Há um importante destaque sobre a necessidade de as hemácias estarem no local correto (alvéolos pulmonares) para a ocorrência desse mecanismo de troca gasosa. No final, a Glóbulo Vermelho consegue cumprir sua missão: chegar aos pulmões, entregar o dióxido de carbono, receber o oxigênio e transportá-lo novamente até os tecidos.

Apêndice B - Principais Personagens do Episódio

Glóbulo Vermelho: A personagem “Glóbulo Vermelho” é uma jovem com cabelos vermelhos que usa boina, casaco, e botas também vermelhos. Ela representa uma das hemácias, ou eritrócitos, presentes na corrente sanguínea. A cor predominante na caracterização da personagem é uma alusão à presença da hemoproteína hemoglobina nessas células, que confere essa coloração característica. A personagem está sempre em trânsito pela corrente sanguínea enquanto transporta caixas com cilindros preenchidos por oxigênio ou dióxido de carbono, que representam os complexos oxiemoglobina e carboxiemoglobina. A Glóbulo Vermelho é uma célula jovem e recém-saída da medula óssea, que está sempre perdida pelo caminho entre os pulmões e os tecidos (Anexo A).

Glóbulo Branco: A personagem Glóbulo Branco é um jovem que tem seu corpo e suas roupas completamente brancos. Ele representa os neutrófilos, as células sanguíneas responsáveis pela primeira linha de defesa do organismo. A coloração da personagem faz referência à sua tonalidade neutra nas colorações de Romanowsky. Ele é sempre o primeiro a chegar quando o corpo passa por alguma situação de ameaça causada por microrganismos invasores. Em seu chapéu branco, ele possui receptores que o ajudam

na identificação de vasos que precisam ser destruídos. Além disso, ele é capaz de sair do sangue e chegar a regiões do corpo que estão com alguma infecção ou inflamação (Anexo B).

Apêndice C - Pontos do Episódio para Discussão em Sala

O episódio “Sistema Circulatório” da série *Cells at Work* é uma excelente ferramenta didática complementar à aula sobre o papel da hemoglobina no transporte de gases pelo corpo humano. Ele chama a atenção do aluno para o tema ao abordar alguns dos principais conceitos discutidos nessa aula: eritrócitos, hemoglobina e transporte de gases. Além disso, o episódio, assim como toda a série, está disponível gratuitamente e online e pode ser acessado pelo estudante diretamente de sua casa.

O uso da animação desperta a curiosidade do estudante e ajuda o professor a se aproximar da realidade de seus alunos introduzindo, de forma lúdica, os conhecimentos científicos que serão abordados em aula. Ao assistir ao episódio, o aluno se prepara para o encontro virtual com o professor, uma vez que os autores da animação utilizam algumas analogias para personificar as células do sangue e profissionalizar seus mecanismos fisiológicos. Durante a aula online, o professor pode utilizar algumas das cenas da animação para ilustrar aos alunos a forma como ocorre o transporte do oxigênio associado à hemoglobina dos eritrócitos e a troca gasosa nos pulmões e nos tecidos.

Entretanto, por se tratar de uma animação na qual os autores têm a liberdade artística para criar personagens, inventar situações de interações e diálogos entre as personagens (células) e também representar artisticamente os processos fisiológicos, alguns pontos precisam ser devidamente esclarecidos durante o encontro virtual com os alunos. Uma questão importante para discussão junto aos alunos é a forma como os gases respiratórios são transportados na animação: eles são acomodados em caixas de papelão contendo cilindros cheios de oxigênio ou dióxido de carbono (Anexo C). Durante a aula, é importante esclarecer que o oxigênio é transportado associado ao ferro, complexado com a hemoglobina, uma proteína abundante no eritrócito. Já o dióxido de carbono, pode ser transportado tanto associado à hemoglobina (em menor quantidade), quanto dissolvido no sangue na forma de bicarbonato, principal forma de transporte. Outro fator passível de discussão é a representação da hematose nos alvéolos pulmonares (Anexo D). Na animação, ela é representada pela descarga e recarga de cilindros através de grandes pressurizadores. É importante descrever o processo fisiológico junto com os

alunos, elucidando que nos pulmões, essa troca acontece por meio de difusão estimulada pelas diferenças nas pressões parciais do oxigênio.

Por fim, alguns comportamentos das personagens também podem ser discutidos pelo professor em sala de aula: o eritrócito sempre desorientado e perdido em sua trajetória, a amizade entre o eritrócito e o leucócito, a assistência do leucócito ao eritrócito durante o transporte de gases, dentre outros. Apesar de esses comportamentos retratados na animação estarem bem distantes da realidade dos processos fisiológicos, é importante ressaltar que eles possibilitam a dinâmica da animação, tornando o episódio mais interessante.

Apêndice D – Plano de Aula

AULA TEÓRICA: ERITRÓCITOS E O TRANSPORTE DE OXIGÊNIO

1. Objetivos

Estudar os principais componentes do sangue, com ênfase nos eritrócitos. Analisar os níveis de organização proteica da hemoglobina. Descrever as diferenças conformacionais entre a hemoglobina oxigenada e desoxigenada. Definir o conceito de cooperatividade na ligação do oxigênio à hemoglobina. Discutir o papel dos eritrócitos no transporte do oxigênio.

2. Conteúdo

1. Sangue

- 1.1. Plasma e soro;
- 1.2. Elementos figurados do sangue:
 - 1.2.1 Eritrócitos;
 - 1.2.2 Leucócitos;
 - 1.2.3 Trombócitos.

2. Hemoglobina

- 2.1. Globinas de mamíferos;
- 2.2. Estrutura da Hemoglobina;
- 2.3. Interação da Hemoglobina com o oxigênio:
 - 2.3.1 Hemoglobina oxigenada;
 - 2.3.2 Hemoglobina desoxigenada;
- 2.4. Modulação alostérica da afinidade pelo oxigênio.

3. Eritrócitos no transporte de gases

- 3.1. Transporte de oxigênio;
- 3.2. Afinidade com oxigênio nos pulmões e nos demais tecidos.

3. Desenvolvimento da Aula

PREPARAÇÃO PARA AULA: Os alunos deverão se preparar para aula assistindo à vídeo-aula sobre o sangue e seus elementos figurados e a apresentação das personagens da série *Hataraku Saibou*. Além disso, deverão assistir também ao episódio 08 da primeira temporada da série.

INTRODUÇÃO: Em um encontro síncrono, por meio de uma plataforma virtual, professor e alunos irão discutir sobre os elementos do sangue e relacionar suas características mais marcantes com as personagens da série *Hataraku Saibou*.

DESENVOLVIMENTO: Aula expositiva sobre a hemoglobina e suas características intrínsecas para o transporte do oxigênio.

CULMINÂNCIA: Os alunos deverão relacionar hemoglobina, eritrócitos e o transporte de oxigênio pelo sangue, produzindo esquemas representativos com a ferramenta de desenho colaborativo Google Desenho.

CONCLUSÃO: Conhecendo os eritrócitos e a hemoglobina, os alunos serão capazes compreender os complexos processos de transporte de oxigênio e de troca gasosa.

4. Estratégias

Preparo para a aula - o aluno tem um papel ativo no preparo para a aula, assistindo a uma rápida vídeo-aula conceitual e um episódio de desenho animado da série *Hataraku Saibou* pretende-se chamar a atenção dos alunos para o tema da aula.

Discussão introdutória - a ludicidade do preparo para a aula expositiva desperta o interesse dos alunos para o tema e estimula a discussão de aspectos coerentes e contraditórios apresentados na animação.

Aula expositiva – o professor aborda a hemoglobina e sua interação com oxigênio.

Preparo do desenho esquemático - os alunos serão divididos em grupos para criação de uma representação esquemática da interação da hemoglobina com o oxigênio nos pulmões e nos demais tecidos por meio do desenho colaborativo.

Discussão final - Após compreender a interação da hemoglobina com o oxigênio, os alunos serão capazes discutir questões relacionadas ao transporte e à troca de gases no pulmão.

5. Recursos Didáticos

Vídeo-aula, episódio 08 da série *Hataraku Saibou*, recurso Desenho do Google, plataforma virtual para encontro síncrono.

6. Avaliação

Os alunos serão avaliados de acordo com a participação nas discussões síncronas e da realização do desenho. Ao final da unidade, os alunos deverão responder individualmente a uma questão sobre o papel dos eritrócitos no transporte de gases.

7. Bibliografia Básica:

BAYNES, John W.; DOMINICZAK, Marek, H.; **Bioquímica Médica**, 5ª ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2019. 712p.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 7ª ed. Porto

Alegre: Artmed, 2019. 1328p.

STRYER, Lubert; BERG, Jeremy M.; TYMOCZKO, John L. **Bioquímica**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 1114p.

7.1 Bibliografia Complementar:

ALBERTS, Bruce et al. **Biologia Molecular da Célula**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

CAMPBELL, Mary. K.; FARREL, Shawn O. **Bioquímica: tradução da 8ª edição norte-americana**. 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016. 812p.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 4 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

VOET, Donald; VOET, Judith G.; PRATT, Charlotte W. **Fundamentos de Bioquímica: A vida em nível molecular**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1200p.

Anexo A - Figura 1



Figura 1 - A Glóbulo Vermelho é a célula sanguínea responsável pelo transporte do oxigênio e de uma parte do dióxido de carbono. Ela está representada com seus cabelos, boina, jaqueta e cinto vermelhos. A personagem está segurando um cilindro de transporte de gases. Estes ficam acomodados dentro de caixas de papelão, como a que está no fundo da imagem. Fonte: *Hataraku Saibou (Cells at Work!)*³

Anexo B - Figura 2



Figura 2 – Glóbulo Branco (Neutrófilo) com seu aspecto branco monocromático.

Essa célula faz parte do sistema imunológico, atuando na primeira linha de defesa contra um invasor. Fonte: *Hataraku Saibou (Cells at Work!)*³

Anexo C - Figura 3



Figura 3 – (A) A Glóbulo Vermelho está transportando CO_2 para os pulmões. (B) A personagem está transportando O_2 para os tecidos, logo depois de passar pela hematose. Dentro das caixas, os gases estão armazenados em cilindros. Fonte: *Hataraku Saibou (Cells at Work!)*³

Anexo D - Figura 4



Figura 4 - Representação da hematose. Os cilindros chegam até os alvéolos pulmonares graças ao transporte realizado pelos glóbulos vermelhos. Eles são posicionados nesse pressurizador que retira o CO_2 dos cilindros, que, depois de esvaziados, serão preenchidos pelo gás oxigênio. Por fim, os cilindros completos de O_2 são armazenados em caixas para o transporte realizado pelos glóbulos vermelhos até os tecidos. Fonte: *Hataraku Saibou (Cells at Work!)*³