

Rafaela Dos Santos Polastre

**CELLS AT WORK! A UTILIZAÇÃO DO ANIME NO
ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA**

Rio de Janeiro

2023

Rafaela Dos Santos Polastre

CELLS AT WORK! A UTILIZAÇÃO DO ANIME NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Produto Educacional de Especialização apresentado ao Programa de Especialização em Ensino de Ciências e Biologia vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Ensino de Ciências e Biologia.

Orientador(a): Prof Dr. Luiz Gustavo Vargas Salgado

Rio de Janeiro
2023

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

P762 Polastre, Rafaela dos Santos

Cells at work! : a utilização do anime no ensino de ciências e biologia / Rafaela dos Santos Polastre. - Rio de Janeiro, 2023.

119 p.

Produto Educacional de Especialização apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Luiz Gustavo Vargas Salgado.

1. Ciências (Ensino fundamental) - Estudo e ensino. 2. Biologia - Estudo e ensino. 3. Saúde Pública. 4. Vacinação. 5. Imunização. 6. Anime. 7. Educação - Recursos audiovisuais. 8. Sequência didática I. Salgado, Luiz Gustavo Vargas. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 570

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

Rafaela Dos Santos Polastre

**CELLS AT WORK! A UTILIZAÇÃO DO ANIME NO ENSINO DE CIÊNCIAS E
BIOLOGIA**

Produto Educacional de Especialização apresentado ao Programa de Especialização em Ensino de Ciências e Biologia vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Ensino de Ciências e Biologia.

Aprovado em: ____/____/____.

Banca Examinadora:

Dr. Luiz Gustavo Vargas Salgado (Orientador)
Colégio Pedro II

Dra. Amanda Santos Franco da Silva Abe
Colégio Pedro II

Me. Marcelo Augusto Vasconcelos Gomes
Colégio Pedro II

AGRADECIMENTOS

A Deus como minha maior inspiração e guia nessa jornada da vida, me sustentando em seus braços durante toda a trajetória. Pois dele, por ele e para ele são todas as coisas. A ele seja a glória para sempre.

Ao meu orientador Luiz Gustavo, que teve toda a sensibilidade para lidar comigo durante essa trajetória. Desde a primeira aula, você se tornou uma fonte inspiradora para mim e, sem você, esse trabalho não seria o mesmo.

Agradeço com todo o meu coração a minha mãe, Simone Marçal, que me inspira todos os dias a ser a minha melhor versão. Obrigada por me apoiar e acolher em todos os momentos da vida. Para sempre a minha melhor amiga.

Aos meus amigos da faculdade e pós-graduação, Bruna Dias, João Victor, Lucas Passos, Noemi Demarque e o meu grande irmão que a minha vida me presenteou, André Hilário. Obrigada por compartilharem essa trajetória comigo, sem vocês ela não teria a mesma graça.

A todos os meus amigos que compartilham a vida ao meu lado. Em especial a Luana Santos, por ser uma mulher incrível, inspiradora e o meu braço direito em todas as vertentes da vida. Um agradecimento especial também ao Marcelo Peixoto por me ajudar sempre em todos os trabalhos acadêmicos, desde a faculdade sendo o melhor monitor que existe no mundo.

De forma especial, agradeço ao meu/minha filho(a) por ser a minha maior fonte de força e inspiração nessa vida. A mamãe está ansiosa pra ter você nos meus braços para vermos muitos animes e descobrirmos a natureza juntos. Eu te amo.

RESUMO

O ensino de Ciências e Biologia tem experimentado significativas transformações decorrentes das mudanças políticas, sociais e tecnológicas que têm impactado o cenário educacional. Essas transformações têm gerado uma crescente demanda por adaptações nas práticas pedagógicas, visando um processo educacional mais alinhado às vivências dos alunos e às tendências globais em educação. Diante desse contexto, o presente trabalho se propõe a explorar o potencial da primeira temporada do anime "Cells at Work!" como uma ferramenta pedagógica para o ensino de Ciências e Biologia. Este estudo tem como objetivos principais analisar os personagens do anime em relação às suas características biológicas, bem como resumir e destacar os principais pontos que podem ser abordados em cada episódio, incluindo os conceitos biológicos apresentados. Para ilustrar a aplicação do anime em sala de aula, foi desenvolvida uma Sequência Didática (SD) com base no episódio 1 de "Cells at Work!", intitulado "Pneumococos", com foco na discussão sobre bactérias e bacterioses, alinhando-se às habilidades EF07CI09 e EF07CI10 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A SD proposta adota uma abordagem metodológica inspirada nos "Três Momentos Pedagógicos", envolvendo uma etapa inicial de problematização, seguida pela organização do conhecimento e, por fim, a aplicação do conhecimento, promovendo assim a construção colaborativa de uma linha de aprendizado. É importante ressaltar que, embora tenham sido identificados pontos principais abordados pelo anime, cada educador possui a liberdade de enfatizar aspectos específicos ou tópicos de interesse, sendo este produto educacional concebido como uma sugestão de temas relevantes a serem explorados em cada episódio do anime.

Palavras chaves: Sequência Didática; Ensino de Ciências; Biologia Cultural; Anime na educação.

ABSTRACT

Science and Biology teaching has undergone significant transformations as a result of the political, social, and technological changes that have impacted the educational landscape. These transformations have generated a growing demand for adaptations in teaching practices, aiming for an educational process that is more aligned with the student's experiences and global trends in education. Given this context, this study aims to explore the potential of the first season of the anime "Cells at Work!" as a pedagogical tool for teaching science and biology. The main objectives of this study are to analyze the characters in the anime about their biological characteristics, as well as to summarize and highlight the main points that can be covered in each episode, including the biological concepts presented. To illustrate the application of anime in the classroom, a Didactic Sequence (DS) was developed based on episode 1 of "Cells at Work!", entitled "Pneumococci", focusing on the discussion of bacteria and bacteriophages, in line with skills EF07CI09 and EF07CI10 of the Common National Curriculum Base (BNCC). The proposed DS adopts a methodological approach inspired by the "Three Pedagogical Moments", involving an initial stage of problematization, followed by the organization of knowledge and, finally, the application of knowledge, thus promoting the collaborative construction of a line of learning. It is important to note that, although the main points addressed by the anime have been identified, each educator is free to emphasize specific aspects or topics of interest, and this educational product is conceived as a suggestion of relevant themes to be explored in each episode of the anime.

Keywords: Didactic Sequence; Science Teaching; Cultural Biology; Anime in Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem representativa do anime "Cells at work!"	21
Figura 2: Representação do vaso sanguíneo.....	21
Figura 3: Cenário principal do anime.....	23
Figura 4: Representação do estômago no anime.....	23
Figura 5: Representação do átrio direito e das válvulas do coração.	24
Figura 6: Representação dos pulmões.....	24
Figura 7: Microscopia de hemácias.....	24
Figura 8: Representação da estrutura da hemácia.	25
Figura 9: Glóbulo vermelho jovem.....	26
Figura 10: Glóbulo vermelho adulto, Senpai.	27
Figura 11: Personagem glóbulo vermelho carregando oxigênio.	27
Figura 12: Personagem glóbulo vermelho entregando CO ₂	28
Figura 13: Personagens glóbulo vermelho carregando nutrientes.	28
Figura 14: Microscopia de um eritroblasto.....	27
Figura 15: Personagem eritroblasto.	29
Figura 16: Microscopia de um neutrófilo.	30
Figura 17: Personagem neutrófilo.	30
Figura 18: Personagem neutrófilo com o seu receptor na cabeça.	31
Figura 19: Personagem neutrófilo andando pelos tubos de ventilação.	31
Figura 20: Microscopia de um mielócito (azul).....	30
Figura 21: Personagem mielócito.	32
Figura 22: Personagem neutrófilo borrifando um spray em um patógeno.....	32
Figura 23: Microscopia de um basófilo.....	33
Figura 24: Personagem basófilo.....	34
Figura 25: Microscopia de um monócito.....	34
Figura 26: Personagem monócito.	35
Figura 27: Personagem monócito despejando um líquido no invasor.	35
Figura 28: Personagem monócito atravessando a parede.....	36
Figura 29: Microscopia de um macrófago.	37
Figura 30: Personagem macrófago.	37
Figura 31: Personagem macrófago na formatura de eritroblastos.	38
Figura 32: Microscopia de células dendríticas.....	39

Figura 33: Personagem célula dendrítica.....	39
Figura 34: Personagem célula dendrítica apresentando as memórias ao linfócito imaturo.	40
Figura 35: Personagem eosinófilo.....	41
Figura 36: Microscopia de linfócito B.....	41
Figura 37: Personagem linfócito B.	42
Figura 38: Personagem linfócito B com a sua arma de anticorpos IgE.	42
Figura 39: Personagem linfócito T naive.	44
Figura 40: Personagem linfócito T efetor.....	44
Figura 41: Personagem linfócito T citotóxico.....	46
Figura 42: Personagem linfócito T auxiliar.	47
Figura 43: Personagem linfócito T regulador.....	48
Figura 44: Personagem linfócito B de memória.....	49
Figura 45: Personagem linfócito T de memória.....	49
Figura 46: Personagem linfócito NK.....	50
Figura 47: Microscopia de uma agregação plaquetária.....	51
Figura 48: Personagem plaqueta.	51
Figura 49: Plaquetas com a sua rede de fibrina para controlar a hemorragia.	52
Figura 50: Plaquetas carregando GPIb.	52
Figura 51: Microscopia de um mastócito.....	53
Figura 52: Personagem mastócito.....	54
Figura 53: Personagem Streptococcus pneumoniae.....	55
Figura 54: Personagem S. pneumoniae defendendo o ataque do neutrófilo.	56
Figura 55: Personagem S. pneumoniae saindo da caixa que estava escondida.	57
Figura 56: Personagem Staphylococcus aureus.....	58
Figura 57: Personagem S. aureus utilizando sua rede de fibrina para se defender. .	58
Figura 58: Personagem Campylobacter.....	59
Figura 59: Personagem Streptococcus pyogenes.....	60
Figura 60: Personagem Pseudomonas Aeruginosa.	61
Figura 61: Personagem Anisakis.....	62
Figura 62: Personagem Vibrio spp.....	63
Figura 63: Personagem Pólen de Cedro.	64
Figura 64: Personagem célula cancerígena.....	65
Figura 65: Personagem Bacillus cereus.....	66

Figura 66: Personagem influenza.....	66
--------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista dos 14 episódios da primeira temporada de “Cells at Work!”	22
Tabela 2: Definições biológicas apresentadas no episódio 1.....	68
Tabela 3: Definições biológicas apresentadas no episódio 2.....	71
Tabela 4: Definições biológicas apresentadas no episódio 3.....	73
Tabela 5: Definições biológicas apresentadas no episódio 4.....	75
Tabela 6: Definições biológicas apresentadas no episódio 5.....	78
Tabela 7: Definições biológicas apresentadas no episódio 6.....	81
Tabela 8: Definições biológicas apresentadas no episódio 7.....	83
Tabela 9: Definições biológicas apresentadas no episódio 8.....	84
Tabela 10: Definições biológicas apresentadas no episódio 9.....	86
Tabela 11: Definições biológicas apresentadas no episódio 10.....	88
Tabela 12: Definições biológicas apresentadas no episódio 11.....	90
Tabela 13: Definições biológicas apresentadas no episódio 12.....	93
Tabela 14: Definições biológicas apresentadas no episódio 13.....	95
Tabela 15: Definições biológicas apresentadas no episódio 14.....	96

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
3. PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	15
3.1 O Uso de animes no ensino de Ciências e Biologia	15
3.2 A Fisiologia e a imunologia humana o Ensino de Ciências	16
3.3 A Sequência didática	17
3.4 Pressupostos metodológicos	19
4. O ANIME	21
4.1 Conhecendo o anime: “Cells at Work!”	21
4.2 Conhecendo os personagens de “Cells at Work!”	24
4.3 Conhecendo os vilões de “Cells at Work!”	54
4.4 Conhecendo os episódios de “Cells at work!”	67
5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA	999
6. LIMITAÇÕES E OUTRAS DISCUSSÕES RELEVANTES	106
7. CONCLUSÃO	108
8. BIBLIOGRAFIA	108

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história da educação, o ensino tradicional desempenhou um papel preponderante nas escolas, tanto no contexto brasileiro, quanto no global. Essa abordagem pedagógica caracteriza-se pela centralização do conhecimento ao professor, que assume a responsabilidade primordial pela transmissão unilateral do saber aos alunos, frequentemente, enfatizando processos de padronização e memorização. Entretanto, um considerável corpo de literatura e pensadores educacionais têm questionado e criticado essa tradicional abordagem de ensino. Nesse contexto, destaca-se a contribuição de Paulo Freire em seu livro *Pedagogia do Oprimido* publicado em 1968:

“Desta maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositário. Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los.” (Freire, 1968).

No contexto educacional, tem-se testemunhado uma evolução significativa, impulsionada por mudanças políticas, sociais e tecnológicas que afetaram profundamente a sociedade. Essas transformações têm gerado uma crescente demanda por revisões nas práticas pedagógicas, à medida que as exigências do século XXI se afastam do paradigma tradicional de ensino. Atualmente, esse modelo é amplamente considerado obsoleto para atender às necessidades educacionais contemporâneas, que enfatizam habilidades como pensamento crítico, colaboração, criatividade, participação ativa e solução de problemas. Nesse contexto, uma perspectiva mais contemporânea e influenciada pelo pensamento de Paulo Freire tem ganhado destaque, enfatizando uma abordagem educacional centrada na relevância e conectada às experiências dos alunos durante o processo de aprendizagem.

É inegável que o século XXI foi profundamente marcado pelo avanço da indústria do entretenimento, particularmente pela ascensão das plataformas de streaming e pela cultura pop, que exercem uma influência significativa, especialmente, sobre as gerações mais jovens. Diante desse cenário, torna-se necessário estabelecer uma sinergia entre o conhecimento acadêmico e as manifestações

culturais e midiáticas contemporâneas. Essa simbiose entre a educação e as tendências culturais atuais desempenha um papel fundamental na promoção de uma compreensão ampliada e contextualizada entre o ensino e o mundo, estimulando e envolvendo os alunos e facilitando a conexão entre os conteúdos educacionais e a realidade em que vivem.

Portanto, este trabalho propõe uma análise que visa explorar o potencial pedagógico do anime “Cells at work!”, como uma alternativa para o ensino de ciências e biologia em sala de aula. A base deste estudo será a análise dos personagens e dos 14 episódios do anime, sob uma perspectiva biológica. O objetivo primordial é identificar e estabelecer correlações entre as características dos personagens do anime e a narrativa dos episódios, com as características correspondentes das células e processos biológicos do mundo real e apresentar uma Sequência Didática (SD) utilizando o anime.

Com esta pesquisa, espera-se disponibilizar aos educadores uma ferramenta que facilite a contextualização e a análise dos personagens e episódios da série, auxiliando-os na exploração do potencial educacional desses recursos culturais na sala de aula.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar e estabelecer correlações entre o anime “Cells at Work!” com os temas referentes ao Ensino de Ciências e Biologia.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever e analisar os personagens do anime, correlacionando as suas características físicas e comportamentais com as células do corpo humano em que fazem referência.
- Resumir, identificar os principais temas biológicos abordados e selecionar as definições biológicas apresentadas em cada episódio do anime.
- Apresentar uma proposta de Sequência Didática (SD) utilizando o anime.

3. PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

3.1. O Uso de animes no ensino de Ciências e Biologia

Após o término da Segunda Guerra Mundial, houve a intensificação nas interações entre as sociedades do Ocidente e do Oriente, promovendo a disseminação de diversas expressões culturais entre as nações. Nessa perspectiva, com o avanço tecnológico crescente e o contato cultural, a história em quadrinhos dos Estados Unidos foi transformada pela primeira vez em um desenho animado chamando a atenção de todo o mundo, inclusive dos japoneses. Dessa forma, em 1958 foram produzidos os primeiros desenhos animados em cores criados pelos japoneses, inspirados na lenda do folclore chinês “Hakujaden” (“A lenda da serpente branca”) (ARTENOSUL, 2017).

Desde então, as animações japonesas, popularmente conhecidas como “animes”, têm conquistado espaço e popularidade em todo o mundo, desempenhando um papel importante na representação de elementos sociais, culturais e tradicionais do Japão (GLADDEN, 1997). No Brasil, os animes são exibidos a décadas, com um marco significativo a partir de 1994 com o fenômeno “Cavaleiros do Zodíaco”, que se tornou um fenômeno de popularidade. Essa tendência perdura até os dias atuais, com inúmeras produções animadas que continuam a ser amplamente transmitidas por canais de televisão abertos e por assinatura, além de encontrar sucesso nas principais plataformas de streaming da atualidade.

Levando em consideração o amplo alcance dos animes como um fenômeno da cultura popular contemporânea, essas produções podem ser consideradas recursos valiosos incorporados à vida dos alunos com potencial de serem utilizados no ambiente educacional. Conforme defendido por Paulo Freire (1987), a educação eficaz deve levar em consideração experiências, saberes prévios e o contexto de vida dos alunos, a fim de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo e engajador. Dessa forma, os animes emergem como uma ferramenta aplicável em diferentes níveis de ensino e disciplinas, utilizado para estimular o interesse dos alunos, promover o conhecimento de outras culturas, explorar temas complexos e a criatividade.

Desse modo, o presente estudo tem como objetivo principal a adoção de animes como uma estratégia pedagógica visando aproximar os discentes da cultura popular e promover um processo de ensino mais atrativo e contextualizado em suas rotinas educacionais. A integração de animes no contexto educacional, quando efetuada com planejamento e alinhamento aos objetivos educacionais específicos, apresenta-se com grande potencial para o Ensino de Ciências. Com a finalidade de integrar a utilização de animes ao ensino, foi selecionado o anime "Cells at Work!" como elemento central no processo de ensino-aprendizagem voltado para o estudo da fisiologia e imunologia humana.

3.2 A Fisiologia e a imunologia humana o Ensino de Ciências

O ensino de fisiologia humana nas instituições educacionais desempenha um papel fundamental na formação dos indivíduos, pois proporciona a compreensão do funcionamento do seu próprio corpo. Essa compreensão é fundamental para promover a conscientização dos alunos acerca de questões relacionadas à saúde e ao bem-estar, capacitando a manter a sua vida saudável, além de compreender e tomar medidas preventivas contra doenças. Dessa forma, o ensino de fisiologia é fundamental para contribuir para a autonomia e a construção da dignidade dos indivíduos com a sua própria saúde e com a saúde coletiva, participando ativamente de decisões relacionadas ao bem-estar.

Apesar da grande importância, o ensino de Fisiologia e Imunologia apresenta desafios significativos no processo de ensino-aprendizagem nas escolas. Os conceitos apresentados no Ensino de Fisiologia e Imunologia são frequentemente abstratos, tornando-se desafiadores de serem relacionados e compreendidos de maneira adequada. Essa complexidade é agravada quando esses conceitos são apresentados por meio de representações visuais e estáticas, como fotografias e desenhos, incapazes de transmitir a natureza sequencial e de um processo contínuo. Para Abreu (2021), "A complexidade dos temas abrangentes à fisiologia são fatores que podem causar determinada abstração e até mesmo estranheza nos estudantes do Ensino Básico."

Além disso, o ensino tradicional tende a segmentar o estudo da fisiologia e imunologia apenas na disciplina de Ciências e através de sistemas isolados, como o

sistema muscular, circulatório, digestivo, reprodutivo, sangue e entre outros. Embora essa segmentação tenha relevância para a organização curricular, pode tornar ainda mais desafiadora a compreensão da fisiologia e imunologia como um processo interconectado e integrado. Isso, por sua vez, dificulta a capacidade dos alunos de relacionar o conhecimento adquirido em sala de aula com situações cotidianas e com o conhecimento ofertado por outras disciplinas, resultando em uma percepção de um conhecimento desconexo da realidade e fragmentado em caixas. (NICÁCIO, SAULO, 2022; DE MELO SEIXAS, 2019).

Dessa forma, torna-se essencial adotar abordagens pedagógicas inovadoras e estratégias de ensino que abordem esses desafios de maneira eficaz, tornando o estudo da fisiologia e imunologia mais concretos e significativos para os estudantes. A incorporação de recursos visuais em 3D e vídeos, juntamente com uma abordagem interdisciplinar, pode desempenhar um papel crucial na promoção e compreensão mais profunda e contextualizada desse importante campo das Ciências. Com o objetivo de superar essas complexidades, o presente trabalho adotou uma abordagem metodológica que faz uso do anime “Cells at Work!” como ferramenta visual integrativa, proporcionando uma representação lúdica e acessível dos fenômenos relacionados ao funcionamento do corpo humano.

3.3 A Sequência didática

Uma sequência didática (SD) configura-se como o arranjo metodológico adotado pelo docente a fim de ordenar suas atividades pedagógicas, orientando-se a partir de núcleos procedimentais e temáticos, juntamente com os objetivos educacionais previamente estabelecidos. De acordo com a definição apresentada por Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), a sequência didática representa um conjunto de atividades escolares organizadas e sistematizadas em torno de um gênero textual, seja ele oral ou escrito.

A estrutura e a dinâmica da sequência didática desempenham um papel crucial na elaboração do planejamento das atividades. Para que a sequência didática seja implementada da melhor maneira, é fundamental que a sua concepção seja elaborada com base em considerações acerca dos elementos e instrumentos envolvidos, os quais devem ser cuidadosamente articulados, juntamente com o propósito educativo

almejado. Para isso, no presente trabalho utilizou como estruturação as considerações propostas por Guimarães & Giordan (2013): Título; Público Alvo; Problematização; Objetivo Geral; Objetivos Específicos; Conteúdos; Dinâmica; Avaliação; Referências Bibliográficas e Bibliografia Utilizada.”

Para além da configuração estrutural da sequência didática (SD), é importante que se leve em consideração a temática a ser abordada. Sob uma perspectiva fundamentada nas ideias de Paulo Freire (1987), torna-se essencial a concepção curricular embasada em temas geradores, com a proposta de diálogo crítico e da problematização das questões pertinentes, estabelecendo, assim, uma relação dialógico-dialética na qual o docente e o discente se engajam em uma produção conjunta de conhecimento e saberes, seguindo uma via de mão dupla.

Partindo dessa premissa problematizadora proposta por Paulo Freire, Delizoicov, Angotti e Pernanbuco (2009) propõem uma abordagem que pautada no desenvolvimento do programa de ensino em sala de aula em três momentos distintos, identificados como os "Três Momentos Pedagógicos":

Primeiro momento: O primeiro momento é pautado na Problematização Inicial (PI), a qual corresponde ao instante em que o educador introduz situações problemas. Durante essa fase, os estudantes são instigados a manifestar suas perspectivas sobre o tema e o professor assume o papel de facilitador, incitando a discussão, formulando indagações pertinentes e fornecendo esclarecimentos necessários.

Segundo momento: O segundo momento é pautado na Organização do Conhecimento (OC), onde é realizado o estudo dos tópicos abordados na problematização inicial, visando a obtenção de novos saberes que contribuam para a compreensão abrangente da temática em questão.

Terceiro momento: O terceiro momento é pautado na Aplicação do Conhecimento (AC) e corresponde ao momento em que o aluno integra os conhecimentos problematizados no primeiro momento, com os conhecimentos adquiridos no segundo momento. Dessa forma, são aplicados o conhecimento construído nas etapas anteriores.

Dessa forma, nesse estudo, a SD foi estruturada de acordo com as propostas de Guimarães & Giordan (2013), pensada de acordo com a abordagem dialógico-dialética, fundamentada na realização de debates coletivos acerca de tópicos de atualidade abordados como proposto por Paulo Freire (1987) e a aplicação dos "Três Momentos Pedagógicos" propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009).

3.4 Pressupostos metodológicos

Conforme Mandarino (2002) propõe, a utilização eficaz de recursos audiovisuais em sala de aula requer uma análise crítica prévia por parte dos professores, a fim de identificar suas características e potencialidades, filtrando os elementos relevantes. Nesse contexto, o presente trabalho foi estruturado em três etapas distintas: análise dos personagens, análise dos episódios e elaboração de uma sequência didática.

Na primeira etapa, foi realizada a análise dos personagens presentes no anime, considerando suas características físicas e comportamentais ao longo de todos os episódios. Para tanto, foram desenvolvidos resumos que descreviam as funções celulares representadas por cada personagem, permitindo uma posterior comparação. Essa análise resultou na identificação das feições e comportamentos mais marcantes dos personagens, relacionados aos respectivos episódios em que surgiam e acompanhados de breves explicações de cunho biológico.

Na segunda etapa, os 14 episódios da primeira temporada da série foram submetidos a uma análise temática com foco no tema central e nos subtemas abordados. Essa avaliação inicial consistiu na elaboração de resumos dos enredos dos episódios, possibilitando a identificação dos principais tópicos relacionados às ciências e à Biologia que emergiram em cada episódio e que poderiam ser explorados pelos professores em contexto pedagógico. Além disso, foram destacadas as definições conceituais apresentadas pelo narrador do anime, contribuindo para a compreensão de conceitos biológicos.

Por fim, a terceira etapa do trabalho consistiu na elaboração de uma sequência didática baseada no episódio 1 da primeira temporada de "Cells at Work!",

denominada Pneumococos, com o propósito de viabilizar a integração do anime "Cells at Work!" como recurso pedagógico nas aulas de Ciências e Biologia.

4. O ANIME

4.1 Conhecendo o anime: “Cells at Work!”

O anime intitulado “Cells at Work!” é uma obra escrita por Akane Shimizu e lançada em 2018, baseada em um mangá de mesmo nome. Essa narrativa se desenvolve em um cenário fictício que representa o ambiente interno do corpo humano. Os personagens são antropomorfizados, assumindo características físicas e comportamentais que representam células típicas do organismo humano, o que proporciona uma representação de suas funções biológicas. A trama se concentra nas experiências de duas células sanguíneas, o glóbulo vermelho e o neutrófilo, à medida que enfrentam desafios diversos, incluindo invasões de vírus, bactérias e outras situações de saúde, como insolação. A primeira temporada (Figura 1) é composta por um total de 14 episódios, cada um com cerca de 20 minutos de duração, em que cada episódio aborda situações distintas que ilustram, de maneira humorada, a colaboração e interação das várias células do corpo humano para manter o organismo em equilíbrio e saúde (Tabela 1).

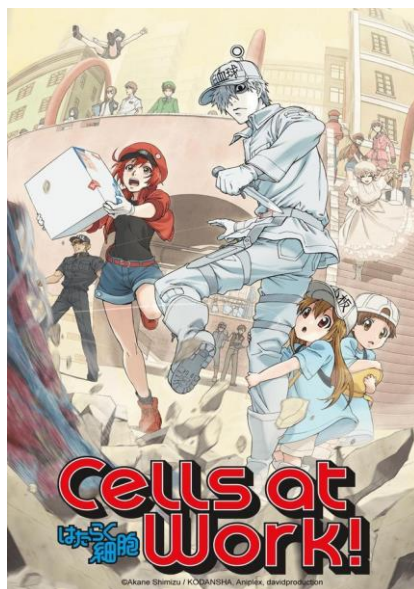


Figura 1: Imagem representativa do anime “Cells at work!”
Fonte: IMDb.com

Tabela 1: Lista dos 14 episódios da primeira temporada de “Cells at Work!”

Episódio	Título
1	Pneumococos
2	Arranhão
3	Influenza
4	Intoxicação alimentar
5	Alergia a Pólen de Cedro
6	Eritroblasto e Mielócitos
7	Célula Cancerígena
8	Circulação Sanguínea
9	Timócito
10	<i>Staphylococcus Aureus</i>
11	Insolação
12	Choque Hemorrágico parte 1
13	Choque Hemorrágico parte 2
14	Gripe comum

- **A representação visual do anime: Comparando com o corpo humano.**

A trama do anime se desenrola dentro do corpo humano e, por isso, pode-se destacar algumas semelhanças do cenário principal com características biológicas do corpo. O cenário do anime se passa dentro de um vaso sanguíneo, representado por uma rua pavimentada com apartamentos em suas laterais, onde o pavimento da rua são as células endoteliais dos vasos sanguíneos e os apartamentos na lateral contendo células são representantes do endotélio ou de tecidos circundantes aos vasos. Ademais, o teto arredondado desse cenário se assemelha à estrutura de um vaso sanguíneo (Figura 2 e 3).

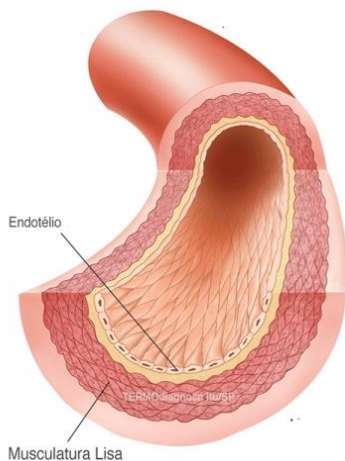


Figura 2: Representação do vaso sanguíneo.
Fonte: termodiagnose.com.br



Figura 3: Cenário principal do anime.
Fonte: David Production

Além disso, o anime também aborda a representação de órgãos do corpo humano. No episódio 4 (Intoxicação Alimentar), o estômago é retratado como uma estrutura que se assemelha a um vulcão, repleto de lava e com elevada temperatura, apresentando paredes espessas e isoladas do restante do corpo (Figura 4). Essa representação visual e conceitual está diretamente relacionada à função ácida do estômago, em decorrência da produção de ácido clorídrico, que desempenha um papel fundamental na ativação de enzimas digestivas. A necessidade de isolamento do ambiente estomacal é ressaltada, uma vez que a preservação dos tecidos adjacentes é primordial, evitando assim a digestão indevida de estruturas adjacentes.



Figura 4: Representação do estômago no anime.
Fonte: David Production.

Por outro lado, no episódio 8 (Circulação Sanguínea), é possível observar a representação do coração e do pulmão. Quando os glóbulos vermelhos estão na veia cava inferior, o percurso que devem seguir é retratado como uma ladeira íngreme,

ilustrando a natureza vertical desse vaso sanguíneo responsável por transportar o sangue da porção inferior do corpo em direção ao coração. Os compartimentos cardíacos são retratados como salas fechadas, repletas de glóbulos vermelhos em seu interior, e, ao se abrirem as portas que simbolizam as válvulas que separam os átrios e ventrículos, as células podem prosseguir em seu trajeto (Figura 5). Durante esse episódio, os pulmões também recebem representação, aparecendo como estruturas ovaladas que simbolizam os alvéolos, irradiando intensa luminosidade e ilustrando sua função como interface com o meio externo (Figura 6).

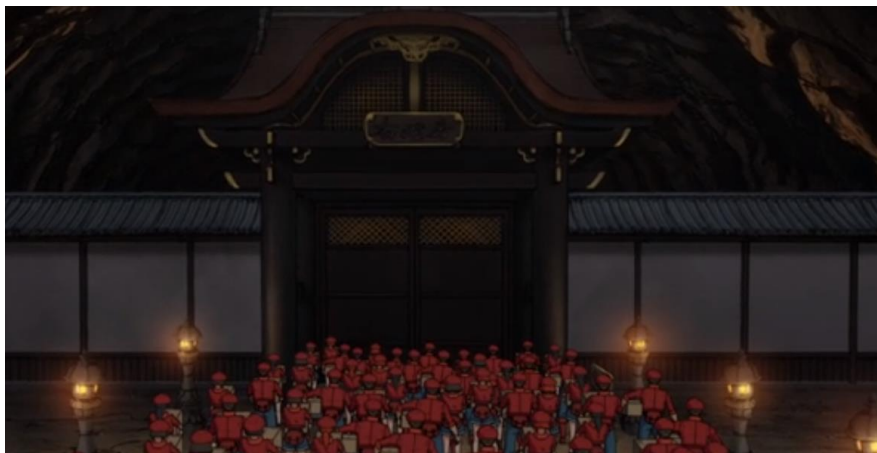


Figura 5: Representação do átrio direito e das válvulas do coração.
Fonte: David Production.



Figura 6: Representação dos pulmões.
Fonte: David Production.

4.2 Conhecendo os personagens de “Cells at Work!”

A seguir serão apresentados os principais personagens de cada um dos episódios da primeira temporada do anime “Cells at Work!”. Os principais pontos

abordados foram a definição biológica da célula representada, as características físicas e comportamentais dos personagens e a atuação do personagem de acordo com a célula que está representando, de acordo com o ponto de vista biológico. Com isso, objetiva-se criar um guia que levanta possibilidades de utilização do anime nas aulas de Ciências e Biologia. Assim, os professores dessas disciplinas terão uma ferramenta que irá facilitar a exploração de todas as potencialidades desse anime.

- **Glóbulo Vermelho e Eritroblasto**

As hemácias (Figura 7), também denominadas eritrócitos ou glóbulos vermelhos, constituem a população celular mais abundante no sangue circulante. São células bicôncavas e pequenas, anucleadas e apresentam em seu interior o grupo heme, que confere a cor vermelha devido a sua composição com o átomo de ferro (Figura 8). Seu tamanho reduzido proporciona características estruturais adequadas para circular pelos capilares mais finos do corpo, ficando restrita aos vasos sanguíneos. Sua função primordial é o transporte de gases respiratórios (Oxigênio e Gás carbônico) para a realização da hematose nos alvéolos pulmonares e suprir a demanda das células do corpo (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015). São originadas pelo processo de hematopoiese, principalmente durante o desenvolvimento fetal, através da produção de suas células precursoras, os eritroblastos, pela medula óssea vermelha que serão direcionadas para o baço para a sua maturação, perdendo o seu núcleo durante esse processo.

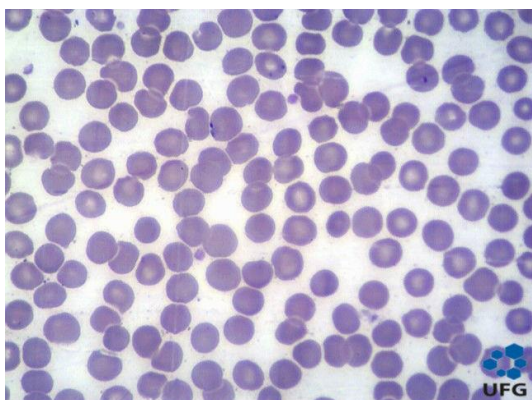


Figura 7: Microscopia de hemácias.
Fonte: Atlas de Hematologia UFG.

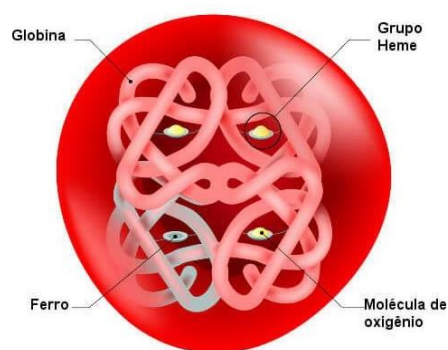


Figura 8: Representação da estrutura da hemácia.
Fonte: Ibapcursos.

No contexto da animação, a personagem principal Glóbulo Vermelho (Figura 9), é representada por uma jovem de cabelos vermelhos e olhos grandes castanhos.

Sua vestimenta é uma blusa preta com um casaco vermelho, short jeans, bota vermelha e boina também vermelha, com a descrição AE3803. É válido ressaltar que a coloração predominantemente vermelha na cor do cabelo e nas vestes da personagem, fazem alusão a cor vermelha das hemácias, devido ao átomo de ferro presente em seu interior. Além disso, é válido destacar que a sua boina apresenta um formato côncavo, remetendo à concavidade das hemácias devido à ausência de núcleo para aumentar a superfície de contato com o meio e, conseqüentemente, facilitar a troca gasosa.

O glóbulo vermelho retratado como a personagem principal, sempre está perdida no caminho que precisa fazer dentro do corpo, por ser um glóbulo vermelho jovem. Por isso, constantemente é ajudada por outras células do sangue, principalmente a glóbulo vermelho madura, a achar o seu caminho até os pulmões ou tecidos. A personagem glóbulo vermelho maduro ou “Senpai”, em tradução livre do Japonês significa veterana, apresenta cabelos castanhos e a descrição AA5100 em sua boina (Figura 10).



Figura 9: Glóbulo vermelho jovem
Fonte: cellsatwork-anime.



Figura 10: Glóbulo vermelho adulto, Senpai.
Fonte: cellsatwork-anime.

Os glóbulos vermelhos apresentados podem estar carregando diversos itens dependendo da sua função no tecido em que se encontra, como o transporte de dióxido de carbono (CO_2) ou de oxigênio (O_2) em uma caixa de papelão (Figura 11 e 12). Tal representação demonstra a função primordial dessas células no transporte desses gases respiratórios, para a realização da hematose, troca gasosa que permite a oxigenação nos tecidos e eliminação de CO_2 do corpo. Aparece em todos os 14 episódios do anime.



Figura 11: Personagem glóbulo vermelho carregando oxigênio.
Fonte: Pinterest.



Figura 12: Personagem glóbulo vermelho entregando CO₂.
Fonte: David Production.

Além disso, também é possível observar outros glóbulos vermelhos carregando nutrientes para o corpo, representada por sanduíches (Figura 13). Tais nutrientes são oriundos da absorção pelo trato gastrointestinal após a alimentação e distribuídos via circulação para outras células do corpo. Devido à complexidade de representar o ambiente intravascular, onde os nutrientes estão sendo carregados de forma diluída e transportados pelo plasma, no anime as hemácias que representam esse ambiente, sendo o principal veículo do transporte dos nutrientes na corrente sanguínea. Embora essa informação não seja biologicamente correta, a adaptação é justificável pela ótica da correlação estabelecida entre as hemácias e o fluxo sanguíneo, para o carregamento de nutrientes.



Figura 13: Personagens glóbulo vermelho carregando nutrientes.
Fonte: Cellsatwork-anime.

No episódio 6 (Eritroblastos e Mielócitos), é retratado o glóbulo vermelho imaturo ou eritroblasto. Na medula óssea vermelha ocorre o processo de eritropoiese, no qual as células multipotentes irão dar origem aos precursores das hemácias, os

eritroblastos (Figura 14). Os eritroblastos, por serem imaturos, foram antropomorfizadas como crianças, com uniforme vermelho parecido com o das escolas e com uma boina vermelha em sua cabeça (Figura 145). Sua boina apresenta na parte superior um “pompom” decorativo, representando a sua nucleação, em contraste com os glóbulos vermelhos maduros que são anucleados e seus personagens não apresentam o “pompom” em sua boina. Essas células residem na medula óssea vermelha, onde amadurecem e aprendem suas funções para, futuramente, se tornarem glóbulos vermelhos maduros.

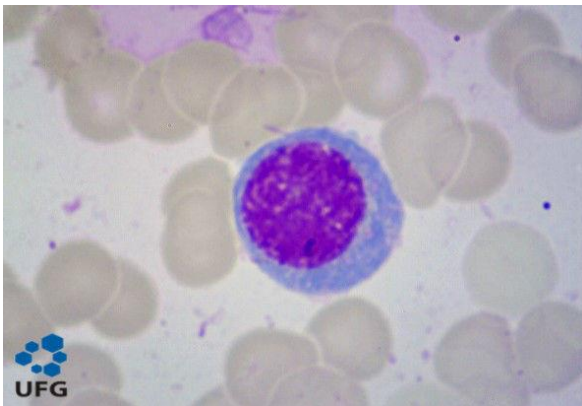


Figura 14: Microscopia de um eritroblasto.
Fonte: Atlas de Hematologia UFG.



Figura 15: Personagem eritroblasto.
Fonte: cellsatwork-anime.

- **Neutrófilo**

Os neutrófilos, também denominados como leucócitos polimorfonucleares, são as células de defesa mais abundantes no sangue circulante. Apresentam papel crucial na resposta imune inata, com função contra a invasão de micro-organismos e fagocitária de bactérias, fungos e células mortas (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015). Apresentam em sua membrana receptores que são capazes de reconhecer antígenos. São produzidos pela medula óssea vermelha através de precursores do tipo mielóides, os mielócitos neutrófilos (Figura 16).



Figura 16: Microscopia de um neutrófilo.
Fonte: Atlas de Hematologia UFG.

No contexto da animação, o personagem principal Neutrófilo (Figura 17) é representado por um jovem adulto com traje de combate de soldado na cor branca, boné também branco com numeração 1146 em sua lateral e carrega sempre consigo uma faca. Em seu boné, podemos perceber a presença de um receptor como uma antena de comunicação, sendo capaz de reconhecer invasores através dele (Figura 18). Aparece em todos os 14 episódios do anime.

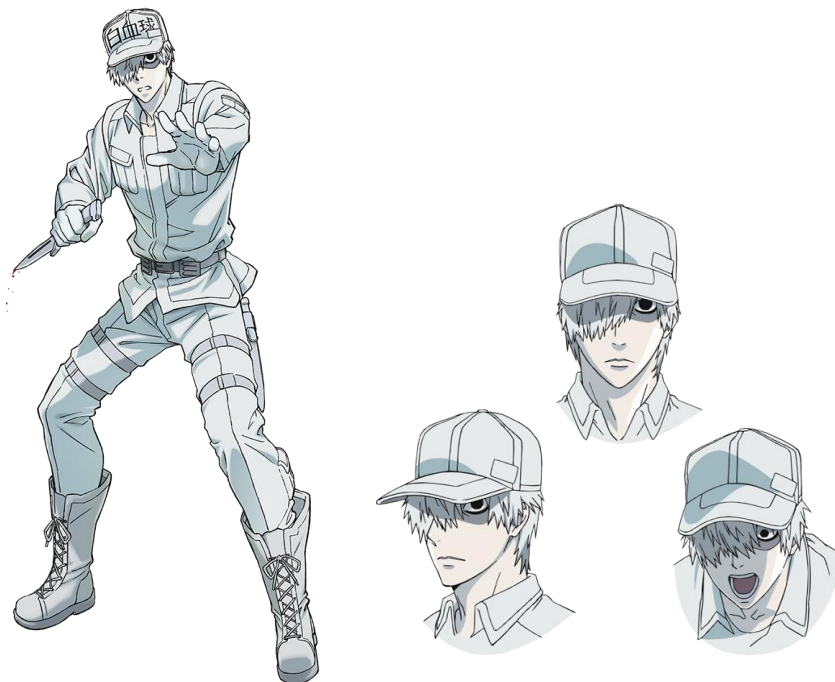


Figura 17: Personagem neutrófilo.
Fonte: cellsatwork-anime.



Figura 18: Personagem neutrófilo com o seu receptor na cabeça.
Fonte: Nerdtrip.

Os neutrófilos são leucócitos granulócitos presentes na corrente sanguínea que possuem a capacidade de aderir às células endoteliais e migrar para o local de infecção nos tecidos, realizando a diapedese. No episódio 1 (Pneumococos) da animação, é retratado o processo de diapedese, em que o neutrófilo atravessa os dutos de ventilação do prédio e chega até uma sala dentro do pulmão, simbolizando as células do tecido pulmonar (Figura 19).



Figura 19: Personagem neutrófilo andando pelos tubos de ventilação.
Fonte: David Production.

No episódio 6 (Eritroblastos e Mielócitos), é representado o neutrófilo imaturo (Figura 20 e 21). Os neutrófilos imaturos são células precursoras dos neutrófilos maduros e foram antropomorfizadas na animação como crianças, seguindo a representação dos eritroblastos. Essas células têm origem na medula óssea vermelha a partir do mieloblasto, que se diferencia em mielócito ainda na medula óssea e, posteriormente, em neutrófilo quando circula no sangue.

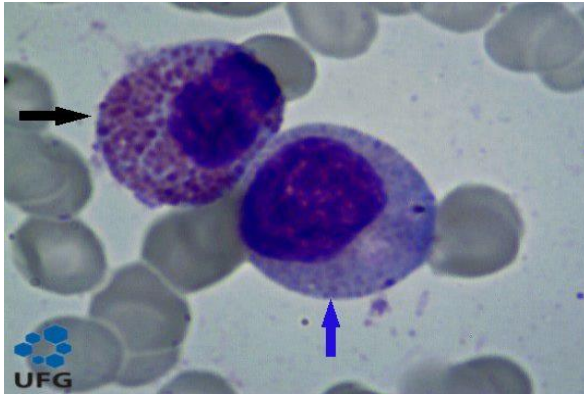


Figura 20: Microscopia de um mielócito (azul).
Fonte: Atlas de Hematologia UFG



Figura 21: Personagem mielócito.
Fonte: cellsatwork-anime

No episódio 11 (Insolação), o neutrófilo após nocautear o patógeno, atua borrifando um spray no mesmo, enquanto a glóbulo vermelho diz que ele está dissolvendo o patógeno (Figura 22). Sob uma perspectiva biológica, os neutrófilos realizam fagocitose e destruição de patógenos interna ou externamente, por meio de proteínas antibióticas presentes em seus grânulos. Assim como os monócitos, os neutrófilos podem utilizar os fagolisossomos, organelas membranosas originadas pela fusão do fagossoma com o lisossoma, e contendo enzimas hidrolíticas responsáveis pela digestão do patógeno. Essas organelas são capazes de produzir peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que auxilia na destruição de bactérias. No entanto, os monócitos possuem um sistema adicional, o sistema H_2O_2 -MPO-haleta, que converte o peróxido de hidrogênio em um antimicrobiano ainda mais potente (BECHARA, 2016). Portanto, o líquido borrifado pelo neutrófilo no episódio pode ser peróxido de hidrogênio ou a enzima produzida por esse sistema, atuando na digestão da bactéria invasora.

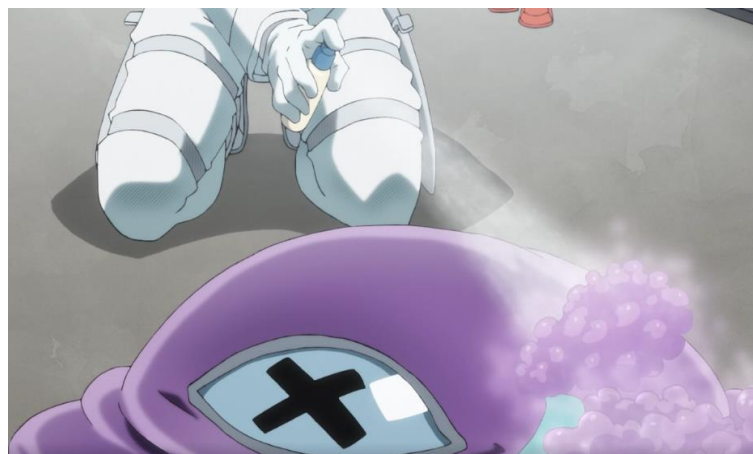


Figura 22: Personagem neutrófilo borrifando um spray em um patógeno.
Fonte: David Production

- **Basófilo**

Os basófilos são células de defesa que constituem menos de 1% dos leucócitos sanguíneos, não sendo normalmente encontrados nos tecidos, apesar de poderem ser recrutados para eles em locais de infecção. Apresentam grande similaridade estrutural e funcional dos mastócitos e receptores para IgE em sua membrana. Como seu número é pequeno nos tecidos, sua importância na defesa do hospedeiro e nas reações alérgicas é incerta (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015) (Figura 23).

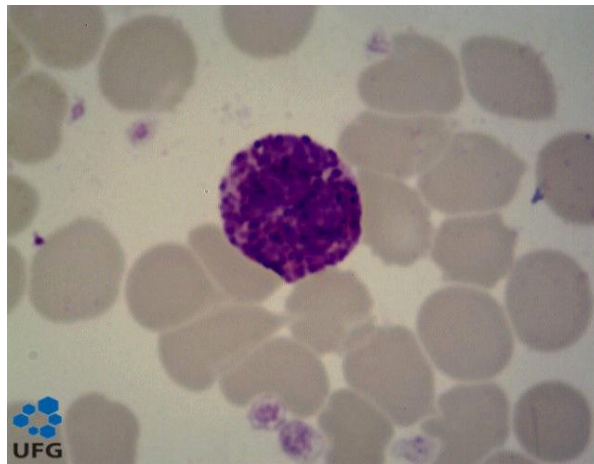


Figura 23: Microscopia de um basófilo.
Fonte: Atlas de Hematologia UFG.

No contexto da animação, o personagem Basófilo é retratado como um homem misterioso, cujas vestes longas são de cor azul e seu rosto é coberto com capuz e máscara (Figura 24). O personagem está relacionado à resposta alérgica por meio da liberação de histamina e à atração de outras células de defesa, como os neutrófilos. Sua aparição ocorre exclusivamente no episódio 4 (Intoxicação alimentar), onde ele surge como um presságio de uma invasão bacteriana tão intensa que o suco gástrico não é capaz de conter.



Figura 24: Personagem basófilo.
Fonte: cellsatwork-anime.

- **Monócito**

Os monócitos são células do sistema fagocitário mononuclear, assim como os macrófagos, porém são células residentes dos vasos sanguíneos (Figura 25). São amplamente distribuídos pelos vasos sanguíneos do corpo humano e produzem mediadores de inflamação, sendo rapidamente recrutados para locais de infecção e tecido danificados. São originadas pelo tecido hematopoiético, sendo denominadas monócitos na circulação sanguínea e, quando realizam a diapedese para os tecidos, são ativadas em macrófagos (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).



Figura 25: Microscopia de um monócito.
Fonte: Atlas de Hematologia UFG.

No contexto da animação, o personagem Monócito é representado como um indivíduo vestindo um macacão de segurança amarelo contra produtos químicos, além de luvas e máscaras pretas. Ele é retratado com um cilindro em suas costas (Figura

26). O personagem faz sua aparição nos episódios 5 (Alergia a pólen de cedro) e 10 (*Staphylococcus Aureus*). No episódio 5 e 10, sua função é a de realizar a limpeza do local após a invasão de patógenos.



Figura 26: Personagem monócito.
Fonte: cellsatwork-anime.

No episódio 10 (*Staphylococcus Aureus*), é apresentada a cena em que um monócito destrói uma bactéria invasora ao liberar um líquido de seu cilindro em direção a bactéria (Figura 27). Do ponto de vista biológico, os monócitos, assim como os leucócitos, possuem fagolisossomos, que são organelas membranosas formadas pela fusão do fagossomo com o lisossomo. Esses fagolisossomos contêm enzimas hidrolíticas em seu interior, com papel de digestão. Além disso, os monócitos possuem o sistema H_2O_2 -MPO-haleta, que converte o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em um antimicrobiano mais potente (BECHARA, 2016). Portanto, o líquido liberado pelo monócito na cena do episódio pode ser o peróxido de hidrogênio ou a enzima produzida por esse sistema, agindo na digestão da bactéria invasora.



Figura 27: Personagem monócito despejando um líquido no invasor.
Fonte: David Production.

Além disso, no mesmo episódio 10 (*Staphylococcus Aureus*), é retratada a cena em que um monócito se aproxima de uma parede em movimento, girando e conseguindo atravessá-la para alcançar o outro lado (Figura 28). Essa representação visual ilustra o papel crucial dos monócitos na diapedese, que é a capacidade dessas células de migrar através das paredes dos vasos sanguíneos, alcançando locais de difícil acesso e se diferenciando em macrófagos ao chegarem aos tecidos.



Figura 28: Personagem monócito atravessando a parede.
Fonte: David Production.

- **Macrófago**

Os macrófagos são células do sistema fagocitário mononuclear, junto com os monócitos, porém são células residentes teciduais (Figura 29). São amplamente distribuídos nos tecidos e órgãos, com papel fundamental de fagocitar o agente invasor, destruir o patógeno via enzimas digestivas e expor em sua superfície o antígeno para ativar os linfócitos T, recrutando também mais monócitos para o local de infecção, sendo um elo chave entre a imunidade inata e adquirida. Além disso, removem células mortas ou danificadas e neutrófilos que se acumularam no local de infecção, na cicatrização de feridas. São originadas pelo tecido hematopoiético, denominadas monócitos na circulação sanguínea e, quando realizam a diapedese para os tecidos, são ativadas em macrófagos.

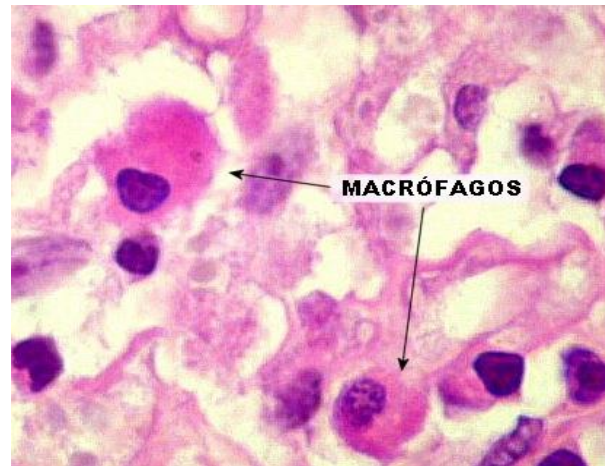


Figura 29: Microscopia de um macrófago.
Fonte: Anatpat-unicamp.

No contexto da animação, a personagem macrófago é representada por uma mulher jovem, alta, com cabelos claros e longos formando uma trança. Suas vestes são um vestido rosa claro no estilo vitoriano clássico e uma bota branca (Figura 30). Aparece nos episódios 3, 5, 6, 7, 9 e 10. A personagem aparece nos episódios 3 (Influenza) e 5 (Alergia ao Pólen de Cedro) onde sua função é reconhecer um vírus e apresentá-lo ao linfócito T regulador por meio de células dendríticas.

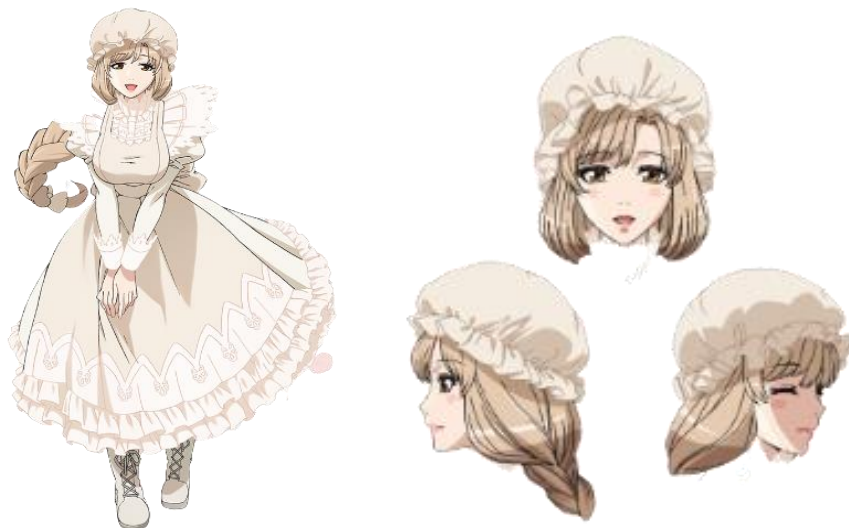


Figura 30: Personagem macrófago.
Fonte: cellsatwork-anime.

No episódio 6 (Eritroblastos e mielócitos), o personagem macrófago é retratado como uma professora na medula óssea vermelha, desempenhando o papel de instruir eritrócitos imaturos sobre sua futura função como eritrócitos maduros. A professora aborda temas como o trajeto na circulação sanguínea e a capacidade de transportar

oxigênio e dióxido de carbono. Além disso, é retratada como paraninfa de uma "formatura de eritrócitos", onde simbolicamente remove o "pompom" de sua boina, representando a enucleação dos eritrócitos e sua transição para células maduras (Figura 31). Biologicamente, a eritropoiese ocorre em "ilhas eritroblásticas", que consistem em um macrófago central cercado por eritroblastos. Acredita-se que esse macrófago central promova a proliferação e maturação dos eritroblastos, além de fagocitar os reticulócitos enucleados remanescentes (Miranda Camila, 2022). Assim, a remoção simbólica do "pompom" pela professora macrófago dos eritroblastos representa o processo de enucleação dessas células.



Figura 31: Personagem macrófago na formatura de eritroblastos.
Fonte: Ptanime.

- **Célula Dendrítica**

As células dendríticas apresentam função essencial na captura via fagocitose e apresentação de antígenos nos órgãos linfoides para a ativação das células T imaturas em células T maduras, sendo um elo chave entre a imunidade inata e a imunidade adquirida (Figura 32). Expressam também receptores que reconhecem moléculas produzidas pelos microrganismos e respondem com a produção de citocinas. São células com grande número de projeções de suas membranas, sendo amplamente distribuídas pelo corpo (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

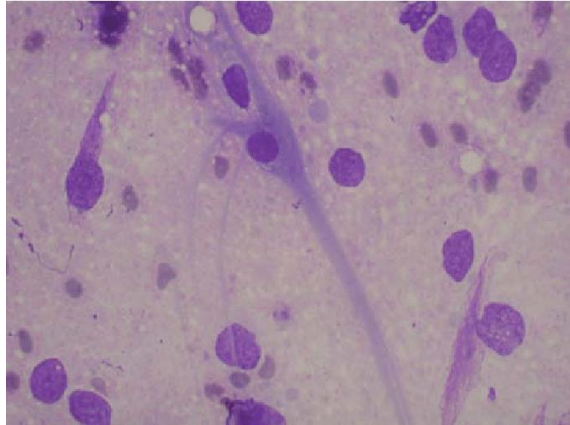


Figura 32: Microscopia de células dendríticas.
Fonte: Oliveira, Francisco et. al 2009.

No contexto da animação, a célula dendrítica é retratada como um jovem vestindo um terno verde, acompanhado de um chapéu verde com um galho em sua ponta, simbolizando as múltiplas projeções dessa célula (Figura 33). O personagem aparece nos episódios 3 (Influenza) e 9 (timócito). Em ambas as situações, as células dendríticas apresentam aos linfócitos T naive a história dos outros linfócitos que agora estão ativos. A partir desse estímulo, os linfócitos naive são ativados e se diferenciam em linfócitos maduros (Figura 34). Sob uma perspectiva biológica, as células dendríticas desempenham um papel crucial como principais células apresentadoras de antígenos (APCs) na ativação de linfócitos T imaturos. Elas possuem prolongamentos citoplasmáticos extensos, estabelecem diversas interações com células circundantes e possuem um limiar de ativação reduzido, resultando em uma ativação rápida com estímulos mínimos (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).



Figura 33: Personagem célula dendrítica.
Fonte: cellsatwork-anime.



Figura 34: Personagem célula dendrítica apresentando as memórias ao linfócito imaturo.
Fonte: Anime21.

- **Eosinófilo**

Os eosinófilos são um subtipo de leucócitos com funções especializadas na resposta imunológica do organismo, notadamente na eliminação de parasitas, especialmente helmintos. Helmintos são organismos que apresentam resistência considerável à fagocitose por neutrófilos e macrófagos, devido à robustez de seus tegumentos em relação aos agentes microbicidas secretados por essas células. Dessa forma, os eosinófilos emergem como uma estratégia eficaz ao liberarem grânulos citotóxicos capazes de atuar nesses parasitas (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

No anime, o eosinófilo é retratado como uma mulher de cabelos loiros e trajés de cor rosa, portando um cajado (Figura 35). Sua aparição ocorre nos episódios 4 e 10 da série. No quarto episódio, o personagem enfrenta uma bactéria identificada como *Vibrio parahaemolyticus* e, devido ao fato de se tratar de um patógeno não-helmíntico, não possui a capacidade de subjugar o invasor com sucesso. Entretanto, em um episódio subsequente, quando se defronta com um parasita nematódeo conhecido como Anisakis, a personagem exibe uma habilidade considerável para combatê-lo e o deter eficazmente. Dessa forma, o episódio retrata a especificidade na atuação dos eosinófilos em alguns parasitas.



Figura 35: Personagem eosinófilo.
Fonte: cellsatwork-anime.

- **Linfócitos B**

Os linfócitos B são células do sistema imunológico especializadas no reconhecimento de antígenos e na produção de anticorpos (Figura 36). São originados na medula óssea vermelha e migram para órgãos secundários linfoides, como baço e linfonodos. Nesses órgãos, completam a sua maturação, sendo ativos quando entrarem em contato com os antígenos e se diferenciarem em linfócitos efetores (plasmócitos) e de memória (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

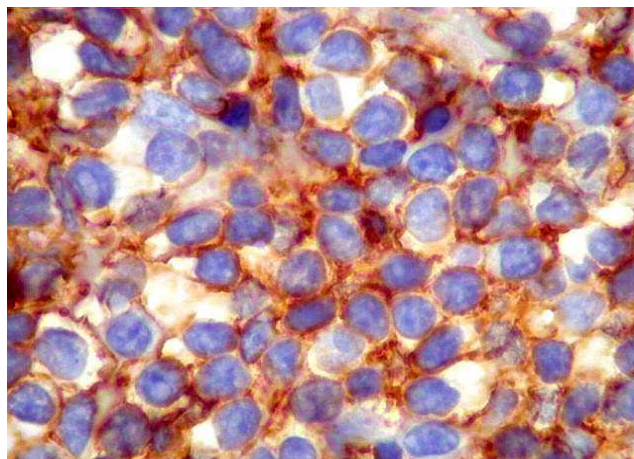


Figura 36: Microscopia de linfócito B.
Fonte: AnatPat.

No contexto da animação, o personagem Linfócito B é retratado como um jovem de cabelos bagunçados castanhos, macacão azul com identificação na lateral

com a letra B, boné também azul virado para trás e botas brancas (Figura 37). O personagem aparece sempre com uma arma com detalhes azul, verde e branco, com a descrição em sua frente de IgE (Imunoglobulina E), um tipo de anticorpo (Figura 38). Aparece nos episódios 3 (Influenza) e 5 (Alergia ao grão de pólen) e 7.



Figura 37: Personagem linfócito B.
Fonte: cellsatwork-anime.



Figura 38: Personagem linfócito B com a sua arma de anticorpos IgE.
Fonte: UniversoAnimeManga.

No episódio 3 (Influenza), o linfócito B aparece de forma um pouco mais tardia para a batalha contra o vírus da Influenza, com a sua arma cheia de anticorpos. Sob uma perspectiva biológica, os linfócitos B naive são ativados por meio do contato com antígenos e se diferenciam em células secretoras de anticorpos, conhecidas como plasmócitos, e em células de memória. Essa resposta imune leva aproximadamente de 5 a 10 dias para se desenvolver completamente (JÚNIOR *et al.* 2010). Portanto, a

representação do linfócito B na animação, ocorre após um tempo significativo de combate, refletindo o processo mais demorado de geração de anticorpos.

Enquanto isso, no episódio 5 (Alergia ao grão de pólen), o linfócito B produz anticorpos do tipo IgE em excesso, sensibilizando mastócitos a produzirem histamina. De fato, o linfócito B é a única célula especializada na produção de anticorpos, como a Imunoglobulina E (IgE), que, ao entrar em contato com os mastócitos e basófilos, gera a sua degranulação, liberando mediadores químicos como a histamina. A histamina é um dos conteúdos liberados pelos mastócitos e tem a função de promover mudanças nos vasos sanguíneos, atuando como mediador da inflamação (PEDRO E FREITAS, 2010).

- **Linfócitos T**

Linfócitos T imaturo (naive) e efetor

Os linfócitos T naive são uma população de linfócitos que ainda não foram expostos a antígenos específicos, ao passo que os linfócitos T efetores compreendem aqueles que foram ativados por antígenos, como os linfócitos T auxiliares e os linfócitos T citotóxicos. Os linfócitos T são células do sistema imunológico que se originam de células-tronco presentes na medula óssea vermelha, sofrendo maturação nos órgãos linfoides secundários e no timo, onde são expostos a antígenos apresentados por células apresentadoras de antígenos (APCs). Após a ativação pelas APCs, as células T naive passam por uma proliferação celular denominada expansão clonal, resultando no aumento do número de clones específicos para o antígeno encontrado. Essas células também se diferenciam em linfócitos T efetores. Além disso, outros linfócitos T ativados podem diferenciar-se em células de memória, que possuem uma longa vida útil e são capazes de promover uma resposta imunológica mais rápida e eficaz em futuros encontros com o mesmo (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

No contexto da animação, o linfócito T naive é retratado como uma personagem infantil vestindo roupas sociais completamente pretas, incluindo uma calça e uma blusa, e usando um boné também preto com a palavra "naive" na parte frontal (Figura 39). Após passar pelo processo de maturação, o linfócito T se transforma em um

adulto alto e robusto, vestindo trajes pretos rasgados, e mantém o boné com a inscrição "naive" (Figura 40). Os personagens aparecem nos episódios 3 (Influenza) e 9 (Timócito).



Figura 39: Personagem linfócito T naive.
Fonte: cellsatwork-anime



Figura 40: Personagem linfócito T efetor.
Fonte: cellsatwork-anime.

No episódio 3 (Influenza), é retratada a ativação de um linfócito T naive em um linfócito T citotóxico por meio das células dendríticas. Essa ativação ocorre quando a célula dendrítica apresenta ao linfócito T imaturo memórias de quando os linfócitos T citotóxicos também eram linfócitos T naive. Sob uma perspectiva biológica, todos os linfócitos T citotóxicos são inicialmente produzidos na forma de linfócitos T naive e,

posteriormente, ao entrar em contato com um antígeno, são ativados e se diferenciam em linfócitos T efetores. Para essa ativação ocorrer, os linfócitos T precisam reconhecer antígenos apresentados pelas células apresentadoras de antígenos (APCs), sendo as células dendríticas as principais APCs. Além disso, tanto as células dendríticas quanto os linfócitos são atraídos para o mesmo local no linfonodo pelas mesmas quimiocinas, que são citocinas responsáveis por recrutar células de defesa, facilitando assim a apresentação do antígeno. No entanto, é importante ressaltar que, na realidade, essa ativação ocorre nos órgãos linfoides secundários, o que não é representado nessa cena específica.

No episódio 9 (timócito), é retratado o processo de diferenciação das células T no timo, onde elas passam por um treinamento para se especializarem como células T auxiliares (TCD4+), células T citotóxicas (TCD8+) e células T reguladoras. Sob uma perspectiva biológica, as células sanguíneas têm uma origem comum a partir de uma célula-tronco precursora denominada progenitor multipotente, que se diferencia progressivamente até gerar uma célula pré-T, dedicada a originar apenas linfócitos T. No caso dos linfócitos T imaturos, quando ativados, eles se diferenciam em células efetoras, principalmente as células T auxiliares e T citotóxicas, que são predominantes durante a resposta imune, mas também podem gerar os outros tipos de linfócitos T (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

Linfócitos T Citotóxico ou CD8+

Os linfócitos T citotóxicos ou TCD8 + tem como função principal a eliminação de células infectadas. São produzidas pela medula óssea vermelha na forma de linfócitos T imaturos que serão direcionados para o timo. Após esse período, migram para os órgãos linfoides secundários (baço e linfonodos) onde serão transformados em linfócitos t maduros. Quando entram em contato e reconhecem os antígenos derivados dos patógenos, sofrem mais um evento de diferenciação, originando linfócitos T efetores e de memória (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

No contexto da animação, o personagem linfócito T citotóxico é um jovem adulto alto, forte, com roupa social preta, similar às vestes dos outros linfócitos, e um boné escrito "KILL" na parte da frente (Figura 41). Aparece no episódio 1, 3, 6, 7, 8, 9 e 14 com a função de combate ao patógeno, de forma rápida e contundente. Sob uma perspectiva biológica, o linfócito T citotóxico reconhece antígenos nas células

infectadas e apresentam a função de matá-las, eliminar reservatórios de infecção e ativação celular.



Figura 41: Personagem linfócito T citotóxico.
Fonte: cellsatwork-anime.

Linfócito T Auxiliar ou CD4+.

O linfócito T auxiliar, ou linfócito TCD4, apresenta função de coordenar a função da defesa imunológica, através da produção de citocinas. Atua na diferenciação de linfócitos B para aumentar o número de anticorpos secretados na resposta imunológica humoral, promovendo reações inflamatórias ricas em leucócitos ativos e ativando macrófagos na imunidade mediada por células (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

No contexto da animação, é representado por um jovem de óculos, calça verde e blusa social branca, com marcação em seu ombro e peito de patentes similares às patentes militares (Figura 42). Sempre é visto em uma sala de controle, recebendo informações de macrófagos, células dendríticas e linfócitos T reguladores para comandar o esquadrão de linfócitos T citotóxicos quando necessário, informando outras células do corpo sobre uma invasão ou problema. Aparece nos episódios 1, 3, 4, 5, 9 e 14.

Sob uma perspectiva biológica, ao entrar em contato com uma célula apresentadora de antígeno (APC) apresenta funções de ativação de fagócitos,

eosinófilos, células B e a produção de anticorpos, expansão de células mielóides e produção de mediadores químicos inflamatórios. Em virtude dessas capacidades, o linfócito T auxiliar exerce um papel fundamental na coordenação das respostas linfocitárias durante uma invasão patogênica (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

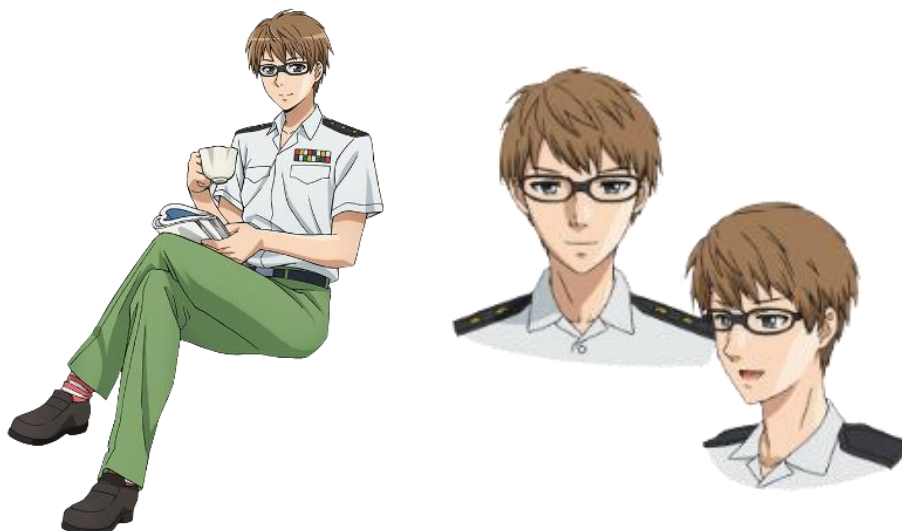


Figura 42: Personagem linfócito T auxiliar.
Fonte: cellsatwork-anime.

Linfócito T Reguladores

O linfócito T regulador apresenta papel na regulação imunológica através da supressão da resposta imunológica. São células fundamentais para manter a homeostase do organismo, controlando a intensidade das respostas inflamatórias (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

No contexto da animação, é representada por uma mulher com saia lápis, blusa e blazer social, salto alto, cabelo preso em um coque e um fone de ouvido com microfone, remetendo ao papel de uma secretária (Figura 43). Aparece nos episódios 1, 3, 4, 5, 9, 14.

Nos episódios recebe informações de outras células do sistema imunológico e informa para o linfócito T auxiliar a situação do sistema imune. Sob uma perspectiva biológica, as células T reguladoras estão relacionadas a auto tolerância imunológica e no controle de respostas imunes, ao controlar a supressão de outras células T.

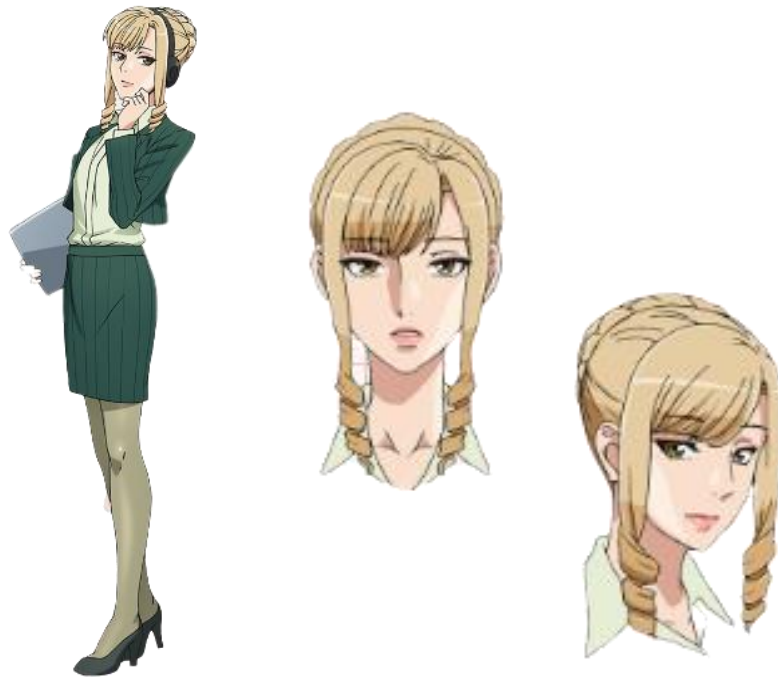


Figura 43: Personagem linfócito T regulador.
Fonte: cellsatwork-anime.

- **Linfócito B e T de memória.**

Os linfócitos T e B de memória são linfócitos não efetores e atuam no sistema imune adaptativo. Ao ocorrer uma infecção, os linfócitos B e/ou T que se ligaram a antígenos, diferenciam-se em células efetoras e geram células de memórias também. As células de memória são responsáveis por “memorizar” e futuramente responder de forma rápida e específica quando exposto novamente ao mesmo antígeno, enquanto o linfócito B produzirá anticorpos específicos rapidamente, o linfócito T atacará de forma rápida e eficiente o invasor.

No contexto da animação, o linfócito B é representado como um indivíduo jovem vestindo uma blusa social preta, gravata roxa e usando um colete e calça social cinza. Seu cabelo é retratado de forma bagunçada (Figura 44). Aparece exclusivamente no episódio 5. Por outro lado, o linfócito T é retratado como um homem mais velho vestindo roupas pretas semelhantes às dos outros linfócitos, e ele usa um boné que possui a inscrição "Memory", em alusão às células de memória (Figura 45). Aparece exclusivamente no episódio 3. Ambos os personagens são sempre vistos carregando um caderno com anotações importantes e demonstram uma busca constante por informações quando o corpo é invadido. Aparecem no episódio



Figura 44: Personagem linfócito B de memória.
Fonte: cellsatwork-anime.



Figura 45: Personagem linfócito T de memória.
Fonte: cellsatwork-anime

- **Linfócitos Assassinos Naturais ou Linfócito NKT**

Os linfócitos assassinos naturais ou células NK (do inglês *natural killer*), são um tipo de linfócito da defesa inatas. Apresentam funções similares aos linfócitos T, porém não apresentam receptores de antígenos na superfície da sua célula. Portanto, a sua função principal é a morte de células infectadas e lesionadas por uma invasão, através de sua atividade citotóxica. São linfócitos circulantes nos vasos sanguíneos, tendo papel fundamental na identificação e morte de células anormais, como células tumorais e células infectadas por vírus (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

No contexto da animação, é representado por uma mulher forte de short verde, regata preta e cabelo curto preto, com uma bota verde em seus pés. Aparece no episódio 6 e 7, identificando uma célula tumoral que não foi percebida pelos linfócitos t citotóxico e neutrófilo, conseguindo isolar a célula em um local e tentar a destruir (Figura 46).

Sob uma perspectiva biológica, as células Natural Killer (NK) são notáveis por sua capacidade de eliminar células tumorais e outras células infectadas por vírus, sem a necessidade de prévia sensibilização. De maneira geral, o gene do Complexo Principal de Histocompatibilidade (MHC - Major Histocompatibility Complex) codifica antígenos ou proteínas que são apresentados na superfície celular, funcionando como marcadores de identificação para o sistema imunológico. No entanto, os linfócitos T são capazes de reconhecer antígenos somente no contexto do MHC, ou seja, se uma célula invasora perder a expressão do gene MHC, o linfócito não será capaz de reconhecê-la como invasora. Nesse sentido, os linfócitos NK desempenham um papel de extrema importância, uma vez que são capazes de reconhecer células com baixa expressão de MHC, como células infectadas por vírus e células transformadas, e combater a invasão, além de sinalizar para outras células também (OLIVEIRA E DIAMOND, 2008).



Figura 46: Personagem linfócito NK.
Fonte: cellsatwork-anime.

- **Plaqueta**

As plaquetas, também conhecidas como trombócitos, são fragmentos celulares derivados de megacariócitos na medula óssea vermelha (Figura 47). Sua função é manter a hemostasia e reparação vascular, sendo responsável pela formação de um tampão plaquetário durante a coagulação sanguínea. Participa da cascata de coagulação, processo que visa controlar o sangramento e formar um coágulo sanguíneo através da conversão de fibrinogênio solúvel em fibrina solúvel (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

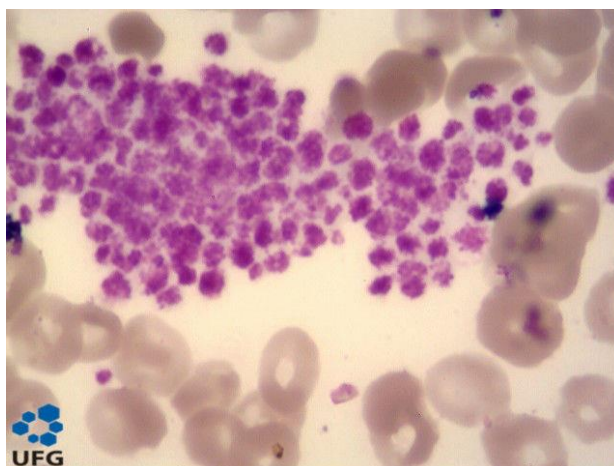


Figura 47: Microscopia de uma agregação plaquetária.
Fonte: Atlas de Hematologia UFG.

No contexto da animação, são retratadas como crianças com uma blusa longa azul, boné branco e botas pretas. Sempre estão carregando umas bolas metálicas chamadas fatores de coagulação ou uma rede (Figura 48). Aparecem nos episódios 1, 2, 10, 12 e 13.

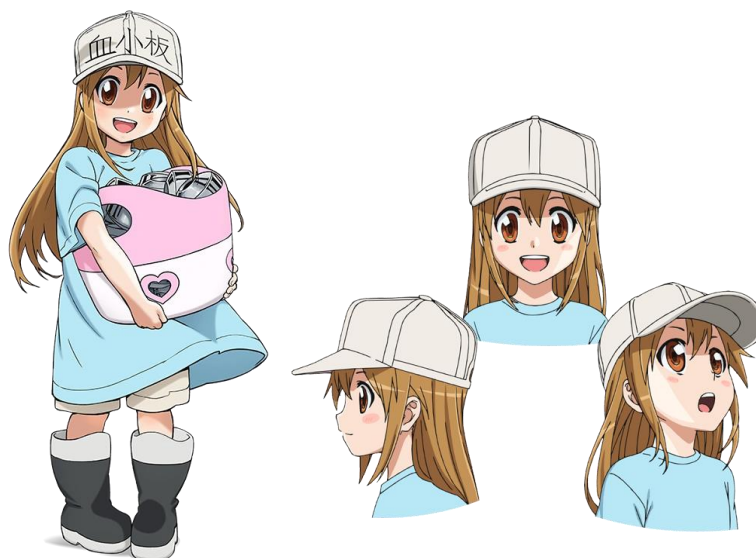


Figura 48: Personagem plaqueta.
Fonte: cellsatwork-anime.

No episódio 2 (Arranhão), as plaquetas utilizam o receptor glicoproteico (GPIb) e os fatores de coagulação para desempenhar seu papel na hemostasia. A rede de fibrina é empregada pelas plaquetas para o fechamento do local lesado (Figura 49 e 50). Sob uma perspectiva biológica, o componente GPIb consiste em uma glicoproteína que promove aumento da concentração citoplasmática de cálcio, o que resulta em sua ativação e aumento do potencial de agregação plaquetária. Adicionalmente, os fatores de coagulação são elementos essenciais para a ocorrência do processo de coagulação, incluindo cálcio, enzimas inativas e moléculas associadas às plaquetas ou ao tecido danificado. A cascata de coagulação, por sua vez, consiste em uma sequência de reações químicas que são ativadas ou inativadas por diversos componentes, incluindo o GPIb e os fatores de coagulação mencionados. Desse modo, é de suma importância que as plaquetas apresentem tais elementos para que ocorra a coagulação, conforme destacado por Landi e Júnior (2003).

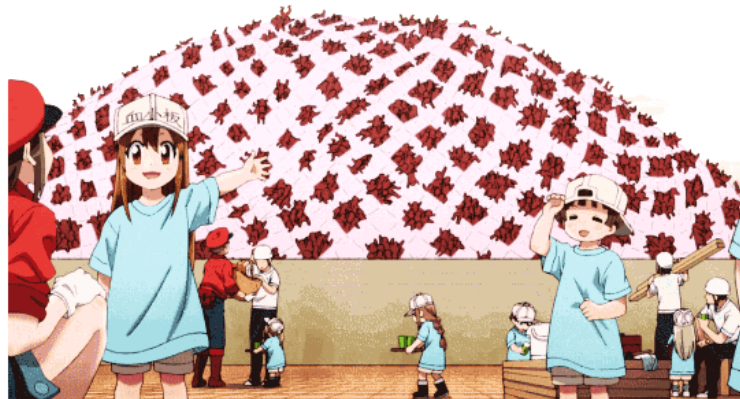


Figura 49: Plaquetas com a sua rede de fibrina para controlar a hemorragia.
Fonte: David Production.



Figura 50: Plaquetas carregando GPIb.
Fonte: Animeunited.

- **Mastócito ou Mast Cell**

Os mastócitos são células de defesa que, na sua fase adulta, não são encontrados na circulação, mas estão presentes em tecidos, principalmente perto de pequenos vasos sanguíneos e nervos (Figura 51). Atuam na defesa de parasitas, como helmintos, e outros microrganismos e nas doenças alérgicas (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).

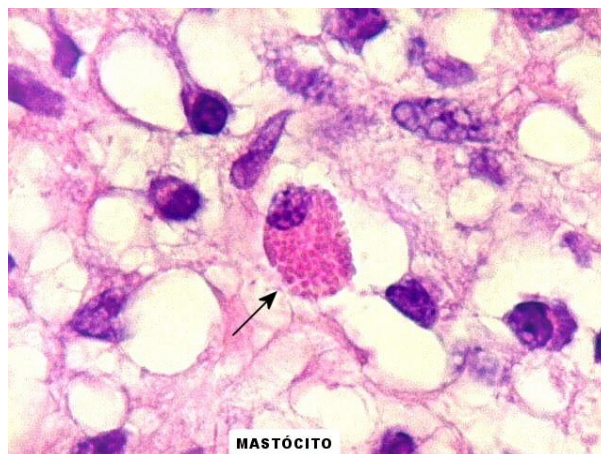


Figura 51: Microscopia de um mastócito.
Fonte: AnatPat.

No contexto da animação, é representada por uma jovem de cabelos longos e pretos, blusa amarela e saia marrom, com meia calça preta, sapato de salto branco e um jaleco por cima de sua roupa (Figura 52). Aparece no episódio 4 (Intoxicação alimentar) e no episódio 5 (Alergia ao grão de pólen), sendo evidenciado o papel do mastócito na produção da histamina.

No episódio 5 (Alergia a grão de pólen), destaca-se o papel desempenhado pela histamina na indução da resposta inflamatória e alérgica. A histamina, enquanto vasodilatador endotelial vascular, propicia a diapedese de células de defesa em direção aos tecidos afetados. Todavia, verifica-se que a hiperprodução de imunoglobulina E (IgE) por parte do linfócito B, resulta em uma notável sensibilização do mastócito e, conseqüentemente, uma liberação descontrolada de histamina, acarretando sintomas como espirros, congestão nasal e lacrimejamento. Sob uma perspectiva biológica, os mastócitos apresentam receptores de alta afinidade para a IgE, os quais promovem sinalização e liberação de histamina, provocando alterações nos vasos sanguíneos. Assim, ao ocorrer um excesso de produção de IgE, também

ocorre uma superprodução de histamina, estabelecendo uma resposta positiva entre essas duas células (ABBAS, LICHTMAN E PILLAI, 2015).



Figura 52: Personagem mastócito.
Fonte: cellsatwork-anime.

4.3 Conhecendo os vilões de “Cells at Work!”

- ***Streptococcus pneumoniae***

Streptococcus pneumoniae, conhecido como Pneumococo, é uma bactéria gram-positiva que faz parte da microbiota bacteriana normal das vias aéreas superiores humanas, especialmente na orofaringe. Sua estrutura externa é constituída por três camadas distintas: cápsula polissacarídica, parede celular e membrana celular. A diversidade de composição dos polissacarídeos capsulares resulta na identificação de mais de 90 sorotipos de Pneumococos atualmente. A transmissão dessa bactéria ocorre predominantemente através do contato com saliva ou muco (FIOCRUZ, 2022).

Apesar de sua presença habitual no trato respiratório humano, em situações de imunidade comprometida, o *S. pneumoniae* pode causar uma variedade de doenças. Dentre as principais enfermidades associadas estão a meningite bacteriana, sinusite, otite média, bronquite, conjuntivite, sepse e pneumonias bacterianas. Essas doenças afetam indivíduos de todas as faixas etárias, com maior incidência em crianças menores de 5 anos, idosos e pessoas com comprometimento do sistema imunológico. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a doença pneumocócica contribui

com 15% de todas as mortes em crianças com até 5 anos de idade e é uma das principais causas de internação e mortalidade em idosos com mais de 60 anos. No ano de 2010, o Brasil tornou-se pioneiro na introdução da vacina pneumocócica conjugada decavalente (PCV10) como parte do calendário nacional de imunização infantil.

No anime, o personagem aparece no episódio 1 (Pneumococcus), onde é apresentada uma infecção causada pela bactéria *Streptococcus pneumoniae* (Figura 53). Nesse contexto, o personagem neutrófilo, ao tentar combater o pneumococcus, encontra uma barreira de proteção ao redor da bactéria (Figura 54). Do ponto de vista biológico, o principal fator de virulência do *S. pneumoniae* está associado aos polissacarídeos capsulares, os quais desempenham diversas funções, incluindo a capacidade de evasão do sistema imunológico por meio da inibição da fagocitose, a prevenção da ativação do sistema de complemento e a proteção contra as armadilhas extracelulares de neutrófilos (NETs) (TAVARES, LUCIANA, 2015). Assim, a barreira de proteção retratada no episódio corresponde, na verdade, à cápsula polissacarídica presente em *S. pneumoniae*.



Figura 53: Personagem *Streptococcus pneumoniae*.
Fonte: cellsatwork-anime.



Figura 54: Personagem *S. pneumoniae* defendendo o ataque do neutrófilo.
Fonte: Theactivescientist.

No mesmo episódio (Pneumococcus), é retratado o personagem Pneumococos se escondendo dentro de uma caixa de papelão transportada pela personagem glóbulo vermelho, até chegar ao pulmão (Figura 55). Do ponto de vista biológico, os glóbulos vermelhos desempenham um papel considerável no crescimento bacteriano devido a sua função no transporte de nutrientes, especialmente o ferro. No entanto, o ferro presente nos glóbulos vermelhos interage com o peróxido de hidrogênio e o superóxido, gerando um radical livre altamente reativo e prejudicial a diversos microrganismos. Atualmente sabe-se que essa estratégia de inibição dos glóbulos vermelhos é parcialmente eficaz contra o *S. pneumoniae*, pois a bactéria ainda é capaz de invadir as hemácias, sendo transportada pelo corpo e consegue se esconder dos leucócitos de forma mais eficiente, passando, em parte, despercebida pelo sistema imunológico (YAMAGUCHI *et al.* 2013). Assim, a barreira de proteção retratada no episódio pode ser a cápsula polissacarídica como também a rede de fibrina para a proteção contra o ataque de leucócitos.

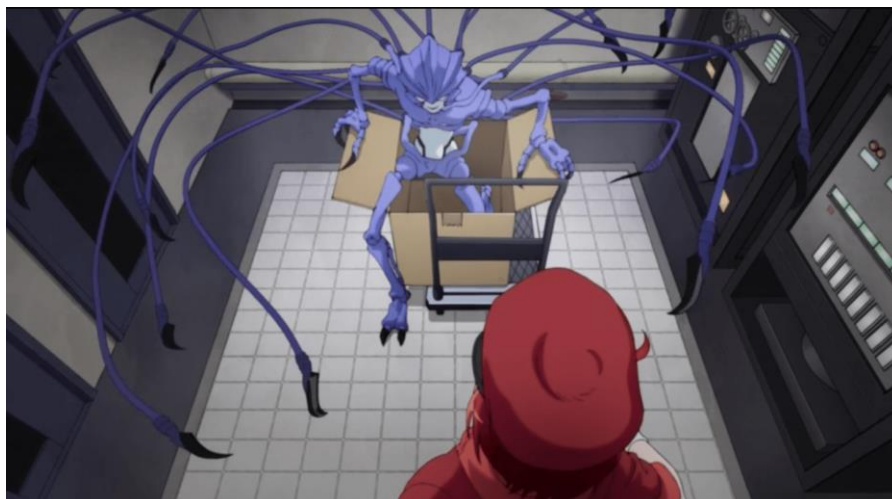


Figura 55: Personagem *S. pneumoniae* saindo da caixa que estava escondida.
Fonte: David Production.

- ***Staphylococcus aureus***

Staphylococcus aureus é uma bactéria gram-positiva que faz parte da microbiota bacteriana normal humana, predominando nas fossas nasais e na pele. Essas bactérias podem ser encontradas isoladamente, em pares ou em colônias, apresentando uma morfologia característica em cacho de uvas (do grego "staphyle" para uvas). As doenças causadas por *S. aureus* podem resultar tanto da invasão direta dos tecidos, quanto das toxinas que ela produz, manifestando-se em foliculite, carbúnculo, antraz, furúnculo e outras doenças de pele. Além disso, *S. aureus* pode gerar bacteremia, disseminando-se para diferentes tecidos e órgãos, resultando em infecções locais, como broncopneumonia, meningite e infecções ósseas (SOCIEDADE BEFECIENTE ISRAELITA BRASILEIRA, 2019).

No anime, o personagem aparece nos episódios 2 e 10 (*Staphylococcus aureus*), onde é apresentada uma infecção causada por *S. aureus* (Figura 56). Nesse contexto, o personagem neutrófilo, ao tentar combater a bactéria, encontra uma barreira de proteção ao seu redor (Figura 57). Do ponto de vista biológico, *S. aureus* apresenta diversas enzimas e toxinas que desempenham papéis no mecanismo de patogenicidade e resistência. Uma dessas enzimas é a coagulase, que converte o fibrinogênio em fibrina, independentemente da presença de cálcio e fatores de coagulação sanguínea. Essa conversão resulta na deposição de fibrina ao redor da bactéria invasora, dificultando a sua fagocitose pelos neutrófilos.



Figura 56: Personagem *Staphylococcus aureus*.
Fonte: cellsatwork-anime.



Figura 57: Personagem *S. aureus* utilizando sua rede de fibrina para se defender.
Fonte: David Production.

- **Campylobacter**

Campylobacter constitui um gênero de bactérias caracterizadas por sua morfologia em forma de bacilos curvos, finos e compridos. Esses microrganismos são classificados como gram-negativos e se movimentam por meio de um único flagelo, que excede em comprimento o dobro ou triplo da própria célula (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

São considerados agentes zoonóticos, ou seja, são capazes de causar doenças em animais que podem ser transmitidas aos seres humanos, manifestando-se clinicamente como febre e diarreia, variando de casos leves a severos. A contaminação humana com essa bactéria pode ocorrer por meio do consumo de carne mal cozida contaminada, permitindo a sua chegada ao intestino e posterior

translocação através da mucosa gastrointestinal. Além disso, a infecção também pode ocorrer por meio da invasão de células epiteliais. (ASAE, 2023).

No anime, o personagem aparece no episódio 2 (Arranhão), como uma das bactérias oportunistas a entrarem no corpo humano quando uma ferida é aberta na superfície da pele (Figura 58).



Figura 58: Personagem Campylobacter.
Fonte: cellsatwork-anime.

- ***Streptococcus pyogenes***

Streptococcus pyogenes, também conhecido como estreptococo do tipo A, é uma bactéria Gram-positiva que não faz parte da microbiota bacteriana habitual do organismo humano, apesar de ser uma bactéria estritamente humana. A interação dessa bactéria com o homem é complexa, uma vez que é capaz de promover um amplo espectro de consequências, como doenças agudas ou crônicas, superficial ou invasiva, ou, ainda, totalmente assintomática. (BRITO, DAYANE *et al.* 2020).

S. pyogenes possui associação clínica com o desenvolvimento de condições patológicas, tais como faringite aguda, escarlatina, infecções cutâneas, febre reumática aguda e cardiopatia. A sua transmissão ocorre principalmente por gotículas respiratórias ou feridas infectadas, mas pode ocorrer por transmissão alimentar, principalmente de leite não pasteurizado (SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE SÃO PAULO, 2008).

No anime, o personagem aparece no episódio 2 (O arranhão), como uma das bactérias oportunistas a entrarem no corpo humano quando uma ferida é aberta na superfície da pele (Figura 59).



Figura 59: Personagem *Streptococcus pyogenes*.
Fonte: cellsatwork-anime.

- ***Pseudomonas Aeruginosa***

Pseudomonas aeruginosa, é uma bactéria gram-negativa considerada onipresente no ambiente, frequentemente encontrada em fontes de água, solo e, particularmente, em ambientes hospitalares. Infecções atribuídas a esse patógeno são amplamente associadas a hospitais, especialmente em pacientes com imunidade comprometida, representando uma preocupação significativa devido à sua alta resistência a múltiplas classes de medicamentos (SANAR MEDICINA, 2023).

P. aeruginosa é reconhecida como um agente patogênico oportunista, capaz de causar uma ampla gama de infecções, incluindo infecções do trato urinário, infecções respiratórias, infecções da pele e tecidos moles, infecções oftalmológicas, infecções ósseas e articulares, bem como outras infecções sistêmicas (NACIONAL NOSOCOMIAL INFECTIONS, 2003). Nas instalações hospitalares, sua principal rota de transmissão ocorre por meio de água, alimentos e equipamentos respiratórios, sendo comumente introduzida nesse ambiente através de fontes alimentares.

No anime, o personagem aparece no episódio 2 (Arranhão) e episódio 6 (Eritroblasto e Mielócitos), como um dos principais patógenos oportunistas (Figura 60).



Figura 60: Personagem *Pseudomonas Aeruginosa*.
Fonte: cellsatwork-anime.

- **Anisakis**

Anisakis é um gênero de nematódeos parasitas que colonizam principalmente o trato gastrointestinal. Esse parasita apresenta um ciclo de vida marinho, no qual os mamíferos marinhos atuam como hospedeiros finais e os crustáceos e algumas espécies de peixes são os hospedeiros intermediários. A infecção em seres humanos ocorre de forma acidental através do consumo de carne infectada e, as larvas ingeridas, não conseguem atingir o estágio adulto. A principal via de transmissão desse parasita para os seres humanos é por meio da ingestão de hospedeiros intermediários crus ou insuficientemente cozidos, sendo a infecção especialmente comum em áreas como Japão, Coreia e outras regiões onde o consumo de peixe cru é uma prática tradicional (AIBINU IBUKUN, 2019).

Quando ingerido pelo ser humano, o Anisakis pode causar a doença conhecida como anisakiase, caracterizada por distúrbios gástricos, incluindo ulcerações nas paredes do estômago e intestino. Além disso, o parasita pode eventualmente alcançar outros órgãos, como fígado, pulmões e tecidos diversos. Essas manifestações clínicas têm sido amplamente documentadas em estudos científicos, destacando a importância dessa parasitose como um problema de saúde pública, principalmente após a popularização da comida advinda da cultura oriental.

No anime, o personagem aparece no episódio 4 (Intoxicação alimentar) como um dos principais patógenos causadores da intoxicação alimentar (Figura 61).



Figura 61: Personagem Anisakis.
Fonte: Cellsatwork-anime

- **Vibrio bactéria**

O gênero *Vibrio* engloba uma variedade de bactérias gram-negativas, abrangendo mais de 80 espécies conhecidas, das quais 12 são potencialmente patogênicas para os seres humanos. Essas bactérias possuem como habitat as águas costeiras e estuarinas. Dentre as espécies do gênero *Vibrio*, três se destacam pela importância para a saúde humana: *V. vulnificus* e *V. parahaemolyticus*, que são responsáveis pela ocorrência de enterite aguda ou diarreia bacteriana, e *V. cholerae*, o agente causador do cólera.

No ser humano, as infecções por *Vibrio* podem resultar em uma variedade de sintomas, como diarreia, septicemia, otites, além de infecções na pele e nos tecidos moles. A maioria dos casos e surtos relacionados a *Vibrio* ocorrem devido ao consumo de peixes, mariscos, moluscos crus ou mal cozidos. No entanto, é importante ressaltar que frutas e verduras irrigadas com água contaminada também podem ser fontes de transmissão dessas bactérias (CANELLAS, ANNA 2021).

No anime, o personagem (Figura 62) aparece no episódio 4.



Figura 62: Personagem Vibrio spp.
Fonte: cellsatwork-anime.

- **Pólen de Cedro**

A alergia é caracterizada pela hipersensibilização do sistema imunológico em resposta a um ou mais alérgenos presentes no ambiente. Os alérgenos são substâncias de origem natural que podem desencadear uma reação alérgica no organismo. Entre os fatores que podem desencadear processos alérgicos, encontram-se os pólenes, estruturas das plantas que contêm gametas masculinos e são dispersos por animais, vento ou por outros meios até encontrarem o gameta feminino de outra flor (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALERGIA E IMUNOLOGIA, 2005) .

No contexto do Japão, destaca-se o Cedro japonês (*Cryptomeria japonica*), uma árvore tradicional que floresce no início da primavera e produz uma grande quantidade de pólen, conhecido como pólen de Cedro. Esse florescimento anual é considerado um problema social, afetando aproximadamente 38,8% da população com problemas alérgicos, ocasionando a chamada febre do feno ou kafunsho (termo japonês para doença do pólen). Durante esse período, são necessários alertas por meio de noticiários e o uso de máscaras para prevenir o desencadeamento de reações alérgicas em massa na população (MARTINS, ALEJANDRA 2023).

Os sintomas das alergias, em geral, envolvem irritação da mucosa nasal, espirros, coceira no nariz, congestão nasal, coriza e lacrimejamento dos olhos. Esses sintomas são comumente observados em indivíduos alérgicos durante os períodos de exposição aos alérgenos, como é o caso da exposição ao pólen de Cedro.

No anime, o personagem aparece no episódio 5 (Alergia ao pólen de Cedro) como o principal causador da alergia no organismo (Figura 63).



Figura 63: Personagem Pólen de Cedro.
Fonte: cellsatwork-anime.

- **Célula Cancerígena**

Tumores são caracterizados pelo crescimento volumétrico de uma determinada região do corpo. Existem dois tipos de tumores: os benignos e os malignos. Os tumores benignos são aqueles que crescem devagar, têm células organizadas e se parecem com as células normais ao redor. Eles não invadem tecidos vizinhos nem se espalham para outras partes do corpo. Por outro lado, os tumores malignos crescem de maneira rápida, têm células que se multiplicam descontroladamente e com aspecto anormal. Isso faz com que ocorra invasão aos tecidos próximos e tenham potencial para se espalhar para outras partes do corpo (metástase). Os tumores malignos são conhecidos como câncer (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

O câncer é um termo amplo que engloba mais de 100 tipos diferentes de doenças malignas. As células cancerígenas têm problemas na regulação do crescimento celular, são resistentes à morte programada das células, conseguem invadir os tecidos ao redor, podem se espalhar para outras partes do corpo e conseguem evitar a resposta do sistema imunológico do organismo. No ano de 2020, foram registrados globalmente aproximadamente 19,3 milhões de novos casos de câncer. O câncer de mama foi o tipo mais comum nesse período. No Brasil, as estimativas para o período de 2023 a 2025 apontam a ocorrência de cerca de 704 mil novos casos de câncer, sendo o câncer de pele o mais incidente no país. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023)

No anime, o personagem aparece no episódio 6 e 7 (Célula cancerígena), onde é apresentada a atuação do sistema imune para reagir a uma célula anormal que é

cancerígena (Figura 64). O interessante do personagem é fazer uma referência aos prolongamentos dos seus membros com o processo de metástase que a célula cancerígena pode realizar no corpo para alcançar novas regiões de infecção. Além disso, é possível notar que o personagem apresenta fenestras em sua pele rica em vasos sanguíneos, representando a divisão celular desordenada e acelerada com erros e a busca por vasos sanguíneos para nutrir o seu alto metabolismo.



Figura 64: Personagem célula cancerígena.
Fonte: cellsatwork-anime.

- ***Bacillus cereus***

Bacillus cereus, designado como bacilo devido à sua morfologia em forma de bastonete, é uma bactéria que frequentemente está associada à intoxicação alimentar, originada a partir da ingestão de alimentos contaminados por este microrganismo ou por suas respectivas enterotoxinas. As toxinas produzidas pelo *Bacillus cereus* desempenham papéis significativos nos processos de intoxicação alimentar, manifestando-se com sintomas de natureza diarreica e emética. Esta bactéria é identificada em uma ampla gama de produtos alimentícios de origem animal e vegetal, potencialmente ameaçando a segurança alimentar (ASAE, 2023). No anime, aparece no episódio 11 (Figura 65).



Figura 65: Personagem Bacillus cereus
Fonte: cellsatwork-anime.

- **Influenza**

A influenza, comumente denominada gripe, é uma enfermidade que tem afligido a humanidade ao longo de vários séculos. Atualmente, o vírus da influenza se subdivide em quatro principais subtipos: A, B, C e D, e sua propagação ocorre predominantemente por meio de partículas respiratórias, com a capacidade de persistir em superfícies contaminadas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023). No anime, aparece no episódio 3, e é retratada como capaz de converter células saudáveis em células com características semelhantes a zumbis. Este fenômeno é atribuído à natureza viral da influenza, que atua como parasita intracelular obrigatório, dependendo de células hospedeiras íntegras para facilitar sua invasão e subsequente replicação, uma analogia ao conceito de "zumbificação" é estabelecida na narrativa do anime (Figura 66).



Figura 66: Personagem influenza.
Fonte: cellsatwork-anime.

4.4 Conhecendo os episódios de “Cells at work!”

A seguir serão apresentados resumos de cada um dos episódios da primeira temporada do anime “Cells at Work!”. Foram, também, listados os principais temas abordados e as definições biológicas apresentadas durante cada um deles. Com isso, objetiva-se criar um guia que levanta possibilidades de utilização do anime nas aulas de Ciências e Biologia. Assim, os professores dessas disciplinas terão uma ferramenta que irá facilitar a exploração de todas as potencialidades desse anime.

- **Episódio 1: Pneumococos**

Resumo do episódio 1:

No primeiro episódio da série "Cells at Work!" (Pneumococos), o organismo humano é invadido pela bactéria *Streptococcus pneumoniae*, também conhecida como Pneumococo. Durante essa invasão, os neutrófilos tentam eliminar a bactéria, mas uma delas consegue escapar e se esconder usando sua cápsula bacteriana como mecanismo evasivo. Nesse contexto, os Linfócitos T auxiliares desempenham um papel crucial ao comunicar a invasão a todas as células do corpo, recrutando linfócitos T citotóxicos como resposta imunológica. Enquanto isso, o glóbulo vermelho segue em direção aos pulmões para realizar a troca gasosa, juntamente com o neutrófilo que está em busca do invasor. Uma vez nos alvéolos pulmonares, a glóbulo vermelho é surpreendida pela saída do *S. pneumoniae* de sua caixa, que deveria estar com dióxido de carbono para a hematose. O neutrófilo, ao chegar, se depara com o invasor, levando-o a uma armadilha para posterior captura e expulsão do corpo por meio de um espirro.

Temas abordados no episódio 1:

1. As duas principais células sanguíneas e suas funções
 - Glóbulo vermelho.
 - Glóbulo branco.
2. Invasão bacteriana
 - O que é uma bactéria?

- Mecanismo invasivo das bactérias, o caso de *Streptococcus pneumoniae*.
- Doenças causadas por *S. pneumoniae*.

3. Primeiro mecanismo de defesa do sistema imunológico

- Papel dos neutrófilos: A identificação e a sinalização ao sistema imune.
- Forma evasiva da bactéria ao sistema de defesa imunológico.

4. O papel dos linfócitos

- Identificação dos personagens Linfócitos T auxiliar (ou TCD4+) e Linfócitos T citotóxicos (ou TCD8+).
- Funções dos linfócitos TCD4+ e TCD8+ na defesa do organismo.

5. Hematose: a troca gasosa

- O que é e qual a sua importância.
- Estrutura do pulmão: Pulmão esquerdo ou direito; alvéolo; capilar sanguíneo.
- Como e onde ocorre o processo de hematose.

6. Atuação de *S. pneumoniae* no pulmão

- Como o patógeno pode chegar no pulmão.
- Objetivo da sua chegada ao pulmão.

7. A eliminação de *S. pneumoniae* do corpo humano

- A eliminação de patógenos vivos.
- Reflexos do corpo humano: Tosse e espirro.
- Formas de contaminação de outras pessoas pela via aérea.

Definições biológicas apresentadas durante o episódio 1:

Tabela 2: Definições biológicas apresentadas no episódio 1.

Minutagem	Conceito	Definição
-----------	----------	-----------

1:55-2:03	Glóbulo vermelho	“Glóbulos vermelhos: são vermelhos devido à alta quantidade de hemoglobina. Transporta oxigênio e dióxido de carbono na corrente sanguínea.”
3:24-3:36	Glóbulo branco	“Glóbulo branco: Seu principal trabalho é eliminar substâncias externas como bactérias e vírus. Neutrófilos constituem mais da metade dos glóbulos brancos no sangue.”
7:24-7:30	Pneumococos	“Os pneumococos são bactérias patogênicas do sistema respiratório que causam pneumonia e outras doenças, sem falar que são germes altamente tóxicos com cápsulas bacterianas.”
7:50-8:11	Doenças causadas por Pneumococos	“Pneumonia não é a única doença causada por pneumococos. Tem uma chamada bacteremia pneumocócica. Os pneumococos atacam cada órgão através dos vasos sanguíneos. Se tomarem as meninges que envolvem o cérebro, acabarão destruindo este mundo. Já aconteceu de invadirem um corpo inteiro em 24 horas.”
12:22-12:32	Comportamento do Pneumococos	“Pneumococos são células alfa-hemolíticas que adoram nutrientes. Ou seja, glóbulos vermelhos que transportam nutrientes são seus principais alvos.”
16:33-16:39	Comportamento dos Glóbulos brancos	“Nós, glóbulos brancos, somos células transmigrantes. Significa que podemos atravessar as paredes dos vasos sanguíneos para alcançar nossos inimigos.”

- **Episódio 2: Arranhão**

Resumo do episódio 2:

No segundo episódio da série "Cells at Work!" (Arranhão), um ferimento na pele desencadeia uma complexa resposta imunológica. Após uma explosão, os glóbulos vermelhos são arrastados para um grande orifício que representa um trauma cutâneo, expondo o corpo humano a patógenos como *Streptococcus aureus*, *Streptococcus*

pyogenes e *Pseudomonas*. O sistema imunológico responde com vasoconstrição e mobilização de neutrófilos, que enfrentam os invasores. As plaquetas entram em cena, promovendo a coagulação e formando uma rede de fibrina com fatores de coagulação e Gp1b, bloqueando o acesso do ferimento à novos patógenos. Após a eliminação bem-sucedida das bactérias invasoras, as plaquetas contribuem para a restauração da parede vascular, formando uma "casquinha" na pele, com glóbulos vermelhos remanescentes na rede de fibrina. Esse processo continua até a completa regeneração da pele, fechando a área lesada.

Temas abordados no episódio 2:

1. O papel das plaquetas
 - Identificação da personagem plaqueta.
 - Funções das plaquetas.

2. Lesão na pele: O arranhão
 - Constituição da pele
 - Violação da pele e invasão de patógenos: *Streptococcus aureus*, o *Streptococcus pyogenes* e o *Pseudomonas*.
 - A busca dos patógenos pelos vasos sanguíneos: nutrição e disseminação.

3. A resposta imunológica
 - Deslocamento de células de defesa para a região
 - Vasoconstrição e fluxo unidirecional do sangue.
 - Sequência da resposta imunológica: Neutrófilos, macrófagos, monócitos e linfócitos.

4. Atuação plaquetária para o fechamento do ferimento
 - Itens essenciais das plaquetas: GP1b e fatores de coagulação.
 - Cascata de coagulação sanguínea: Ativação do fibrinogênio em fibrina.

5. Restauração da parede dos vasos sanguíneos
 - Hemóstase primária e secundária.

- Formação do tampão plaquetário com a rede de fibrina de células remanescentes: a “casquinha” do machucado.
- Restauração da pele lesada.

Definições biológicas apresentadas no episódio 2:

Tabela 3: Definições biológicas apresentadas no episódio 2.

Minutagem	Conceito	Definição
1:20-1:34	Plaquetas	“Plaquetas: Um dos componentes do sangue. Se agregam quando os vasos sanguíneos são danificados e cobrem as feridas.”
5:44-7:25	Arranhão	“Arranhão: Uma ferida formada quando a pele é arranhada, se refere a feridas que não são mais profundas que a epiderme.”
7:44-09:04	<i>Staphylococcus aureus</i>	“ <i>Staphylococcus aureus</i> : Uma bactéria que reside na pele e nos poros. É altamente tóxica e invade o corpo através de arranhões, pode causar infecções dermatológicas, meningite, sepse e etc.”
09:05-9:20	Vasoconstrição	“Vasoconstrição: Quando um vaso sanguíneo é danificado, ele tenta reduzir a hemorragia com constrição.”
9:52-10:03	<i>Streptococcus pyogenes</i>	“ <i>Streptococcus pyogenes</i> : Reside na garganta, sistema digestório, pele e etc. Apesar de ser uma bactéria persistente comum, pode muitas vezes levar a uma série de doenças.”
10:03-10:17	Pseudomonas	“Pseudomonas: Um dos tipos mais comuns de bactérias persistentes que existem em ambientes naturais. Pode causar infecções por pseudomonas.”
10:27-10:36	Válvula venosa	“Válvula venosa: Previne que o sangue volte. Mantém o fluxo unidirecional nos vasos.”

17:53-18:16	O processo de coagulação	“Plaquetas, ativadas por uma proteína de ligação chamada de Fator de Von Willebrand, se agregam para fechar uma ferida. Depois disso, as proteínas no sangue chamadas de fatores de coagulação são ativadas, formando uma rede de fibrina sobre todo o tampão de plaquetas e coagulando.”
-------------	--------------------------	---

- **Episódio 3: Influenza**

Resumo do episódio 3:

No terceiro episódio da série "Cells at Work!" (Influenza), o corpo humano é alvo da invasão pelo vírus da influenza. O episódio se inicia com a introdução de um Linfócito T imaturo, também conhecido como naive, que, devido à sua imaturidade, não pode eficazmente combater células anômalas denominadas “células zumbis”. A personagem macrófago intervém, destruindo o invasor e reconhecendo o vírus da influenza A, além de comunicar a invasão a outras células do sistema imunológico. Linfócitos T Killer são convocados para a região, e as células de defesa combatem os vírus, que se replicam rapidamente. O linfócito T imaturo, após um encontro com a célula dendrítica, se torna linfócito T ativado como T efetor e auxilia nas defesas, juntamente com linfócitos B e seus anticorpos. O episódio destaca a colaboração entre células e as consequências corporais ao vírus, como aumento de temperatura, espirros e regulação do metabolismo. Após eliminar o vírus influenza tipo A em uma semana, surge o desafio do vírus influenza tipo B, exigindo a retomada da resposta imunológica.

Temas abordados no episódio 3:

1. As células “zumbis” como células infectadas
 - O vírus da Influenza.
 - Formas de multiplicação do vírus.
 - Relação entre células infectadas e zumbis
2. A resposta imunológica

- Tipos de linfócitos e suas funções: Linfócito T naive, Linfócito T citotóxico, Linfócito T auxiliar e Linfócito T de memória.
- O papel do macrófago: Fagocitose, identificação e sinalização.
- O papel da célula dendrítica.

3. A ativação dos linfócitos

- Por que é importante terem linfócitos inativos.
- Associação entre a ativação do anime e na vida real.
- O papel da célula dendrítica.

4. Proliferação do vírus da influenza

- Velocidade de multiplicação viral.
- Consequências para o corpo humano: Temperatura, constrição, espirro, interrupção da digestão, suor para resfriar o corpo.

5. Destruição do patógeno

- Integração entre a imunidade inata e adquirida.
- O papel dos linfócitos B.
- Surpresa: Uma nova invasão do corpo pelo vírus da influenza tipo A.

Definições biológicas apresentadas no episódio 3:

Tabela 4: Definições biológicas apresentadas no episódio 3.

Minutagem	Conceito	Definição
2:23-2:43	Célula T virgem	“Célula T virgem, uma célula T imatura que nunca encontrou um antígeno.”
4:56- 5:22	Vírus da influenza	“Vírus influenza: Uma doença capaz de causar uma gripe, uma doença infecciosa. Ela é dividida em três categorias principais: A, B e C. Causa sintomas como febre de mais de 38° C, dor de cabeça, dor nas juntas e dor muscular. Elas se ligam aos corpos das células e se multiplicam. Nossa única esperança é matá-los antes que os números aumentem mais!”

10:30-10:42	Célula dendrítica	“Célula dendrítica: Sua função é apresentar bactérias e células infectadas por vírus que invadiram o corpo como fragmentos de antígenos e notificar outras células do sistema imunológico.”
15:05-15:15	Proliferação do vírus da influenza	“Proliferação do vírus influenza: Dizem que o vírus influenza se prolifera a 100 depois de 8 horas dentro do corpo e a um milhão depois de um dia.”
16:33-16:55	Célula T efetora	“Célula T efetora: Uma célula T virgem depois de ser ativada.”

- **Episódio 4: Intoxicação alimentar**

Resumo do episódio 4:

No quarto episódio da série "Cells at Work!" (Intoxicação alimentar), o corpo humano enfrenta uma intoxicação alimentar. Enquanto um glóbulo vermelho e o neutrófilo exploram o estômago, ocorre um alerta geral sobre uma possível invasão ao corpo. Ao se dirigir para o local, são surpreendidos por bactéria desconhecida enfrentando um eosinófilo, o qual não consegue derrotar sozinho, precisando de reforços do neutrófilo. Um tremor de terra indica outra invasão ainda maior, levando à liberação de histamina pelo mastócito, e a aparição misteriosa do basófilo. A bactéria *Vibrio parahaemolyticus* invade através do estômago e consegue entrar no corpo, sendo anunciada por um linfócito T auxiliar que recruta células de defesa para o local. Logo em seguida, ocorre o rompimento da parede estomacal e a invasão do parasita *Anisakis*, desencadeando reações no corpo, como náusea e vômito.

Temas abordados no episódio 4:

1. Estômago
 - Função do estômago.
 - Papel do suco gástrico: Esterilização e digestão.
2. Conhecendo outros glóbulos brancos
 - Eosinófilos e sua função.

- Mastócito e sua função.
- Basófilo e sua função.

3. A invasão de bactérias pelo estômago: Intoxicação alimentar

- Definição de intoxicação alimentar.
- Invasão ao corpo por *Vibrio parahaemolyticus*: Definição e sintomas.
- Invasão do corpo por *Anisakis*: Definição e sintomas.
- Associação com verminoses brasileiras.
- Discussões sobre a importância do saneamento básico.

4. Consequências da intoxicação alimentar

- Êmese ou náusea.

Definições biológicas apresentadas no episódio 4:

Tabela 5: Definições biológicas apresentadas no episódio 4.

Minutagem	Conceito	Definição
2:18-2:33	Estômago	“Estômago: armazena a comida que foi engolida, esterilizando com ácido gástrico secretado das suas paredes. Além disso, transforma a comida em uma papa graças a enzima digestiva pepsina, realizando o primeiro passo da digestão.”
3:53-5:10	Eosinófilos	“Eosinófilo: Um tipo de glóbulo branco. Dizem que compreende apenas uma pequena porcentagem de todos os glóbulos brancos. Se multiplicam durante reações alérgicas ou infecções parasitárias. Apesar de serem fracos, eosinófilos são capazes de fagocitose, assim como outros glóbulos brancos.”
06:49-07:05	Mastócito	“Mastócito: Mastócito, também conhecido como labrócito. Libera mediadores químicos como histaminas e leucotrienos em reação a produção de imunoglobulina em excesso. Apesar de serem conhecidas como células gorda, não tem nada a ver com gorduras.”

07:06-7:12	Histamina	“Histamina: Uma substância liberada pelos mastócitos ao identificar substâncias estranhas ou feridas.”
7:49-8:14	Basófilo	“Basófilo: Um tipo de glóbulo branco. Dizem que compreende menos de 1% de todos os glóbulos brancos. Quando um basófilo encontra um patógeno específico, ele libera histamina e outras substâncias, levando a uma reação alérgica. Cria uma substância que atrai neutrófilos e eosinófilos para a área afetada. Apesar de se acreditar que os basófilos também têm funções relacionadas a imunidade, isso ainda necessita ser suficiente provado.”
9:13-9:27	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	“ <i>Vibrio parahaemolyticus</i> : Uma bactéria que normalmente reside na água do mar. Consumir frutos do mar contaminados por esta bactéria pode levar a intoxicação alimentar contagiosa por gastroenterite acompanhada de dor de barriga severa e outros sintomas.”
15:25-15:41	<i>Anisakis</i>	“ <i>Anisakis</i> : Um parasita encontrado em animais marinhos. Quando humanos consomem carne crua de frutos do mar infectados por <i>anisakis</i> , em casos raros, eles podem invadir o estômago e o revestimento dos intestinos causando intoxicação alimentar acompanhada de dor de barriga e vômito.”
16:03-16:36	Náusea e êmese	“Náusea e êmese: Uma reação desencadeada por um certo estímulo ao centro de vômito localizado no bulbo raquidiano. A saída do estômago é fechada enquanto a entrada é relaxada, fazendo o estômago regurgitar seu conteúdo. O diafragma e os músculos abdominais se contraem, comprimindo o estômago e o conteúdo do estômago é expulso.”

19:07-19:18	Papel dos eosinófilos	"Trabalho dos eosinófilos: Quando parasitas invadem o corpo, eosinófilos o protegem contra infecções parasitárias ajudando a matá-las."
-------------	-----------------------	---

- **Episódio 5: Alergia a Pólen de Cedro**

Resumo do episódio 5:

No quinto episódio da série "Cells at Work!" (Alergia a pólen de cedro), o corpo humano enfrenta uma reação alérgica desencadeada pela chegada do pólen de cedro. O episódio inicia com a invasão dos alérgenos pela membrana ocular, acompanhada de um impacto semelhante a um meteoro caindo na terra. O personagem neutrófilo desempenha um papel essencial na destruição de um dos alérgenos, usando seu mecanismo fagocitário para identificar o invasor. Um linfócito de memória surge em meio a preocupações, mencionando uma lenda que prevê uma catástrofe decorrente dessa possível alergia. O número de alérgenos aumenta progressivamente, levando à intervenção do linfócito B, que emprega seus anticorpos IgE como armas. No entanto, a produção excessiva de anticorpos IgE resulta na liberação intensa de histamina pelos mastócitos. Isso desencadeia respostas inflamatórias e alérgicas agudas, incluindo espirros, congestão nasal, lacrimejamento e coceira nos olhos. Para controlar a situação, um medicamento esteróide é introduzido no corpo humano, atenuando a resposta inflamatória e alérgica.

Temas abordados no episódio 5:

1. Processo alérgico
 - Processo alérgico.
 - Alergia ao pólen de cedro.
 - Alergênicos.
2. Conhecendo as células de defesa
 - Linfócito T auxiliar.
 - Neutrófilo e seu efeito fagocitário.
 - Linfócito de memória ou célula de memória.

- Linfócito B ou célula B.
- Mastócito.

3. O processo alérgico

- Atuação da célula B com anticorpos IgE.
- A produção excessiva de anticorpos gera consequências para o corpo.
- O papel da histamina.

4. Resposta do corpo humano ao processo alérgico

- Espirro.
- Congestão nasal.
- Lágrimas.
- Olhos coçando.

5. Esteróide ou hormônio adrenocorticoide

- Definição de medicamentos esteroides.
- A ação do medicamento na alergia.
- Efeitos colaterais dos esteróides.

Definições biológicas apresentadas no episódio 5:

Tabela 6: Definições biológicas apresentadas no episódio 5.

Minutagem	Conceito	Definição
1:03-1:20	Células T auxiliares	"Células T auxiliares. Quando notificadas da invasão de inimigos, servem de comandantes que formulam estratégias apropriadas de ataque com base no tipo de inimigo que estão lidando."
1:20-1:36	Pólen de cedro	"Pólen de Cedro: O cedro manda seu pólen pelo vento, espalhando por uma longa distância. O pico ocorre entre fevereiro e março."
3:30-3:39	Alergênico	"Alergias ocorrem quando o sistema imunológico reage de forma exagerada a uma certa substância."

5:12-5:46	Efeito fagocitário	“Efeito fagocitário: Quando um fagócito como Monócitos, macrófagos ou neutrófilos absorvem bactérias e outras substâncias estranhas e as quebram, também conhecido como fagocitose.”
6:18-6:25	Célula de memória	“Célula de memória: Um linfócito que guarda memórias de patógenos. Eles estão preparados para uma segunda invasão pelo mesmo antígeno ou vírus.”
8:53-10:28	Linfócito B ou célula B	“Célula B: Também conhecida como célula produtora de anticorpos. Um tipo de linfócito que luta contra antígenos, como bactérias e vírus, produzindo armas chamadas de anticorpos.”
12:27-12:34	Histamina	“Histamina: Uma substância química liberada pelos mastócitos ao reconhecerem substâncias externas ou ferimentos.”
13:21-13:29	Ação da histamina	“O trabalho da histamina: Histaminas dilatam as células endoteliais vasculares, permitindo que os glóbulos brancos permeiem os vasos numa taxa maior.”
14:13-14:47	Espirros: Efeito da histamina	“Espirros: As histaminas estimulam os nervos sensoriais na membrana nasal. Quando este estímulo chega ao centro do espirro, espirros ocorrem repetidamente.”
14:52-15:05	Congestão nasal	“Congestão nasal: Histaminas influenciam os vasos sanguíneos na membrana nasal, causando inflamação e coisas do tipo. Como resultado, a membrana nasal incha, causando congestão.”
15:05-15:22	Lágrimas: Efeito da histamina	“Lágrimas: Histaminas estimulam os nervos sensoriais dos olhos, causando inflamação, como olhos injetados ou coçando. Isso também produz lágrimas em excesso.”

15:41-15:52	Alergia ao pólen de cedro	“Alergia a Pólen de Cedro: Sintomas alérgicos como espirros, nariz escorrendo, congestão nasal, olhos coçando são ativadas quando o pólen de cedro se torna um alérgeno.”
19:30-20:00	Esteróides	“Esteróides: Também conhecido como hormônio adrenocortical, uma droga com poderosos efeitos anti-inflamatórios e imunossupressores. Suprimem os efeitos causados pelas histaminas, como reações alérgicas.”
21:00-21:48	Efeito colateral dos esteróides	“Efeitos colaterais dos esteróides: Uso prolongado e doses grandes de esteróides podem causar efeitos colaterais. É importante seguir a orientação e só tomar doses recomendadas.”

- **Episódio 6: Eritroblasto e Mielócitos**

Resumo do episódio 6:

No sexto episódio da série "Cells at Work!" intitulado "Eritroblasto e Mielócito," o enredo se inicia com a representação do processo de eritropoiese, no qual um glóbulo vermelho nasce na medula óssea a partir de uma célula precursora, na forma de eritroblasto, e passa por um processo de maturação orientado pelo macrófago. A maturação dos glóbulos vermelhos é simbolizada por uma espécie de escola, onde são ensinadas as funções que essas células desempenharão quando maduras, incluindo o transporte de gases para a hematose e o fluxo unidirecional nos vasos sanguíneos. Durante esse processo, um patógeno invasor tenta atacar um eritroblasto jovem na medula óssea, porém, devido à sua imaturidade, o eritroblasto não consegue escapar desse ambiente e sair da medula óssea vermelha. Um neutrófilo também imaturo, o mielócito, tenta intervir, mas enfrenta limitações devido à sua também juventude, necessitando da assistência de um neutrófilo maduro para resolver a situação. Posteriormente, uma célula não identificada pelo neutrófilo e pelo linfócito T citotóxico aparece, sendo eliminada somente após a intervenção de uma célula natural killer (NK), sendo um gancho para o sétimo episódio.

Temas abordados no episódio 6:

1. Glóbulo vermelho

- Produção na medula óssea vermelha.
- Forma imatura: Eritroblasto.
- Crescimento e enucleação para a maturação.
- O papel do macrófago na maturação dos glóbulos vermelhos.

2. Neutrófilo

- Produção na medula óssea vermelha.
- Forma imatura: Mielócito.
- Atuação do neutrófilo maduro.

3. Outras células de defesa na eliminação de um vírus estranho

- Linfócito T citotóxico.
- Linfócito NK.

4. O papel crucial do linfócito NK

- Identificação específica de células tumorais e vírus.

Definições biológicas apresentadas no episódio 6:

Tabela 7: Definições biológicas apresentadas no episódio 6.

Minutagem	Conceito	Definição
2:13-2:19	Medula óssea vermelha	“Medula óssea vermelha: Esta é a terra natal das células sanguíneas.”
2:52-2:57	Enucleação	“É o dia da enucleação. Aqui as células sanguíneas nascem e moram até crescerem.”
3:34-3:53	Produção de células sanguíneas	“É aqui que as células sanguíneas são produzidas pelas células-tronco hematopoiéticas. Elas são divididas por categorias. Glóbulos vermelhos vêm ao mundo como células precursoras, amadurecem em células chamadas de Eritroblastos e são criadas

		pelos macrófagos dentro da medula óssea vermelha.”
3:53-4:02	Eritroblasto	“Eritroblastos: células que ainda estão sendo diferenciadas antes de se tornarem glóbulos vermelhos. Existem dentro da medula óssea.”
17:02-17:10	Célula exterminadora natural (NK)	“Célula exterminadora natural: Patrulham todo o corpo e atacam logo que veem células cancerígenas ou vírus.”

- **Episódio 7: Célula cancerígena**

Resumo do episódio 7:

No sétimo episódio da série "Cells at Work!" (Célula Cancerígena), o enredo descreve o surgimento e replicação de uma célula cancerígena no corpo humano. O episódio retoma eventos do episódio anterior, em que a célula NK confronta inicialmente uma célula que aparenta ser normal, mas que, de forma surpreendente, se transforma revelando sua verdadeira natureza, como uma célula cancerígena. Em patrulha pelo organismo, o neutrófilo e o linfócito T citotóxico identificam um local que aparenta ter sido um esconderijo onde a célula cancerígena residia e se multiplicava, iniciando um combate contra ela. Em paralelo, os glóbulos vermelhos são representados transportando uma quantidade crescente de nutrientes para um complexo de estruturas, sem compreenderem completamente a razão desse comportamento. O episódio também apresenta uma reminiscência da infância da célula cancerígena, na qual uma célula normal é responsabilizada pelo erro na sua replicação que deu origem à célula maligna. Para combater a célula cancerígena, diversas linhagens de células de defesa atuam de forma coordenada e colaborativa.

Temas abordados no episódio 7:

1. Célula cancerígena

- Definição de célula cancerígena.
- Como as células cancerígenas se escondem do sistema imunológico.

- Característica de uma célula cancerígena: Proliferação, infiltração e metástase.
- Consequências da invasão: consumo aumentado de nutrientes
-

2. Atuação do sistema imunológico

- O papel crucial da célula NK na identificação do invasor
- Atuação em conjunto de todas as células de defesa: neutrófilos, eosinófilo, Linfócito T citotóxica, NK, Linfócito B e Linfócito T auxiliar.

Definições biológicas apresentadas no episódio 7:

Tabela 8: Definições biológicas apresentadas no episódio 7.

Minutagem	Conceito	Definição
3:04-3:15	Células cancerígenas	“Células cancerígenas: células que se proliferam sem controle quando há uma anomalia nos genes celulares. Invadem a fronteira entre elas e células normais nos arredores e se proliferam sem parar.”

- **Episódio 8: Circulação sanguínea**

Resumo do episódio 8:

No oitavo episódio da série "Cells at Work!" (Circulação Sanguínea), o enredo apresenta uma representação didática do funcionamento da circulação sanguínea no corpo humano. O episódio se inicia com a personagem Glóbulo vermelho, empenhada em desempenhar sua função de maneira eficiente, porém, frequentemente, perdendo-se durante o trajeto. Ao chegar no coração, uma explanação é fornecida sobre os diferentes tipos de circulação que ocorrem no organismo: a circulação pulmonar e a circulação corporal. A circulação pulmonar é descrita como tendo início no átrio direito, seguindo para o ventrículo direito, separados pela válvula tricúspide. Em seguida, o sangue é direcionado para os pulmões através da artéria pulmonar, onde ocorre o processo de hematose. Para retornar ao corpo, o sangue volta através das veias pulmonares para o coração, sendo ejetado em alta velocidade para a aorta. No corpo, os capilares sanguíneos são destacados como os locais onde a hematose ocorre.

Temas abordados no episódio 8:

1. A circulação

- O sentido da circulação.
- O fluxo unidirecional do sangue.
- Circulação pulmonar e circulação corporal.
- A hematose nos pulmões e no corpo.

2. Coração

- O papel das válvulas venosas: válvula tricúspide e válvula venosa.
- As quatro subdivisões do coração.
- Veias e artérias importantes.

Definições biológicas apresentadas no episódio 8:

Tabela 9: Definições biológicas apresentadas no episódio 8.

Minutagem	Conceito	Definição
5:33-5:44	Fonte de energia dos glóbulos vermelhos	“Dextrose, também conhecida como glicose. Glóbulos vermelhos adoram açúcar. Diferentemente dos glóbulos brancos, os glóbulos vermelhos não possuem mitocôndrias, por isso a glicose é sua única fonte de energia.”
6:14-6:24	Válvula venosa	“Válvula venosa: Impedem o sangue de ir pelo caminho contrário. Mantêm o fluxo de sangue em uma única direção ao longo dos vasos.”
6:44-6:52	Veia cava inferior	“Veia cava inferior: A maior veia do corpo humano, coleta sangue de toda a parte inferior do corpo e entrega para o átrio direito do coração.”
10:01-10:13	Coração	“Coração: um órgão feito quase inteiramente de músculos. Fornece bombeamento que manda o sangue devolvido pelas veias para as artérias. Essa ação é repetida cerca de 100.000 vezes por dia.”

10:17-10:23	Átrio direito	“Átrio direito: Recebe o sangue venoso das veias cavas inferior e superior e bombeia para o ventrículo direito.”
11:24-11:43	Válvula tricúspide	“Válvula tricúspide: Três componentes de tecido entre o átrio direito do coração e o ventrículo direito. Quando o coração passa por sístole, bombeia o sangue para o ventrículo direito, evitando o retorno do sangue para o átrio direito.”
11:43-11:50	Ventrículo direito	“Ventrículo direito: Onde o sangue venoso rico em dióxido de carbono é encontrado.”
12:11-12:16	Artéria pulmonar	“Artéria pulmonar: A artéria que bombeia sangue venoso para os pulmões.”
12:36-12:40	Pulmões	“Pulmões: Órgão onde o dióxido de carbono é descartado e o oxigênio é recebido em seu lugar.”
13:44-13:48	Veia pulmonar	“Veia pulmonar: Onde o sangue rico em oxigênio flui.”
14:15-14:23	Aorta	“Aorta: A partir da aorta, o caminho se divide em duas artérias menores, viajando para todos os capilares do corpo.”
14:39-14:46	Capilares	“Capilares: Distribui oxigênio e nutrientes para as células e recebem lixo, como dióxido de carbono.”

- **Episódio 9: Timócito**

Resumo do episódio 9:

No nono episódio da série "Cells at Work!" (Timócito), é abordado o processo de desenvolvimento das células T, conhecidas como timócitos, no timo. A narrativa se inicia com a representação do treinamento das células T naive, sob a supervisão das células T citotóxicas, que exercem um papel de instrutores. Inesperadamente, um dos timócitos em treinamento é acidentalmente arremessado para a sala de controle, onde

se encontram células T auxiliares, células T reguladoras e células dendríticas. De forma escondida, a célula dendrítica revela aos timócitos lembranças de quando seus superiores, as células T citotóxicas, eram soldados subordinados em processo de treinamento, sendo instruídos pelas células epiteliais do timo na chamada "escola do timo". Essa escola é, na realidade, um local de treinamento que tem por finalidade classificar as células T precursoras (os soldados) em diferentes subtipos, por meio de processos seletivos. Dois aspectos cruciais são a garantia de que as células T desenvolvidas sejam tolerantes aos seus próprios antígenos e apresentem afinidade com os antígenos potencialmente presentes em invasores externos.

Temas abordados no episódio 9:

1. Células envolvidas no sistema imunológico

- Linfócito T naive.
- Linfócito T citotóxico ou TCD8+.
- Linfócito T auxiliar ou TCD4+.
- Linfócito T reguladores.
- Célula dendrítica.

2. Categorização e maturação de células precursoras das células T

- O papel das células epiteliais do timo.
- Seleção de células T em desenvolvimento e eliminação de possíveis células nocivas: A seleção positiva e a seleção negativa.

Definições biológicas apresentadas no episódio 9:

Tabela 10: Definições biológicas apresentadas no episódio 9.

Minutagem	Conceito	Definição
2:21-2:34	Células T citotóxicas	"Células T citotóxicas: Se mobilizam por ordem das células T auxiliares. São assassinos que reconhecem e destroem células estranhas, como enxerto de células, células infectadas por vírus e células cancerígenas."

3:56-4:06	Células T auxiliares	“Células T auxiliares: Quando notificadas de inimigos externos, servem como comandantes que formulam estratégias adequadas de ataque, emitindo ordens para as células T citotóxicas.”
4:15-4:23	Célula T reguladoras	“Célula T reguladoras: Previnem que as células T citotóxicas saiam do controle e suprimem anormalidades imunológicas excessivas.”
5:43-5:58	Células dendríticas	“Célula dendrítica: Seu papel é apresentar bactérias que invadiram o corpo e fragmentos de infecções virais como antígenos e notificar outras células do sistema imunológico. Também se envolvem na maturação das células T.”
07:06-07:15	Células epiteliais do timo	“Células epiteliais do timo: células epiteliais que se formam do timo, maturam células linfáticas, ajudando na categorização das células T.”

- **Episódio 10: Staphylococcus Aureus**

Resumo do episódio 10:

No décimo episódio da série "Cells at Work!" (Staphylococcus aureus), o organismo humano é acometido pela bactéria *Staphylococcus aureus*. Durante o trajeto em direção aos pulmões, a personagem glóbulo vermelho se depara com a presença inesperada de um agente invasor, momento no qual o monócito emerge como a primeira linha de defesa, eliminando o agressor mediante a secreção de uma substância. Contudo, de maneira surpreendente, uma grande explosão ocorre, revelando uma infiltração de bactérias *Staphylococcus aureus* no interior do corpo, procurando por oxigênio e nutrientes. Essas bactérias, ao se agruparem em arranjos semelhantes a cachos de uva, característicos da morfologia Staphylococcus, reforçam sua resistência. Além disso, *S. aureus* emprega uma estratégia defensiva denominada coagulase, que é a formação de uma rede de fibrina para neutralizar a atuação do sistema imunológico. Apenas com a chegada dos monócitos via corrente sanguínea,

seguida de sua conversão em macrófagos nos tecidos, é capaz de suprimir as ameaças representadas pelo patógeno invasor.

Temas abordados no episódio 10:

1. Outras células do sistema imunológico

- Monócito e os seus fagolisossomos.
- Macrófagos.
- A diapedese.

2. Invasão de *Staphylococcus aureus*

- *S. aureus*: Doenças e sintomas.
- Local de invasão e infecção.
- Formação de cacho de uva: “Staphylococcus”.
- Estratégia para fugir do ataque do sistema imunológico: A coagulase

Definições biológicas apresentadas no episódio 10:

Tabela 11: Definições biológicas apresentadas no episódio 10.

Minutagem	Conceito	Definição
7:21-7:34	Monócito	“Monócito: células mononucleares migratórias que correspondem a sete por cento de todos os glóbulos brancos. Como outras células do sistema imunológico, fazem parte da defesa biológica. “
10:25-10:40	<i>Staphylococcus aureus</i>	“ <i>Staphylococcus aureus</i> : Uma bactéria que reside na pele e nos poros. É altamente tóxica e invade o corpo através de arranhões, pode causar infecção dermatológicas, meningite, sepse, entre outras.”
12:40-13:12	Origem do nome <i>S. aureus</i>	“Origem do nome Staphylococcus: múltiplos staphylococcus formam um cacho que parece

		uva, portanto recebem o nome staphylococcus que significa “parecido com uva”.”
14:49-15:58	Fibrina	“Fibrina: Uma proteína envolvida na coagulação do sangue. Tem uma qualidade que parece uma rede ou bolinho de arroz.”
16:13-16:28	Coagulase	“Coagulase: Uma enzima que faz o sangue coagular por precipitação de fibrina. As bactérias que a produzem podem usar a fibrina como uma barreira para evitar ataques de glóbulos brancos. “
18:31-18:41	Monócitos	“Monócitos: monócitos são produzidos na medula óssea e residem na corrente sanguínea, mas quando circulam fora da corrente sanguínea, se tornam macrófagos.”
18:16-18:28	Macrófagos	“Macrófagos: Um tipo de glóbulo branco. Captura e mata substâncias estranhas como bactérias e encontra antígenos e informações sobre imunidade. Também fazem limpeza, retirando células mortas e bactérias.”

- **Episódio 11: Insolação**

Resumo do episódio 11:

No décimo primeiro episódio da série "Cells at Work!" (Insolação), o organismo humano é afetado pelo quadro de insolação. A narrativa se inicia com reservatórios de água cujos níveis se encontram significativamente abaixo do esperado. Em resposta a esse cenário, as células sanguíneas enfrentam o impacto do calor nos vasos próximos à epiderme, na tentativa de realizar processos como a termólise e a hidrose, com o intuito de dissipar o excesso de calor corporal. Contudo, essas tentativas resultam em uma resposta insuficiente, culminando no desenvolvimento de sintomas como vertigem, tontura e episódios de desmaio. De forma concomitante,

ocorre a invasão oportunista de germes, especificamente o *Bacillus cereus*, bactéria associada à intoxicação alimentar. De forma surpreendente, ocorre a introdução de uma cânula na corrente sanguínea, a administração de soro fisiológico para reequilibrar os níveis de fluidos corporais e, conseqüentemente, promover o resfriamento do organismo.

Temas abordados no episódio 11:

1. Processos para dissipar calor corporal
 - Termólise.
 - Hidrose.

2. Conseqüências do aumento do calor corporal
 - Vertigem.
 - Tontura.
 - Desmaio.

3. Aumento de temperatura descontrolado
 - O processo de insolação.
 - Desidratação.

4. Invasão de bactérias: *Bacillus cereus*.

5. A homeostase
 - Papel do soro fisiológico: reverter desequilíbrios eletrolíticos e restabelecer nutrientes.
 - Redução da temperatura da epiderme, principalmente no pescoço e axilas.

Definições biológicas apresentadas no episódio 11:

Tabela 12: Definições biológicas apresentadas no episódio 11.

Minutagem	Conceito	Definição

3:39-3:45	Termólise	“Termólise: Dissipar calor enviando grandes quantidades de sangue para a pele. Uma das formas do corpo regular sua temperatura.”
4:58-5:14	Glândulas sudoríparas e suor	“Glândulas sudoríparas e suor: glândulas presentes na pele que secretam suor. Tem dois tipos: as glândulas apócrinas e écrinas. O calor é removido por evaporação quando se sua. Elas têm papel crucial no ajuste da temperatura corporal.”
7:11-7:22	Vertigem	“Vertigem: Você se sente tonto e o seu entorno começa a aparecer confuso. Esses sintomas aparecem quando seu senso de equilíbrio foi comprometido.”
7:37-7:48	Tontura	“Tontura: O sangue é drenado da sua cabeça, e tudo aparece escuro e branco. Você também passa por vertigem. Você continua consciente.”
7:53-8:03	Desmaio	“Desmaio: Quando o suprimento de sangue para o cérebro reduz temporariamente ou é interrompido. Também envolve perda de consciência de alguns segundos a minutos.”
8:08-8:45	Insolação	“Insolação: O termo genérico para problemas de saúde causados quando a termorregulação é perturbada ou por um desequilíbrio de fluidos e sal. Tem três graus de gravidade, de 1 a 3, a insolação do tipo 1 é o sintoma inicial, causa vertigem, tontura, formigamento dos lábios e desmaio. No passado era conhecido como síncope de calor ou dormência de calor. Os vasos sanguíneos da pele se expandem devido ao calor e alta temperatura e quando a pressão sanguínea cai, o fluxo de sangue para o cérebro é reduzido, levando a dormência por calor.”
9:05-9:17	<i>Bacillus cereus</i>	“ <i>Bacillus cereus</i> : Amplamente distribuído em ambientes naturais como terra e água. Um tipo de

		bactéria do solo. Conhecido por desencadear dois tipos de intoxicação alimentar, envolvendo diarreia ou vômito.”
14:29-14:47	Desidratação	“Desidratação: Quando você perde fluidos no seu corpo, comprometendo sua vida diária e suporte vital. Quando cai nessa situação, pode passar por dificuldades ao absorver nutrientes e oxigênio, em excreção corporal, termorregulação, assim como circulação de fluidos corporais.”
15:57-16:14	<i>Bacillus cereus</i>	“ <i>Bacillus cereus</i> : Criando grandes barreiras conhecidas como “esporos” durante seu desenvolvimento, consegue resistir ao calor de 100 graus por 30 minutos. Não é como se espalhasse quando há desidratação”
18:54-19:03	Injeção de soro	“Injeção de soro: uma solução injetada direto na veia. Usada para reabastecer fluidos, corrigir desequilíbrio eletrolítico ou restabelecer nutrientes.”

- **Episódio 12: Choque hemorrágico parte 1**

Resumo do episódio 12:

No décimo segundo episódio da série "Cells at Work!" (Choque Hemorrágico - Parte 1), o organismo humano é submetido a um trauma grave. A narrativa se inicia com a personagem glóbulo vermelho assumindo o papel de instrutora para uma novata glóbulo vermelho, visando transmitir conhecimentos sobre suas funções no contexto sanguíneo e o trajeto pelo corpo. Surpreendentemente, a novata demonstra um conhecimento superior em relação às funções sanguíneas e à anatomia corporal. Uma explosão de grande magnitude ocorre, desencadeando um estado de emergência no organismo devido aos danos causados aos tecidos e aos vasos sanguíneos próximos à cabeça. Simultaneamente, observa-se a mobilização de glóbulos brancos e plaquetas em direção à região lesada, com o propósito de conter a invasão de patógenos e promover a hemostasia para controlar a hemorragia. O

episódio se encerra com um gancho de continuidade para o episódio seguinte, o décimo terceiro episódio (Choque Hemorrágico - Parte 2).

Temas abordados no episódio 12:

1. As funções do sangue

- Reter umidade.
- Troca gasosa.
- Transporte de substâncias.
- Regulação da temperatura.
- Proteção do corpo.
- Curar ferimentos.

2. As células sanguíneas

- Glóbulos brancos: Neutrófilo, eosinófilo, macrófago, linfócito B, linfócito de memória e mastócito.
- Plaquetas.
- Célula dendrítica.

3. Trauma grave

- Aumento da pressão sanguínea e concentração no interior do corpo.
- Deslocamento de células de defesa e plaquetas.
- Reações fisiológicas do corpo: Suor frio.
- Invasão de patógenos oportunistas.

Definições biológicas apresentadas no episódio 12:

Tabela 13: Definições biológicas apresentadas no episódio 12.

Minutagem	Conceito	Definição
4:55-5:41	Funções do sangue	“As seis funções do sangue: 1. Reter umidade. 2. Troca de gases. 3. Transportar nutrientes e outras coisas. 4. Regular a temperatura do corpo. 5. Proteger o corpo. 6. Curar ferimentos. Dessas seis, o nosso principal trabalho como glóbulos vermelhos é

		<p>a troca de gases, não é? Apesar de ainda ficarmos com a tarefa extra de transporte de nutrientes, que não é bem nosso trabalho. Depois de entregarmos oxigênio para os tecidos, eles queimam a glicose, produzindo energia, dióxido de carbono e água. Como o dióxido de carbono é tóxico para o corpo e precisa ser expelido, o levaremos para os alvéolos pulmonares e trocaremos por oxigênio. Depois repetimos isso.”</p>
--	--	--

- **Episódio 13: Choque hemorrágico parte 2**

Resumo do episódio 13:

No décimo terceiro episódio da série "Cells at Work!" (Choque Hemorrágico - Parte 2), dá-se continuidade ao trauma abordada no episódio anterior, com um grande trauma. A narrativa se inicia com as personagens glóbulos vermelhos desempenhando seu papel de transporte de oxigênio para as células do organismo. Contudo, o carregamento reduzido de oxigênio torna-se insuficiente para atender às demandas celulares. Na tentativa de remediar, nos pulmões, ocorre a hiperventilação, caracterizada por respirações rápidas, mas a quantidade de glóbulos vermelhos disponíveis para o transporte de oxigênio permanece insuficiente. Em resposta a esse desequilíbrio, o corpo reage através do aumento da pressão sanguínea, visando promover a circulação mais rápida dos glóbulos vermelhos. No entanto, essa medida resulta em um quadro de hemorragia e choque hemorrágico, agravando ainda mais a situação. Como medida de intervenção para reverter essa condição crítica, foi realizado o processo de transfusão de sangue.

Temas abordados no episódio 13:

1. Consequências do trauma
 - Falta de suprimento de oxigênio.
 - Hiperventilação pulmonar.
 - Aumento da pressão sanguínea.

2. Hemorragia

- Perda de sangue.
- Diminuição da temperatura corporal.
- Choque hemorrágico.

3. Transfusão de sangue

Definições biológicas apresentadas no episódio 13:

Tabela 14: Definições biológicas apresentadas no episódio 13.

Minutagem	Conceito	Definição
10:03-10:13	Sintoma de hemorragia	“Um sintoma de grande hemorragia. Aumento da pressão sanguínea. Nos estágios iniciais, os nervos simpáticos ficam agitados e aumentam a pressão sanguínea.”
10:44-10:53	Sintoma de hemorragia	“Um sintoma de grande hemorragia. Queda da temperatura. Por causa da redução na circulação de sangue, a temperatura corporal cai.”
12:34-13:01	Choque hemorrágico	“Choque hemorrágico: Quando o corpo perde grandes quantidades de sangue devido a feridas externas ou hemorragia interna do trato digestivo ou coisa do tipo. Não é mais possível manter a pressão sanguínea e vai se perdendo a consciência, resultando às vezes em desmaio. Se as medidas adequadas não forem tomadas, pode resultar em morte. Dizem que o corpo entra em choque quando perde um terço do suprimento de sangue.”
18:22-18:28	Transfusão	“Transfusão: Um tipo de tratamento em que os componentes faltantes do sangue são reabastecidos.”

- **Episódio Especial 14: Gripe comum**

Resumo do episódio 14:

No décimo quarto episódio da série "Cells at Work!" (Gripe Comum), é abordada a invasão do organismo humano pelo vírus causador da gripe comum. A narrativa se inicia com um treinamento prévio das células de defesa em preparação para a "temporada da gripe". Enquanto esse treinamento ocorre, uma célula comum realiza a verificação de seu ciclo celular, assegurando que todas as etapas ocorram conforme o esperado para que ocorra a divisão celular. Em um desdobramento inesperado, essa célula comum entra em contato com uma célula de natureza desconhecida. Essas células, de forma colaborativa, começam a interagir com diversas outras células do sistema imunológico e com os glóbulos vermelhos, pregando uma série de travessuras. No entanto, essa célula aparentemente singular, revela-se uma célula infectada por um vírus, desencadeando uma resposta imunológica que resulta na destruição dessas células anormais, pela colaboração de diversas células do sistema imunológico. As células anormais foram identificadas como o rinovírus, responsável pela gripe comum.

Temas abordados no episódio 14:

1. Preparação para a "época da gripe"
 - Início dos sintomas: espirro.
 - Papel dos linfócitos T citotóxicos.

2. Divisão celular
 - Checkpoint.
 - O ciclo de divisão celular.

3. Célula infectada por vírus
 - Multiplicação acelerada.
 - Tentativa de controlar a divisão celular.
 - RNA como informação genética.

Definições biológicas apresentadas no episódio 14:

Tabela 15: Definições biológicas apresentadas no episódio 14.

Minutagem	Conceito	Definição
00:29-00:36	Espirro	“Espirro: Uma resposta reflexiva para expelir substâncias estranhas, como poeira e vírus aderidos ao fundo do nariz.”
02:48-03:00	Linfócito T citotóxicos	“Linfócito T citotóxicos: Se mobilizam sob ordens das células t auxiliares. Assassinos que reconhecem e destroem células estranhas, como células de enxerto, células infectadas por vírus e células cancerígenas.”
04:11-04:25	Checkpoint do ciclo celular	“Checkpoint do ciclo celular: Um mecanismo de controle para avaliar se um ciclo celular progride normalmente. Se qualquer anomalia for encontrada, instrui o ciclo celular a parar ou reduzir. As próprias células são equipadas com este mecanismo de controle.”
04:35-04:58	Ciclo celular	“Ciclo celular: Quando uma única célula se divide em duas ou mais. Seguindo a interfase, quando o DNA é replicado, a célula entra no estágio mitótico quando ocorre a divisão celular. A série de eventos que ocorrem do momento em que uma divisão acaba até o fim da próxima divisão é chamado de ciclo celular. O número de vezes que uma célula pode se dividir depende do seu tipo.”
09:28-09:37	Glóbulo branco	“Glóbulo branco: Sua principal tarefa é eliminar substâncias vindas do exterior do corpo, como bactérias e vírus.”
11:54-12:03	Célula T auxiliar	“Célula t auxiliar: Quando notificadas da invasão de inimigos externos, servem como comandantes que formulam estratégias de ataque apropriadas e emitem ordens para as células T citotóxicas.”

12:06-12:16	Célula T regulatórias	“Célula T regulatórias: Elas previnem que as células t citotóxicas de saírem do controle e suprimem anormalidades imunológicas excessivas.”
18:26-18:46	Ácido desoxirribonucleico (RNA)	“Ácido desoxirribonucleico: São componentes básicos de quatro bases nitrogenadas, adenina, guanina, citosina e uracila. Interpretam diversos papéis no processo de geração de proteínas dentro das células. Alguns vírus usam o RNA como informação genética.”
19:35-19:40	Rinovírus	“O vírus era um rinovírus, um patógeno da gripe comum.”

5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O presente trabalho propõe uma Sequência Didática (SD) com base no anime “Cells at Work!”. A apresentação de tal proposta tem como objetivo mostrar uma das muitas possibilidades da utilização desse anime no ensino de Ciências e Biologia.

A SD apresentada é direcionada a estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental e foi construída a partir de duas habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017), a saber: (EF07CI09) Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas à saúde; (EF07CI10) Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças (BRASIL, 2017).

A SD utiliza o episódio 1 (Pneumococos) do anime, com objetivo geral discutir Saúde Pública e “fake news”. Como objetivos específicos ela tratará de conceitos relativos às bactérias e bacterioses. Serão necessárias seis aulas de 50 minutos cada, sendo, preferencialmente, dois tempos sequenciais, visando uma turma de aproximadamente 30 alunos. Para a realização das atividades coletivas, são propostos cinco grupos com seis alunos em cada. A seguir, são descritos de forma resumida os conteúdos de cada aula da sequência didática, sua fundamentação teórica e planos de aula.

Conteúdo de cada aula

- **1º Aula:** Os alunos serão divididos em grupos. Enquanto um grupo receberá a reportagem do site Poder 360 com o título “Bolsonaro sugere que usar máscara sem lavar pode causar pneumonia e matar” (BARBOSA, Rafael 2021) (Anexo 1), o outro receberá a reportagem do site o Globo com título “É #FAKE que uso de máscaras contra Covid tem provocado aumento de pneumonias

bacterianas” (RONEY, Domingos 2021) (Anexo 2). Após a leitura, haverá um debate sobre os temas das reportagens. Em seguida, iniciará a aula sobre bactérias e bacterioses.

- **2° Aula:** Em um segundo momento, será exibido o episódio 1 (Pneumococos) de “Cells at work!”, com posterior debate em sala de aula. Como forma de fixação de conteúdo, os alunos irão responder individualmente uma folha de exercício. Ao final da aula, o professor irá apresentar as orientações para o trabalho final.
- **3° Aula:** Em um terceiro momento, haverá a apresentação dos trabalhos em grupo pelos alunos. O trabalho será a realização de um vídeo ou apresentação em sala de aula antropomorfizado de algum processo biológico aprendido anteriormente, podendo ser a digestão, respiração, invasão de vírus, bactérias ou outros. Como, normalmente, estuda-se a fisiologia dos sistemas para, no final do ano letivo, estudar viroses e bacterioses, aqui o tema poderá ser estendido para qualquer processo fisiológico do corpo humano ou ficar restrito às patogêneses desses dois grupos.

Aulas	Tempos	Atividades
Aula 1	2	- Ler e discutir as reportagens apresentadas. - Apresentação dos conceitos relacionados ao tema: Bactérias e bacterioses.
Aula 2	2	- Exposição do episódio 1 de “Cells at Work!” (Pneumococos). - Debate sobre o episódio - Responder a folha de exercício proposta.
Aula 3	1	- Apresentação dos trabalhos.

Tabela: Síntese da organização das aulas

Plano de aula da aula 1: O que você sabe sobre bactérias?

Conteúdo: Debate sobre as reportagens e levantamento de conhecimentos sobre bactérias.

Objetivos:

- Realizar a leitura crítica da reportagem.
- Debater os conteúdos da reportagem.
- Levantamento do conhecimento-prévio sobre bactérias.
- Definir o que são bactérias e as principais bacterioses.

Série: 7º ano

Tempo: dois tempos (50 minutos cada)

Materiais: Reportagens impressas e quadro branco com caneta para quadro.

Desenvolvimento:

1º Momento (15 minutos): A turma fará a leitura de duas reportagens do jornal “Poder 360” intitulada: “Bolsonaro sugere que usar máscara sem lavar pode causar pneumonia e matar” (Anexo 1) e “O Globo” intitulada: “É #FAKE que uso de máscaras contra Covid tem provocado aumento de pneumonias bacterianas.” (Anexo 2). A leitura será feita em grupos com, no máximo, seis alunos, onde três grupos receberão a reportagem do “Poder 360”, enquanto os outros grupos receberão do “O globo”.

2º Momento (25 minutos): Após a leitura, o(a) professor(a) iniciará um debate. Para instigar o debate, um grupo que analisou cada reportagem irá apresentar para o outro grupo o conteúdo da reportagem, começando pelo grupo da Fake News. Em seguida, eles serão questionados “O que é pneumonia?”; “Quem causa a pneumonia”; “Já ouviram falar sobre essa doença?”; “O que ouviram falar sobre”; “Vocês sabem a forma de transmissão dela?”; “Como a máscara poderia influenciar na sua disseminação?”.

3º Momento (60 minutos): Após a problematização inicial com as reportagens, será realizada uma aula expositiva com intuito de aprender o que são as bactérias, suas principais características e as principais doenças causadas por esse grupo.

Avaliação: Participação em sala.

Plano de aula da aula 2: Do anime para a vida real!

Conteúdo: Conhecer as bactérias e as suas bacterioses, associando com o episódio de “Cells at Work!”

Objetivos:

- Visualização crítica do episódio de “Cells at Work!”
- Debate e associação entre o conteúdo aprendido e o episódio visto.
- Orientações para o trabalho final.

Série: 7ºano

Tempo: 2 tempos (50 minutos cada)

Materiais: Computador e projetor, quadro branco, caneta para quadro e folha de exercício.

Desenvolvimento:

1º Momento (15 minutos): A aula se iniciará com as orientações sobre a atividade. Em um primeiro momento, o professor(a) entregará a folha de exercício em que os alunos deverão responder, lendo anteriormente a mesma com eles.

2º momento (30 minutos): Em seguida, passará o episódio 1 de “Cells at Work!” (Duração de 23m e 40s), orientando sobre os trechos principais.

3º Momento (20 minutos): Ao final do episódio, haverá um debate orientado pelo professor(a). Nesse debate, algumas questões são importantes de serem levantadas:

- O que vocês acharam do episódio?
- Qual a parte que vocês mais gostaram?
- Teve alguma parte que vocês não entenderam?
- Qual era o assunto do episódio?
- O que vocês relacionam do episódio com os conteúdos aprendidos?

- Quais eram os personagens principais e as suas funções?

4º Momento (20 minutos): Responder a folha de exercício (Anexo).

5º Momento (15 minutos): Orientações para o trabalho final. Ao final da aula, o professor deve orientar sobre a elaboração do trabalho final. O trabalho final será realizado em grupo, considerando uma turma com 30 alunos, a sugestão será de cinco grupos de seis pessoas cada. Cada grupo deverá apresentar em formato de vídeo ou apresentação ao vivo, uma atuação como a do anime, antropomorfizando células ou processos biológicos aprendidos durante o ano. Deverá, também, ser entregue no dia da apresentação o roteiro construído da atividade. A apresentação deve ser feita na próxima aula e sua duração deve ser de cinco à dez minutos.

Dica: Organizar as informações sobre o trabalho final no quadro enquanto eles respondem a folha de exercício.

Avaliação: Entrega da folha de exercício (Anexo 3).

Plano de aula da aula 3: Eu me remexo muito! Apresentação dos trabalhos

Conteúdo: Apresentar para a turma o trabalho feito pelo grupo.

Objetivos:

- Estimular o trabalho em grupo
- Estimular a criatividade
- Incentivar as diferentes representações artísticas

Série: 7º ano.

Tempo: 1 tempo (50 minutos)

Materiais: Computador e projetor.

Desenvolvimento:

1º Momento (50 minutos): Apresentação dos trabalhos realizados e entrega do roteiro escrito.

Avaliação: Participação em grupo e entrega dos trabalhos escritos.

6. LIMITAÇÕES E OUTRAS DISCUSSÕES RELEVANTES

- **Limitações**

- Necessidade de televisão ou projetor na escola para passar os episódios
- Os episódios da série são apenas legendados, o que pode ser um limitante para o entendimento dos episódios, principalmente nas séries iniciais.
- Os episódios da primeira temporada do anime “Cells at Work!” são encontrados apenas em sites alternativos online, pois foi retirado recentemente da plataforma Netflix.

- **Outras discussões relevantes**

- Hipersexualização dos personagens: A personagem macrófago é constantemente vista com um vestido com decote profundo marcando os seus seios e seu comportamento é sexualizado.
- Constantemente as bactérias invasoras são vistas sangrando durante a batalha com as células do sistema imunológico. Mas será que as bactérias apresentam sangue ou é uma representação do anime?
- Durante toda a temporada, os personagens neutrófilos e hemácia vivem um clima de romance, com o glóbulo branco em questão sempre tentando ajudar a célula vermelha durante o seu percurso pelo corpo. Será que na vida real o neutrófilo apresenta essa função mesmo?

7. CONCLUSÃO

Em síntese, com base nas análises e discussões apresentadas neste estudo, constata-se que os animes, com ênfase no anime "Cells at Work!", demonstram um notável potencial como ferramenta pedagógica no contexto educacional, especialmente no âmbito do ensino de fisiologia e anatomia humana.

A disseminação global de diversas manifestações culturais, incluindo os animes, atribuiu a essas animações uma posição proeminente na cultura popular brasileira. Todavia, para além de sua função como fonte de entretenimento, essas produções revelam um considerável potencial no processo de ensino-aprendizagem, por meio da atração do interesse dos discentes, promoção do intercâmbio cultural, exploração de conceitos complexos e abstratos de maneira mais tangível e lúdica. Conseqüentemente, possibilita a criação de um ambiente educacional mais envolvente e contextualizado, que propicia uma compreensão mais profunda da fisiologia e imunologia humanas.

No presente trabalho, é apresentado um produto educacional descritivo relacionado ao anime "Cells at Work!" com enfoque nos temas biológicos apropriados para serem abordados em sala de aula, acompanhado de uma sequência didática destinada a professores da Educação Básica para facilitar a aplicação desses conhecimentos. Ressalta-se que a utilização de animes como recursos didáticos exige um planejamento minucioso por parte dos educadores, levando em consideração fatores como a infraestrutura da instituição de ensino para a exibição das animações, o interesse dos alunos no tema, a compatibilidade com a faixa etária dos estudantes, entre outros aspectos relevantes. Portanto, este estudo fornece um ponto de partida para a integração de animes no contexto educacional, com a flexibilidade necessária para se adaptar às necessidades e objetivos específicos de cada ambiente pedagógico.

8. BIBLIOGRAFIA

ABBAS, Andrew. LICHTMAN, Abul. PILLAI, Shiv. **Imunologia Celular e Molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

ABREU, Thiago; DE SOUZA, Thalles; WEISS, Carrin; DE OLIVEIRA, Lucas; NETO, José; SIQUEIRA, Gabriel; DE MELO, Paula; GONÇALVES, Luana. Uma proposição didática para o ensino de fisiologia na realidade da educação no campo / A teaching proposition for teaching physiology in the reality of education in the field. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 41666–41672, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n4-568. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28761>. Acesso em: 9 oct. 2023.

AIBINU, Ibukun; SMOOKER, Peter; LOPATA, Andreas. Anisakis Nematodes in Fish and Shellfish- from infection to allergies. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, Volume 9, 2019, Pages 384-393, ISSN 2213-2244, <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.04.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213224419300021>. Acesso em: 17 jul. 2023.

AUTORIDADE DE SEGURANÇA ALIMENTAR E ECONÔMICA - ASAE. **Campylobacter jejuni**. Disponível em: <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/riscos-biologicos/campylobacter.aspx>. Acesso em: 17 jul. 2023.

AUTORIDADE DE SEGURANÇA ALIMENTAR E ECONÔMICA - ASAE. **Bacillus cereus**. Disponível em: <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/riscos-biologicos/bacillus-cereus.aspx>. Acesso em: 17 jul. 2023.

BARBOSA, Rafael. **Bolsonaro sugere que usar máscara sem lavar pode causar pneumonia e matar**. Poder360, <https://www.poder360.com.br/governo/bolsonaro-sugere-que-usar-mascara-sem-lavar-pode-causar-pneumonia-e-matar/>. Acesso em: 9 de outubro de 2023.

BECHARA, G ; SZABÓ1, M. **O PROCESSO INFLAMATÓRIO. 2. Componente e Eventos Celulares.** [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em:

https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/patologia/GERVASIOHENRIQUEBECHARA/INFLAM_2006.pdf.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental.

Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 1998. 174 p. BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC; SEB, 2017.

BRITO, Daiane; MENDES, Geovane; CASTRO, Jessyca; SILVA FILHO, David.; MACHADO, Marília.; BORGES, Wesley; PAULO, Maria; SILVA, Mônica; OLIVEIRA, Guilherme. **Upper respiratory tract infection caused by Streptococcus pyogenes: physiopathology and diagnosis.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e896986322, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.6322. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6322>. Acesso em: 10 oct. 2023.

CANELLAS, Anna; LOPES, Isabelle; MELLO, Marianne; PARANHOS, Rodolfo; OLIVEIRA, Bruno; LAPORT, Marinella. Vibrio species in an urban tropical estuary: Antimicrobial susceptibility, interaction with environmental parameters, and possible public health outcomes. **Microorganisms**, Volume 9(5), 1007, <https://doi.org/10.3390/microorganisms9051007>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351373828_Vibrio_Species_in_an_Urban_Tropical_Estuary_Antimicrobial_Susceptibility_Interaction_with_Environmental_Parameters_and_Possible_Public_Health_Outcomes. Acesso em: 17 jul. 2023.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, c2002. 364p. (Docência em formação Ensino fundamental) ISBN: 8524908580.

DOMINGOS, Roney. **É #FAKE que uso de máscaras contra Covid tem provocado aumento de pneumonias bacterianas.** O globo. Agência de Checagem de Fatos, <https://agenciadefatos.com.br/e-fake-que-uso-de-mascaras-contracovid-tem-provocado-aumento-de-pneumonias-bacterianas/>. Acesso em: 9 de outubro de 2023.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17ª. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 1968.

FREIRE, Paulo. **A importância do ato de ler**. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1987.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ. **Doença pneumocócica: sintomas, transmissão e prevenção**. Rio de Janeiro, 2002.

GLADDEN, Jonathan. Animania: Inside the world of Japanese Animation and Comic Art. **Art Education** 367.01: Ethnic Arts. Paper II. 15 abril de 1997. Acessado em: 02 out. de 2023.

DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michele; SCHNEUWLY, Bernard. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, Bernard.; DOLZ, Joaquim. e colaboradores. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas-SP: Mercado de Letras, 2004.

GUIMARÃES, Yara; GIORDAN, Marcelo. **Elementos para validação de sequências didáticas**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais [...] São Paulo: ABRAPEC, 2013, p. 1-8.

JÚNIOR, Danilo; ARAÚJO, Júlio; CATELAN, Tânia; SOUZA, Alexandre; CRUVINEL, Wilson; ANDRADE, Luís; SILVA, Neusa. Sistema imunitário - Parte II: Fundamentos da resposta imunológica mediada por linfócitos T e B. **Revista Brasileira de Reumatologia**. São Paulo, v. 50 p.552–580, 2010.

MANDARINO, Mônica. Organizando o trabalho com vídeo em sala de aula. **Revista Morpheus - Estudos Interdisciplinares Em Memória Social**, Revista Eletrônica em Ciências Humanas - Ano 01, número 01, 2002 - ISSN 1676-2924. Disponível em: <https://seer.unirio.br/morpheus/article/view/4014>. Acesso em: 20 jul. 2023.

MARTINS, Alejandra. O que 2ª Guerra tem a ver com crise de alergia no Japão. **BBC News Brasil**. Disponível

em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cp91dwemvj7o>. Acesso em: 18 jul. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. **Manual Técnico de Diagnóstico Laboratorial de Campylobacter**. Brasília, DF: 2011. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_tecnico_diagnostico_laboratorial_campylobacter.pdf. Acesso em: 15 de jul. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. **Gripe (Influenza)**. Brasília, DF: 2023. Disponível em:

<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/g/gripe-influenza#:~:text=A%20gripe%20%C3%A9%20uma%20infec%C3%A7%C3%A3o,A%20respons%C3%A1vel%20pelas%20grandes%20pandemias>. Acesso em: 15 de jul. 2023

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. **Incidência de câncer no Brasil**. Brasília, DF: 2023.

Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/noticias/2022/inca-estima-704-mil-casos-de-cancer-por-ano-no-brasil-ate-2025#:~:text=S%C3%A3o%20esperados%20704%20mil%20casos,cerca%20de%2070%25%20da%20incid%C3%Aancia>. Acesso em: 18 de jul. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **ABC do câncer, abordagens básicas para o controle do câncer**. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/abc_do_cancer.pdf. Acesso em 18 de jul. 2023.

MIRANDA, Camila. **Resposta Eritropoética Envolvida na Susceptibilidade de**

Camundongos Infantes à Malária. Respositório: UFMG, 2022. 51. Disponível em:

<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/44457>. Acesso em: 04 de junho de 2023.

NATIONAL NOSOCOMIAL INFECTIONS SURVEILLANCE - NNIS. **System Report, data summary from January 1992 through June 2004, issued October 2004**.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15573054/>. Acesso em: 17 jul. 2023.

NICÁCIO, Saulo Verçosa. **Visão integrada dos sistemas fisiológicos humanos utilizando práticas do ensino de ciências. 2022.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015.

OLIVEIRA, Aline; DIAMOND, Hilda. Atividade Antileucêmica das Células Natural Killer (NK). **Revista Brasileira de Cancerologia**, [S. l.], v. 54, n. 3, p. 297–305, 2008. DOI: 10.32635/2176-9745.RBC.2008v54n3.1728. Disponível em: <https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/1728>. Acesso em: 9 out. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Doença pneumocócica (DP). 2023**

ROSA, Sara. Anime: do Japão para o mundo. **Arte no Sul**. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/artenosul/2017/11/13/anime-do-japao-para-o-mundo/>. Acesso em: 02 out. 2023.

SEIXAS, Narita; TORRES, Cai.; SOUZA, Priscila; ALMEIDA, Lúcia. O ensino dos sistemas fisiológicos por meio de uma abordagem integradora: um enfoque na interdisciplinaridade / The teaching of physiological systems through an integrative approach: a focus on interdisciplinarity. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 6, p. 4609–4621, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n6-1657. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/1657>. Acesso em: 9 oct. 2023.

SOCIEDADE BENEFICENTE ISRAELITA BRASILEIRA, 2022. **O que é Staphylococcus aureus?**. Disponível em: <https://vidasaudavel.einstein.br/o-que-e-a-staphylococcus-aureus/>. Acesso em 18 jul. 2023.

PEDRO, Santos; FREITAS, Valéria Souza; FREITAS; et al. Relação entre mastócitos e células T na inflamação. **Odontologia Clínico-Científica**, v. 9, n. 3, p. 215–217, 2023. Disponível em: http://revodontobvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-38882010000300006. Acesso em: 22 jun. 2023.

SANAR MEDICINA. **Resumo de Pseudomonas aeruginosa: epidemiologia, patogenia, resistência e tratamento.** Disponível em:

<https://www.sanarmed.com/resumo-de-pseudomonas-aeruginosa-epidemiologia-patogenia-resistencia-e-tratamento>. Acesso em 17 jul. 2023.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE - CAMPINAS - SP. **Informe: Surto de Streptococcus pyogenes.** Disponível em:

https://saude.campinas.sp.gov.br/saude/eventos/Informe_Surto_de_Streptococcus_pyogenes.htm. Acesso em: 17 jul. 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALERGIA E IMUNOLOGIA. Alergias, 2005.

Disponível em:

[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/dicas/82alergias.html#:~:text=Alergia%20ou%20rea%C3%A7%C3%A3o%20de%20hipersensibilidade,\(geneticamente\)%20e%20previamente%20sensibilizados](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/dicas/82alergias.html#:~:text=Alergia%20ou%20rea%C3%A7%C3%A3o%20de%20hipersensibilidade,(geneticamente)%20e%20previamente%20sensibilizados). Acesso em: 17 jul 2023.

TAVARES, Luciana. **Inibição da Fosfodiesterase 4 em um modelo murino de pneumonia por Streptococcus pneumoniae.** 2015. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Imunologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2015.

YAMAGUCHI Masaya; TERAU Yutaka; MORI-YAMAGUCHI Yuka; DOMON Hisanori; SAKAUE Yuuki; YAGI Tetsuya; NISHINO Kunihiko; YAMAGUCHI Akihito; NIZET Victor; KAWABATA Shigetada. Streptococcus pneumoniae invades erythrocytes and utilizes them to evade human innate immunity. **Nacional Library of Medicine.** PLoS One. 2013 Oct 23;8(10): e77282. doi: 10.1371/journal.pone.0077282. Erratum in: PLoS One. 2014;9(1). doi:10.1371/annotation/de14e562-d899-48da-b677-ca61cca2cf5b. PMID: 24194877; PMCID: PMC3806730.

Anexo 1: Reportagem 1 - Bolsonaro sugere que usar máscara sem lavar pode causar pneumonia e matar.

PODER 360

f X YouTube ... LOGIN

≡ MENU

f WhatsApp X ...

A ● ● A

Bolsonaro sugere que usar máscara sem lavar pode causar pneumonia e matar

Presidente leu suposta declaração do imunologista Anthony Fauci; checagem indica que informação foi tirada de contexto



Bolsonaro afirmou que, em municípios mais pobres, algumas pessoas chegam a ficar 1 mês com a mesma máscara. Na imagem, o presidente em evento no Planalto

Rafael Barbosa

21.out.2021 (quinta-feira) - 22h31

O presidente [Jair Bolsonaro](#) sugeriu nesta 5ª feira (21.out.2021) que o uso de máscaras de proteção contra a covid-19 por longos períodos, “*sem higiene*”, pode causar pneumonia e matar.

Segundo o chefe do Executivo, lendo um suposto artigo científico, a “*maioria das vítimas de gripe espanhola*” –em 1918 e 1919– não morreu da doença, mas sim de pneumonia bacteriana “*causada pelo uso de máscara*”.

As declarações foram atribuídas ao infectologista norte-americano Anthony Fauci. Segundo [checagem do jornal português Observador](#), a informação é falsa. Fauci não atribui as mortes ao uso de máscaras de proteção. Leia o [comunicado divulgado à imprensa](#) pelo grupo de pesquisadores em 2008.

O presidente também criticou a obrigatoriedade da proteção e disse que, “*em alguns municípios mais pobres*”, muitas pessoas usam a mesma máscara por “*semanas, até meses*”.

Segundo Bolsonaro, as políticas decretadas por prefeitos e governadores para conter o avanço da covid-19 foram uma das “*mais perversas da sociedade*”.

Anexo 2: Reportagem 2 - É #FAKE que uso de máscaras contra Covid tem provocado aumento de pneumonias bacterianas.



Foto: Reprodução

É #FAKE que uso de máscaras contra Covid tem provocado aumento de pneumonias bacterianas

Pneumologistas esclarecem que alegação é falsa e que máscaras não provocam pneumonia bacteriana.

Por Roney Domingos, g1

03/11/2021 13h56 · Atualizado há um ano



Circula pelas redes sociais uma mensagem que diz que casos de pneumonias bacterianas têm aumentado devido ao uso de máscaras contra a Covid. É #FAKE.

FAKE

— Foto: G1

Especialistas deixam claro que a alegação contida na mensagem falsa não procede. Na verdade, o que ocorre é o contrário disso, porque as máscaras protegem. Dados disponíveis no DataSUS também refutam o boato.

O pneumologista Rodolfo Fred Behrsin, professor do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle, diz que a afirmação de que tem ocorrido um aumento nas pneumonias bacterianas devido ao uso das máscaras é mentirosa. "Pelo contrário. Nesse período de pandemia, em que as pessoas estão usando máscaras, essas infecções bacterianas pulmonares têm reduzido, entre outros motivos porque as máscaras funcionam como verdadeiras barreiras aos contaminantes do ar ambiente."

"Além disso, as máscaras não impedem a eliminação das secreções respiratórias", diz o professor. E essas secreções, no caso do uso de máscaras, ficam retidas nas máscaras, e não nos pulmões. "Como essa secreção não fica retida no pulmão e, sim, na máscara, isso [que a mensagem expõe] não é real."

Behrsin propõe um exemplo para tornar o raciocínio mais claro. "Se essa afirmação fosse verdadeira, imagina o que ocorreria com os cirurgiões e suas respectivas equipes, inclusive no período pré-pandemia. Essas equipes passam o dia no centro cirúrgico e precisam utilizar máscaras. Então isso já seria um fenômeno pré-pandemia. Essas equipes sempre iam ter sempre pessoas afastadas devido a problemas de infecções respiratórias, ou seja, por pneumonias. Felizmente essa afirmação não corresponde à realidade", conclui.

Celso Padovesi, pneumologista da rede de hospitais São Camilo de São Paulo, afirma que as máscaras não podem causar pneumonia bacteriana. "Isso é fake. Se uma pessoa com pneumonia bacteriana usar uma máscara e uma outra pessoa pegar essa mesma máscara e utilizar, ainda assim a chance de essa pessoa pegar pneumonia é muito remota", afirma.

O médico explica que o mesmo não se pode dizer com relação ao vírus. "Se a pessoa tem uma doença por vírus, como por exemplo o coronavírus ou qualquer outro vírus respiratório, e uma outra pessoa utilizar a máscara dessa pessoa contaminada, ela até pode contrair o vírus da máscara da outra pessoa. Mas acho que isso nem está em debate porque ninguém em sã consciência vai utilizar uma máscara usada por outra pessoa."

Padovesi diz que se a pessoa colocar uma máscara nova, que ela acabou de abrir, mesmo que a máscara não esteja totalmente limpa, mesmo que haja bactérias nessa mesma máscara, isso não vai causar uma pneumonia. "Até porque nosso corpo é cheio de bactérias. Nós convivemos com as bactérias. E não é isso que leva uma pessoa a desenvolver pneumonia, são outros mecanismos. Então, reforçando, máscara não pode causar pneumonia bacteriana."

Padovesi diz que a pneumonia bacteriana pode ocorrer em pacientes com Covid internados, sem qualquer relação com a máscara, porém. "Uma pessoa com uma pneumonia viral tem uma chance muito maior de fazer uma pneumonia bacteriana em cima dessa pneumonia viral, que é a complicação mais comum dos pacientes com Covid. Os pacientes com Covid, que acabam sendo entubados, que têm a forma mais grave, a grande maioria vai desenvolver uma pneumonia bacteriana consequente à Covid. Mas tirando isso, não houve um aumento de pneumonia por outros motivos."

Os dados disponíveis no **DataSUS**, aliás, não mostram um aumento de internações no período em que o uso de máscaras passou a ser preconizado. Pelo contrário. Ou seja, a mensagem falsa não tem amparo nos números nem na ciência.

Anexo 3: Folha de exercício sobre o episódio 1 (Pneumococos) de “Cells at Work!”

Nome: _____ Nº: _____

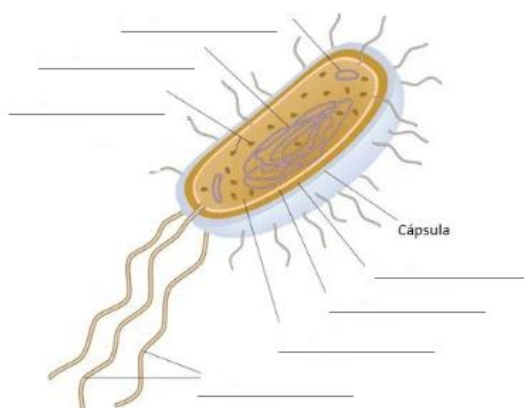
Professor(a): _____ Data: __/__/__

Do anime para o mundo real!

- 1) O que é um Pneumococos? Cite uma doença causada por ele.

- 2) Durante a invasão do vaso sanguíneo, a bactéria Pneumococos fala a seguinte frase: *“Esse lugar parece bem confortável. Sem excesso de calor, sem excesso de frio, também tem comida até não dar mais. Agora aqui é nosso país”*. Explique por que essas características são importantes para as bactérias.

- 3) A bactéria invasora consegue fugir do glóbulo vermelho utilizando a sua cápsula bacteriana. Complete na figura abaixo com o nome das outras estruturas indicadas da bactéria.



- 4) O glóbulo branco, enquanto busca pelo invasor, fala a seguinte frase: “*Pneumococos são bactérias **patogênicas** do sistema respiratório*”. O que o glóbulo branco quis dizer quando utilizou a palavra patogênicas?

- 5) Enquanto estava se escondendo, o Pneumococos estava olhando um mapa que mostrava o seu órgão preferido para viver. Qual é esse órgão?

- 6) Após o pneumococo ser revelado de dentro da caixa da personagem glóbulo vermelho, o glóbulo branco aparece pela saída de ar condicionado e fala: “*Nós, glóbulos brancos, somos **células transmigrantes***.” O que significa isso? Qual a importância desse processo?

- 7) No final do episódio, a bactéria é eliminada viva através de um espirro. Relacione esse processo com a utilização de máscaras por pessoas resfriadas.

- 8) Existe alguma forma de prevenção da pneumonia? Cite.
