



Universidade de Brasília

FACULDADE UNB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**HATARAKU SAIBOU: ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DE UM
ANIMÊ PARA O ENSINO DE FISIOLOGIA HUMANA**

AUTOR(A): ANA CLARA DE MOURA DAVID

ORIENTADOR(A): DELANO MOODY SIMÕES DA SILVA

Planaltina - DF

2019



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**HATARAKU SAIBOU: ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DE UM
ANIMÊ PARA O ENSINO DE FISIOLOGIA**

AUTOR(A): ANA CLARA DE MOURA DAVID

ORIENTADOR(A): DELANO MOODY SIMÕES DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado(a) em Ciências Naturais, da Faculdade UnB Planaltina.

Orientador: Prof. Dr. Delano Moody Simões da Silva

Planaltina - DF

2019

AGRADECIMENTOS

As mulheres da minha família. Ana Julia, minha parceira; Ana Lúcia, minha mãe 4; Ana Paula, minha mãe 3; Mainha, Biô, dona Maria, minha mãe 2; mas especialmente a Ana Claudia, minha mãepai número 1.

Ao meu comparsa, namoradinho da escola, bibliotecário preferido, Everson.

Aos irmãos e irmãs que eu escolhi: Moisés, Erick, Tião, Mayra, Jeane, Daniele (lutei para escrever esse nome), Thalles e Larissa. E também à tia maneira que eu escolhi, tia Mel.

As professoras inesquecíveis, Tânia Cruz e Juliana Caixeta. Meu primeiro contato com Juliana foi em sua aula de Bases Psicológicas para o Ensino de Ciências, na qual conversamos sobre professores que nos marcaram para sempre. Vocês duas!

Aos amigos que me apoiaram, em especial: Flá, Well, Franklin, Joyce, Bruno, Andrey, Viktor e Hebert.

Aos meus filhos, que me motivaram a estudar para comprar da melhor ração para eles e nunca me deixam sozinha: Mary Jane, Peter Parker, Madame Nora e Octavius Octopus.

Ao Naruto, por me inspirar a ser teimosa e determinada. Dattebayo!

Nas palavras de minha mãe, “vocês não fizeram mais do que sua obrigação” (MOURA, desde 1996).

*“To see a world in a grain of sand
And a heaven in a wild flower,
Hold infinity in the palm of your hand
And eternity in an hour”.*

William Blake

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar a qualidade dos conteúdos de imunologia representados no animê Hataraku Saibou, em vistas das habilidades objetivadas no ensino de ciências para os anos finais do ensino fundamental da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Hataraku Saibou é uma animação japonesa em que as células são pessoas, trabalhando incessantemente para desempenhar suas funções a fim de manter a vida de um organismo humano. Além disso, antígenos são retratados como monstros invasores e a narrativa explicita as consequências desse apoderamento para a saúde humana, mostrando como nossas células agem para evitar esse perigo. A partir de uma análise documental identificou-se os conteúdos de imunologia abordados nos anos finais do ensino fundamental destacados na BNCC. Com base nesses conteúdos os episódios foram analisados e identificados todos os assuntos que poderiam ser abordados. Porém, diante da riqueza de possibilidades de abordagem, foi realizado um recorte dos conteúdos, sendo que nesse trabalho será discutido apenas as possibilidades de uso abordando os tipos celulares de células sanguíneas. Os conteúdos foram analisados a partir de livros universitários de fisiologia e imunologia e, em alguns casos, artigos específicos foram empregados para a análise. O resultado apontou que grande parte das informações evidenciadas na animação tem uma boa base científica, demonstrando o potencial de Hataraku Saibou como recurso didático a partir de certos cuidados do mediador.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Imunologia. Recursos didáticos. Hataraku Saibou.

ABSTRACT

This paper aims to analyze the quality of the immunology contents represented in the anime Hataraku Saibou, based on the aimed skills in science teaching for the final years of the Common National Curriculum Base (BNCC). Hataraku Saibou is a Japanese animation in which cells are portrayed as people, working incessantly to perform their functions in order to maintain the life of a human organism. Moreover, antigens are portrayed as invasive monsters, and the narrative exposes the consequences of this inbreak for human health, showing how our cells work to prevent these dangers. Employing documental analysis, the contents about immunology were identified at the final years of secondary school depicted in the BNCC. Based on these contents, the episodes were analyzed and all the subjects that could be addressed were identified. However, given the amount of the approachable possibilities, a cut of the content was made, therefore in this work only the possibilities of use about the blood cells types will be discussed. The contents were analyzed consulting university books of physiology and immunology and, in some particular cases, specific articles needed to be consulted. The results indicated that a great deal of information highlighted in the anime has a good scientific basis, validating the hypothesis of the potential use of Hataraku Saibou as a didactic resource, based on the mediator's caution.

Keywords: Science teaching. Immunology. Didactic resources. Hataraku Saibou.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representações de fluxo sanguíneo	25
Figura 2 – Ahoge da personagem e hemácia falciforme	26
Figura 3 – Coágulo	29
Figura 4 – Plaquetas em relação a outras células	29
Figura 5 – Plaquetas com dificuldade em captar íon de cálcio	30
Figura 6 – Glicoproteína Ib	30
Figura 7 – Fatores de coagulação e rede de fibrina	31
Figura 8 – Eritroblasto e mielócito	32
Figura 9 – Representações de glóbulo branco em meio aos glóbulos vermelhos	33
Figura 10 – Diapedese	33
Figura 11 – Receptor celular	34
Figura 12 – Extermínio de Pneumococcus	35
Figura 13 – Fagocitose	35
Figura 14 – Macrófagos.....	37
Figura 15 – Diferença entre monócitos e macrófagos.....	38
Figura 16 – Linfócitos B e T de memória	40
Figura 17 – Timócitos	41
Figura 18 – T-citotóxico defeituoso sendo descartado.....	42
Figura 19 – Linfócito virgem, ou naïve.....	42
Figura 20 – T-reguladora e T-auxiliar	43
Figura 21 – T-citotóxica contra célula cancerígena.....	44
Figura 22 – Clones da célula tumoral.....	46
Figura 23 – Diferentes classes de Imunoglobulina.....	48
Figura 24 – As classes de imunoglobulina	48
Figura 25 – Mastócito e basófilo controlam mediadores histamínicos	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ensino de Fisiologia de acordo com a BNCC	21
Tabela 2 – Conceitos fisiológicos nos episódios de Hataraku Saibou	22
Tabela 3 – Exemplo de conteúdos específicos	23
Tabela 4 – Conteúdos específicos de hemácias.....	27
Tabela 5 – Conteúdos específicos de plaquetas.....	31
Tabela 6 – Conteúdos específicos de neutrófilos	36
Tabela 7 – Conteúdos específicos de macrófagos e monócitos.....	39
Tabela 8 – Conteúdos específicos de linfócitos T	44
Tabela 9 – Conteúdos específicos de exterminadora natural	46
Tabela 10 – Conteúdos específicos de linfócitos B.....	49
Tabela 11 – Conteúdos específicos de eosinófilos	50
Tabela 12 – Conteúdos específicos de mastócitos e basófilos	51
Tabela 13 – Conteúdos específicos de células dendríticas	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. Os animês no Brasil.....	12
2.2. Os animês como recurso didático.....	13
2.3. Os recursos didáticos no ensino de fisiologia.....	17
3. METODOLOGIA	19
3.1. Análise do animê a partir da BNCC.....	20
3.2. Construção do guia.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Estudo da BNCC.....	21
4.2. Células representadas em Hataraku Saibou.....	24
4.2.1. Hemácias.....	25
4.2.2. Plaquetas.....	28
4.3. Leucócitos.....	32
4.3.1. Neutrófilos.....	32
4.3.2. Macrófagos e monócitos.....	37
4.3.3. Linfócitos.....	39
4.3.3.1. Linfócitos T.....	41
4.3.3.2. Exterminadora natural NK.....	45
4.3.3.3. Linfócitos B.....	47
4.3.4. Eosinófilos.....	49
4.3.5. Mastócitos e basófilos.....	50
4.4. Dendríticas.....	52
4.3. Considerações sobre o uso de Hataraku Saibou em sala de aula.....	53
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
6. REFERÊNCIAS	54

1. INTRODUÇÃO

Ciência é a linguagem que os humanos criaram com o intuito de entender, explicar, prever e quem sabe até controlar o mundo natural (CHASSOT, 2003). No entanto, o sujeito comum tende a perceber a ciência como atividade distante de sua vivência, difícil de assimilar e sem muito uso em sua vida prática (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

As relações científicas e matemáticas são complexas, de tal forma presume-se ciência como verdade absoluta, capaz e incumbida de conhecer e explicar a realidade, ou seja, percebem “ciência não por seu processo de produção, mas por seus resultados e por seu poder social” (CHAUÍ, 1997; apud NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). No entanto, segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (2002, p. 9),

num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, determinar classificações ou identificar símbolos (BRASIL; 2002, p. 9).

Um dos deveres da escola é oportunizar aos seus estudantes o aprimoramento de como lidam com ideias a partir do modo científico, a fim de que este estruture sua base para a resolução de problemas em pequena ou grande esfera (SASSERON; DUSCHL, 2016). Esse é um dos deveres do ensino de ciências: a alfabetização científica. Sasseron (2015) trata a alfabetização científica como produto do ensino de ciências, de forma que o estudante descubra, em seus estudos na área, a relação do conhecimento científico com o mundo ao seu redor, alicerçado a partir da história e cultura. Matthews (1994) argumenta que quando não se aprecia nada sobre ciência, dificilmente a ela será agregado valor, minimizando as experiências da vida humana.

É importante que se saiba "que a influência das ciências em nossa sociedade não é unidirecional" (SASSERON, 2015, p. 51), logo, fazer ciência é uma atividade humana condicionada às necessidades de uma cultura em um determinado momento da história, em um determinado local no espaço, sofrendo constantes construções e reconstruções e, assim, influenciando e moldando também a sociedade (UnB, 2013).

Os estudantes tendem a duvidar de algumas proposições: "como fizeram desenhos de átomos se ninguém os viu?", "por que estudamos isso?", "como sei que é verdade?" (MATTHEWS, 1994, p. 8). Esse comportamento deve ser encorajado, o professor deve primar por essas questões e levantar o debate de que tudo merece reflexão e consideração (MATTHEWS, 1994).

Em resumo, a alfabetização científica é "a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento" (SASSERON, 2015, p. 56).

Os conteúdos de ciências não são fáceis de entender, requerem um certo nível de abstração que, se não alcançado, pode acarretar grandes equívocos (VOSNIADOU, 1994). No ensino de biologia isso é especialmente comum, uma vez que muitos de seus conteúdos e modelos não são tão identificáveis e aferidos a partir de cálculos, como no ensino de física, por exemplo, onde geralmente se demonstra com mais especialidade fenômenos já conhecidos dos estudantes (DUSO, 2012).

O ensino de biologia demanda uma abordagem mais filosófica, exigindo debates sobre ética a partir de temas como clonagem, transgênicos, células-tronco, vacinas, entre outros (PEDRANCINI *et al.*, 2007). Os conteúdos de biologia são comumente tratados linearmente, consensualmente e sem uma contextualização histórica ampla (CARNEIRO; GASTAL, 2005).

Especialmente o ensino de fisiologia, o qual compreende o estudo de funções orgânicas de estruturas e processos envolvidos no funcionamento satisfatório de um organismo animal, uma das dificuldades em seu ensino é a transposição da complexidade no dinamismo entre as estruturas envolvidas e seus conceitos, dado que são necessárias representações e modelos e muitas vezes a escola não tem acesso (ANDRADE, 2011). Esse fato é observável no ensino de imunologia. O equilíbrio das funções orgânicas para a sobrevivência chama-se homeostase, sendo que para a manutenção desse equilíbrio, o sistema imunológico protege o corpo da ação de agentes invasores que podem infligir danos ao organismo. A imunologia estuda o funcionamento desse sistema.

Uma alternativa para aproximar os termos e conceitos científicos dos alunos é o uso de vídeos de séries ou animações que utilizam uma linguagem mais próxima dos adolescentes, de forma a alcançar seu imaginário e intermediar com sua vivência (FONTANELLA, 2004).

Neste trabalho utilizamos uma animação japonesa, popularmente conhecida como animê, intitulada Hataraku Saibou, que tem como temática os conteúdos de fisiologia humana. A autora do mangá de mesmo nome criou a narrativa para ajudar os colegas de sala com o conteúdo de sistema imune. A tradução do título é "células ao trabalho" e retrata as funções que as células desempenham de forma constante em nosso corpo como se fossem humanos trabalhando.

O objetivo do presente estudo é analisar os conteúdos reproduzidos na animação Hataraku Saibou, a fim de elaborar um guia que entrelace as representações no animê com

conteúdos de fisiologia como apoio didático para o ensino fundamental. A hipótese é de que, por se tratar de um desenho animado, o entretenimento seja priorizado em função aos conteúdos e, portanto, no uso do animê em sala, seja necessária uma constante intervenção para esclarecimentos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Os animês no Brasil

Animê, abreviatura de *animēshon (animation)*, são as animações audiovisuais japonesas, distribuídas pelo mundo na intenção de difundir elementos culturais japoneses pelo globo (ARAÚJO, 2017). De início, o termo era o equivalente japonês para qualquer animação, no entanto o termo se especializou ao se popularizar no ocidente como animações japonesas (NAGADO, 2011), ou “*japanimation (japanese animation)*” (ELIAS, 2012, p.5).

Para Carlos (2009a), os fãs da cultura popular japonesa, conhecidos como *otakus*, consomem diferentes formatos e tipos de narrativas produzidos no país, sejam elas desenhadas (mangás e animês) ou interpretadas (live-actions, tokusatus, doramas, etc). Nesse sentido, Nagado (2007, p. 72) trata o animê como "embaixador cultural", pois contribui com a difusão da cultura nipônica no contexto da globalização, também contribuindo bastante para a economia de seu país originário (ELIAS, 2012).

Para alguns estudiosos sobre a temática animê (NAGADO, 2011; ELIAS, 2012), a primeira série animê televisionada foi Tesuwan Atom, conhecida no ocidente como Astro Boy, de 1963 a 1966, contando com 193 episódios, abrindo as portas para o mercado de animações japonesas.

No mesmo período no Brasil, o governo ditatorial militar censurava os meios de comunicação, logo o consumo brasileiro de materiais internacionais que pudessem ser considerados como "subversivos" foi consideravelmente abafada, de forma que mídias japonesas no país demoraram a se popularizar (MATTOS, 2002, p. 103). Assim, o sucesso dos animês em terras brasileiras é, em grande parte, atribuído a exibição de Cavaleiros do Zodíaco, em 1994 pela TV Manchete (NAGADO, 2005). Mais tarde, animês como Dragon Ball e Pokémon se popularizaram no país, incitando interesses comerciais de empresas especializadas japonesas no mercado consumidor brasileiro (DUTRA, 2006; URBANO, 2011).

Mais tarde, a popularização da tv a cabo foi a responsável por expandir as opções a partir de seus inúmeros canais que transmitiam desenhos animados (URBANO, 2013) e, mais tarde, canais dedicados exclusivamente às animações japonesas, como o Animax (DUTRA, 2006), distribuindo ainda mais os animês pelo ocidente. A partir do desenvolvimento da internet em banda larga, desde os anos 2000 há um crescimento do acervo disponível on-line, mais uma vez possibilitando a circulação de mais material para mais público (URBANO, 2011).

Com esse advento, os fãs passaram a traduzir, legendar e disponibilizar gratuitamente e na íntegra para outros fãs on-line, com pouco tempo de lançamento em relação ao Japão. Essa iniciativa se deve ao fato de que as emissoras televisivas brasileiras, abertas ou a cabo, transmitiam episódios cortados e fora de sequência e se o telespectador não pudesse assistir um dia sequer perderia também um pedaço da história (CARLOS, 2009b; URBANO, 2013; ARAÚJO, 2017).

Carlos (2009b) descreve ainda que um dos motivos para a migração do público *otaku* brasileiro para a internet foi a escolha livre de títulos que o atráíssem, uma vez que as emissoras crivam a veiculação de animês levando em consideração aspectos como possível popularização, classe indicativa e temas (URBANO, 2011).

2.2. Os animês como recurso didático

"Ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza" (CHASSOT, 2003, p. 91). A linguagem deve ser simples e capaz de alcançar a todos e todas, em espaços de educação formais ou não (BARROS, 2002). O cidadão médio pode não entender as implicações lógico-matemáticas por trás da descoberta de um fenômeno, no entanto, depois que o fenômeno é compreendido e exposto de forma acessível pelo cientista, esse sujeito deve ser capaz de assimilar o essencial e entender a aplicação da ciência na vida comum (ALMEIDA, 2002). A função social da alfabetização científica é de desmistificar que esta seja apenas para aqueles envolvidos diretamente com ciência, uma vez que o autor considera esta como "uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural" (CHASSOT, 2003, p. 91), ao entender tal linguagem somos capazes de fazer transformações que proporcionem melhores condições de vida para todos e todas.

Marcondes (1972) já afirmava que é um dos deveres da escola permanecer, na medida do possível, ciente das novas descobertas científicas principais e, assim, assegurar o acesso

dos alunos ao conhecimento científico atualizado. Mais especificamente no Brasil, esse papel da escola carrega grande peso, uma vez que a escola é uma agência que reúne comumente uma notável parcela da população, que poderá promover para suas famílias e vizinhança os conhecimentos adquiridos nesta, principalmente no âmbito da educação para a saúde na escola. O autor afirma que a escola não deve apenas oferecer conteúdos, mas motivar a educação científica para que a criança seja capaz de analisar as informações e fazer escolhas inteligentes com base na construção de conhecimento. O contexto social e cultural do indivíduo se relaciona intimamente com o envolvimento na atividade científica, uma vez que este analisa a pertinência de tal conhecimento na solução de problemas do próprio cotidiano (MATTHEWS, 1994; CANDOTTI, 2002; SASSERON, 2015).

Barros (2002, p. 26) salienta que “o conhecimento científico de uma época não é suficiente para garantir que as soluções adotadas não venham a introduzir novos problemas”, contudo, entendemos que “é a ciência que, em nossa sociedade, está falando do futuro e buscando soluções para a crise existencial do homem imerso num mundo que ele próprio fabricou” (BARROS, 2002, p. 41), é ela que “faculta ao homem o poder de modificar um certo número de fenômenos, ou de criar as condições de aparecimento de outros, aumentando sua ação sobre o meio que o cerca” (ALMEIDA, 2002, p. 69).

Deve se levar em consideração também que o professor é condicionado a trabalhar em meio a condições de todo tipo de adversidade: falta material, falta autorização, sobrecarga física e emocional (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Portanto, tendem a preferir o mais tradicional, o mais acessível: aulas expositivas, quadro e livro didático, tradição advinda de tempos em que a educação era mecanicista (SOUZA, 2007). Por vários fatores, o docente “restringe-se a apresentar aos alunos, com o mínimo de modificações, o material previamente elaborado por autores que são aceitos como autoridades” (KRASILCHIK, 2008, p. 184). Não que essas estratégias e recursos sejam inferiores, mas como qualquer ferramenta de ensino seu uso deve ser acompanhado de uma reflexão dos seus objetivos e mediação (NICOLA; PANIZ, 2016). Portanto, o formato atual da difusão científica é sempre atrelado à ambientes formais de educação, na presença de professor, apoiados em um currículo pré-determinado, sem apropriação de novas mídias (BARROS, 2002). Castoldi e Polinarski (2009, p. 685) explicam que parte “dos professores tem uma tendência em adotar métodos tradicionais de ensino, por medo de inovar ou mesmo pela inércia, a muito estabelecida, em nosso sistema educacional”.

Essa relação em que a ciência é composta por informações a serem memorizadas porque alguém está obrigando é reforçada no cotidiano da escola, por sua rotina, sempre as

mesmas estratégias, sempre os mesmos recursos didáticos (NICOLA; PANIZ, 2016). Para Souza (2007, p. 111) “recurso didático é todo material utilizado como auxílio no ensino-aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos”.

Nesse sentido, é importante ressaltar que conhecimento e aprendizagem não são sinônimos. Na realidade, o conhecimento é o resultante deste processo (PAULA *et al.*, 2006). No sentido neurobiológico, aprendizagem é quando uma informação nova que, ao chegar no sistema nervoso central, muda estruturas cognitivas já estabelecidas (aquisição de informações)(RIESGO, 2016). A chegada de uma informação repetida evoca memórias, consolidando informações (RIESGO, 2016).

Assim, nos deparamos com dois tipos de aprendizagem: significativa e mecânica. Nesse sentido, aprendizagem mecânica é o hábito de decorar conteúdos de forma passageira, e aprendizagem significativa como a transformação do significado lógico em significado psicológico (TAVARES, 2004). O primeiro contato com a informação tende a se transferir em aprendizagem mecânica e só a partir do reforço e produção de sentido se torna uma aprendizagem significativa (TAVARES, 2004). O sistema tradicional de ensino tende a concentrar na aprendizagem mecânica em detrimento a aprendizagem significativa.

Para Nicola e Paniz (2016), é especialmente comum na área do ensino de biologia, devido aos conceitos e processos complexos de difícil abstração. As autoras percebem os recursos didáticos no ensino de biologia como ferramentas que auxiliem a diminuir essas barreiras pois "é possível tornar as aulas mais dinâmicas, possibilitando que os alunos compreendam melhor os conteúdos e que, de forma interativa e dialogada, possam desenvolver sua criatividade" (NICOLA; PANIZ, 2016, p. 359).

A partir do uso satisfatório do recurso didático, o estudante pode ser estimulado a manifestar uma cultura investigativa, buscando novas informações a fim de transformá-las em conhecimento por conta própria (SOUZA, 2007).

Diante disso, o vídeo pode ser um forte aliado como recurso didático, uma vez que une imagem e som, combinando artifícios a fim de provocar sensações diversas, "deixando de ser apenas som e imagem, mas também, uma forma de expressão" (VASCONCELOS; LEÃO, 2009). Segundo Siqueira (2002, p. 107), mídias que relacionam imagem e texto não compreendem apenas histórias fictícias, mas também o potencial de disseminar informação. “O meio-audiovisual não é apenas um recurso didático, mas através dele pode-se criar um novo meio de ajudar a (re) construção do conhecimento” (VASCONCELOS; LEÃO, 2009, p. 1). Santaella e Nöth (1998) reconhecem o mundo das imagens como dois domínios indissociáveis: o das representações visuais do mundo externo e o domínio abstrato da nossa

mente. As imagens do primeiro domínio são modificadas a partir das imagens mentais (visões, esquemas, fantasias, imaginações), e as imagens do mundo abstrato se modificam também a partir da visualização do mundo externo, tal como a estruturação do conhecimento está em constante transformação (TAVARES, 2004).

Fontanella (2004, p. 343) afirma que o desenho animado é um recurso social de “dimensão cultural e estética (...) mediadora na percepção da criança entre o imaginário e sua história de vida - na produção do sentido e na formação da consciência”. Assim, as animações “não são só um meio para entreter, nem somente uma forma de lazer, mas um meio, um instrumento de mediação” de forma que representa contextos reais utilizando-se de elementos identificáveis a cada indivíduo, promovendo emoções que se aproximam e significam a realidade, ao passo que também adere a aspectos fantasiosos para tanto através de situações metafóricas (FONTANELLA, 2004, p. 343), propiciando desenvolvimento intelectual e emocional por um canal lúdico (SILVA, 2011).

Sendo assim, os animês familiarizam os jovens com “as interações, as descobertas, investigações acerca das informações veiculadas” (RODRIGUES; ROCHA, 2018, p. 3), de forma que a aprendizagem é possível como espaço de veiculação de informação de forma variada e interessante para diversos públicos. Silva (2011, p. 52) conclui que os animês podem ser usados para diversos fins numa sala de aula, como “motivação, demonstração, discussão de algum tema, desenvolvimento de uma visão crítica promovido por debates, em uma única disciplina ou em atividades interdisciplinares”. Algumas das vantagens elencadas por Linsingen (2007, p. 1) para o uso dos animês em sala de aula são:

Popularidade entre os jovens, dinamismo na linguagem, facilidade de acesso ao material, variedade temática, ludicidade, cognitivismo, uso de discursos combinados entre texto e imagem e debates que relacionam ciência, tecnologia e sociedade (LINSINGEN, 2007, p. 1).

No entanto, o mediador deve estar atento ao seu planejamento. Tudo tem seu significado: desde a escolha de recurso específico, quanto sua forma de aplicação, a postura do mediador em relação ao mesmo, até a linguagem utilizada neste. Não há sentido usar de recursos sem uma reflexão sobre sua relevância e aplicação, por si só eles nada fazem. Este uso irresponsável desvaloriza o recurso e, no caso de aulas com vídeo, faz com que o discente passe a associar com a falta de aula e, por consequência, a ausência de importância deste recurso e seu conteúdo (MORAN, 1995). Souza (2007) chama essa descaracterização do recurso didático de “inversão didática”.

Em especial, no caso de animês ou mangás, deve ser levado em consideração os seus conteúdos, temas, valores culturais e a complexidade das informações, adequando a aula para que seja apropriada para a idade e entendimento do aluno (SILVA, 2011).

Nesse âmbito, os animês também são mercadoria.

Nenhuma mercadoria é inocente. Ela é também signo, símbolo, significado. Carrega valor de uso, valor de troca e recado. Povo o imaginário da audiência, público, multidão. Diverte, distrai, irrita, ilustra, ilude, fascina. Carrega padrões e ideais, modos de ser, sentir e imaginar. Trabalha mentes e corações, formando opiniões, ideias e ilusões (IANNI, 1999, p. 49).

Diante de um cenário escolar expositivo e mecânico, mas dessa vez no Japão, Akane Shimizu produziu um mangá como recurso didático para auxiliar nos estudos sobre imunologia de uma colega no ensino médio, chamado Hataraku Saibou. O projeto ganhou notoriedade na escola de mangakás (quadrinistas de mangá) a qual Akane frequentava, patrocinada pela editora Kodansha, que gostou da proposta e a ofereceu a publicação do mangá em 2015, sendo conhecido no ocidente como “Cells At Work!” (Células Ao Trabalho!) (SHIMIZU, 2015). Em 2018, o estúdio David Production adaptou os quadrinhos para as telinhas, produzindo o nosso objeto de estudo: o animê Hataraku Saibou. No animê, seres vivos microscópicos ganham características antropomorfas, tanto físicas, quanto comportamentais e sentimentais. Como se fossem grandes confrontos, as células do sistema imunológico lutam contra antígenos que invadem o corpo do humano em que elas vivem, com o objetivo de defender seu território para a sobrevivência desse organismo humano.

Afinal, animado ou não, já tendemos a entender a imunologia como o estudo do “constante estado de guerra entre os patógenos e o hospedeiro, e o sistema imunológico é responsável pela defesa do corpo contra a ameaça de ataque patogênico” (DOAN *et al.*, 2006, apud SIQUEIRA-BATISTA *et al.*, 2009).

Assim, reforçando, a exibição da animação em sala de aula como recurso didático não deve ser apenas de natureza expositória, uma vez que é preciso organizar suas ideias de forma que revele uma conexão com a sociedade e então confira significado (SIQUEIRA, 2002; FONTANELLA, 2004). Pacheco (1985, p. 17) ressalta que “a comunicação de massa será um bem ou mal conforme *quem a use, como a use e para que a use*”.

2.3. Os recursos didáticos no ensino de fisiologia

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é, em resumo, um “um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais

que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BRASIL, 2017, p. 7). A finalidade do documento é a promoção de aprendizagem e desenvolvimento que cada cidadão tem direito, pelo Plano Nacional de Educação (PNE), com enfoque na Educação Infantil e Ensino Fundamental, mas neste trabalho o foco será o Ensino Fundamental – Anos Finais. É também uma ferramenta a qual cada escola deve adaptar suas orientações para sua realidade, a fim de compor um currículo coerente com o contexto de cada uma delas, ao mesmo tempo em que promove um padrão similar de educação entre estas (BRASIL, 2017).

Nesse sentido, a BNCC ressalta que os conteúdos devem estar integrados e representados, usando-se de estratégias para que o ensino seja o mais contextualizado e significativo possível. Tais estratégias didático-pedagógicas e metodologias devem ser pensadas pelo corpo escolar de forma a atender as demandas da sua comunidade, a fim de engajar os estudantes para a oportunização do processo de aprendizagem (BRASIL, 2017). Para alcançar tais objetivos, o documento encoraja a seleção, criação, avaliação e uso de recursos didáticos na mediação dos conteúdos propostos.

A BNCC (BRASIL, 2017) organiza o Ensino Fundamental em suas áreas do conhecimento, competências específicas da área, componentes curriculares e competências específicas de cada componente. O último se ramifica em unidades temáticas, objetos de conhecimento e habilidades. A unidade temática Vida e Evolução, encontrada no componente curricular de Ciências da Natureza, reúne os estudos sobre os seres vivos (humanos ou não), suas características morfológicas e comportamentais, e suas necessidades físicas e sociais, levando em consideração uma escala evolutiva e os diversos tipos de interações dos seres vivos. Portanto, é aqui que se encontram os conteúdos de fisiologia.

"O objetivo da fisiologia é explicar os fatores físicos e químicos que são responsáveis pela origem, desenvolvimento e progressão da vida" (GUYTON; HALL, 2006, p. 3). Sabe-se que existem várias formas de vida, cada uma delas apresenta particularidades em seu organismo, por isso, a fisiologia tende a ser dividida e subdividida. A investigação dos mecanismos de sobrevivência humanos, internos e externos, é o trabalho da fisiologia humana, conteúdo presente nos 6º e 7º anos na BNCC (BRASIL, 2017).

Um dos mecanismos básicos de defesa do organismo humano é o sistema imunológico, seu estudo se chama imunologia. Nosso sistema imunológico tem a função de proteger o corpo contra agentes estranhos e se autorregular, por meio de interações celulares, a fim de assegurar uma boa saúde. A resposta imunológica é específica, adaptativa e tem memória (COICO; SUNSHINE, 2010).

Portanto, “ensinar imunologia no contexto escolar é, também, educar para a saúde” (ANDRADE; ARAÚJO-JORGE; COUTINHO-SILVA, 2016, p. 3). O ideal é que o ensino integre anatomia, fisiologia e morfologia para a compreensão dos fenômenos em função da saúde, propondo ao estudante maneiras de entender e cuidar do próprio corpo e manter sua própria existência.

Andrade (2011) destaca como uma problemática do ensino de imunologia a dificuldade de abstração para o entendimento de processos e estruturas relacionados à área para a formação de conceitos, principalmente diante da mediação deste conteúdo a partir de sequências didáticas unicamente expositivas. Além disso, as escolas enfrentam dificuldades em acessar materiais adequados para aulas de experimentação e/ou modelagem (SILVA *et al.*, 2008). Em geral, o ensino de qualquer sistema do corpo humano esbarra em um grande obstáculo: se não fica clara a relação constante que há entre todos os sistemas dentro de um organismo, os alunos podem entender que seus funcionamentos são independentes e que não há a mínima conexão entre estes (RABELLO, 1994).

Andrade (2011) conclui que os tipos de aula em destaque, nos poucos estudos na área de ensino de imunologia no contexto brasileiro, são as expositivas e laboratoriais. A autora, em seus estudos, conclui que tais abordagens na área se despreocupam com o conhecimento prévio e vivência do estudante, hábito que, como vimos anteriormente, prejudica a aprendizagem. Portanto, o uso de recursos didáticos no ensino de conteúdos de fisiologia faz-se relevante.

Marasini (2010) relata que o recurso didático, associado ao ensino de biologia, geralmente é relacionado à experimentação. Porém, existem outras categorias de recursos pedagógicos a serem explorados a fim de facilitar os processos de ensino e aprendizagem, uma vez que podem ser reinventados "de modo a exemplificar, contextualizar e esclarecer os conteúdos" (MARASINI, 2010, p. 8). Geralmente, esses recursos didáticos estão presentes no cotidiano das pessoas, mas elas não percebem a potencialidade e relevância do uso dessas ferramentas simples em sala de aula, como vídeos e animações (MARASINI, 2010).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho se trata de uma análise documental. Esta viabiliza que o pesquisador identifique informações em documentos com base em seus interesses de pesquisa (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009). O uso de documentos em pesquisa permite um

recorte temporal, capaz de contextualizar o passado no caso de mudanças. Neste tipo de pesquisa, a intervenção de pensamentos pessoais do autor é dificultada (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009).

Os documentos analisados em questão são a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) e o animê Hataraku Saibou. “O documento como fonte de pesquisa pode ser escrito e não escrito, tais como filmes, vídeos, slides, fotografias ou pôsteres” (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009, p. 5). Os autores concluem que documento é qualquer registro humano consultivo. As informações buscadas nesse documento são direcionadas a elucidar os objetivos do pesquisador quanto a sua pesquisa (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009).

A animação Hataraku Saibou contém 13 episódios, mais um 14º especial, lançados em 2018. Cada episódio tem com cerca de 24 minutos contando com abertura e encerramento. Para este estudo, todos os episódios foram levados em consideração.

Este trabalho foi realizado em duas etapas sequenciais, pois a ordem em que cada objetivo foi executado norteou as etapas seguintes até o produto final.

3.1. Análise do animê a partir da BNCC

Essa etapa consistiu em duas fases: a análise da BNCC e estudo dos episódios. No primeiro momento foi realizada uma leitura da BNCC, identificando os conteúdos de fisiologia do 5º ao 9º ano.

Num segundo momento todos os episódios foram assistidos e foram destacadas as cenas em que os conteúdos ou conceitos, identificados na primeira fase, eram abordados. Foram identificados os tempos inicial e final de cada cena.

Para subsidiar o estudo dos conceitos de fisiologia foram utilizados os livros Tratado de Fisiologia Médica, de Guyton e Hall (2006), e Tratado de Hematologia, organizado por Zago, Falcão e Pasquini (2014), tal como artigos de áreas de estudo específicos, quando a informação não foi suficiente para o intento nos livros.

3.2. Construção do guia

A construção de um guia para o uso do animê Hataraku Saibou como recurso didático se deu por uma síntese das informações obtidas na etapa anterior. Cada uma das principais células do animê se tornou uma categoria e grande parte dos outros conteúdos foram

explicados dentro de tais tópicos, relacionando as representações gráficas com a fidedignidade dos conteúdos na vida real. Para cada tópico, há uma tabela sintetizando os principais pontos de cada conteúdo, assim como capturas de tela do desenho animado e ilustrações e diagramas científicos. Dessa forma o professor pode escolher, de acordo com seu planejamento, qual ou quais células irá trabalhar utilizando como referência as tabelas apresentadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estudo da BNCC

Os conteúdos de Vida e Evolução da Base Nacional Curricular Comum (BRASIL, 2017) foram consultados, a partir do 5º ano até o 9º ano do ensino fundamental, a fim de identificar conteúdos de fisiologia que se enquadrem nos temas presentes na animação. O resultado foi a Tabela 1.

Tabela 1 – Ensino de Fisiologia de acordo com a BNCC

ENSINO DE FISIOLOGIA DE ACORDO COM A BNCC			
ANO	TEMA	CONTEÚDOS	HABILIDADES
6º ano	Vida e evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Célula como unidade da vida; • Interação entre os sistemas locomotor e nervoso; 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos. • Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização. • Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções. • Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.
7º ano	Vida e evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Programas e indicadores de saúde pública. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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.

A unidade temática vida e evolução reúne os estudos sobre os seres vivos (humanos ou não), suas características morfológicas e comportamentais, e suas necessidades físicas e sociais, levando em consideração uma escala evolutiva e os diversos tipos de interações dos seres vivos. Portanto, é aqui que se encontra os conteúdos de fisiologia, indicados de forma

que o estudante conheça o funcionamento do seu corpo para a autonomia na pretensão da saúde. As habilidades desejadas são o entendimento básico da organização e função das células na subsistência do corpo humano, concluir que organismos são formados por sistemas complexos que se complementam e dependem entre si para seu bom funcionamento e consequentemente vida, tal entender a importância desse conhecimento em sua própria saúde e o entendimento de políticas públicas na promoção da saúde, como mostrado na Tabela 1.

A partir dessa delimitação, os episódios foram reassistidos, fazendo registro dos seguintes conceitos que apareciam: células, antígenos, estruturas e processos, como na Tabela 2.

Tabela 2 – Conceitos fisiológicos nos episódios de Hataraku Saibou

CONCEITOS NOS EPISÓDIOS				
EPISÓDIO	CÉLULAS	INVASORES	ESTRUTURAS	PROCESSOS
<i>I. Pneumococcus</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Hemácia (01:54-02:26; 04:34-06:25); ● Neutrófilo (03:02-03:37; 16:28-16:41); ● Plaquetas (09:41-10:36) ● Linfócito T auxiliar (10:58-11:28); ● Linfócito T citotóxico (11:29-12:00). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pneumococo (02:30-02:32; 06:08-07:31; 07:47-08:30; 12:22-12:41; 15:19-16:28; 17:20-17:57). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tecido endotelial (02:16-02:27); ● Válvula venosa (04:45-04:58); ● Vasos linfáticos (05:14-05:28); ● Pulmões (12:42-17:20); ● Brônquios (17:20-20:58). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ferida (02:16-02:27); ● Transporte de nutrientes (04:34-06:08); ● Cápsula bacteriana (06:08-07:12); ● Acionamento dos citotóxicos (10:58-11:28); ● Transmigração celular (16:28-16:41); ● Mutação bacteriana (17:20-17:57); ● Espirro (18:19-20:58).

Com esta nova tabela preenchida, dois livros didáticos universitários foram escolhidos para a conceituação embasada de cada elemento. Os livros são Tratado de Fisiologia Médica, de Guyton e Hall (2006), e Tratado de Hematologia, organizado por Zago, Falcão e Pasquini (2014), ambos escolhidos pela acessibilidade.

A partir da análise dessas informações, foram criadas categorias que seriam analisadas e conceituadas no presente trabalho, registrando em que episódio cada organismo ou processo

é mostrado, ilustrações e curiosidades. As categorias iniciais elencadas foram: células, agentes invasores, patologias e estruturas, sendo seus elementos representados no animê organizados em subcategorias. Porém, durante a realização desta pesquisa, percebemos que essa estrutura seria repetitiva e limitamos as novas categorias às principais células representadas no animê, finalizando com um tópico para o sistema circulatório.

Dentro de cada categoria, as funções básicas dos elementos determinados foram consultadas e descritas com base na literatura escolhida, tal como sua representação na animação e/ou interpretações que fizemos. A tabela anterior de tempo de tela de cada componente foi importante para a otimização do trabalho de consulta nessa parte. Ao final de cada subcategoria foi realizada uma tabela de síntese de informações, como exemplificado na Tabela 3.

Tabela 3 – Exemplo de conteúdos específicos

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Diferenciação mielóide	Na medula óssea, uma célula-tronco indiferenciada pluripotente (HCT) vai sofrer diferenciação, podendo dar origem a qualquer uma das células sanguíneas. A primeira diferenciação é entre mielóide e linfóide, que vai determinar os próximos estágios específicos e sua localização no corpo.	As HCT reservas fazem o papel de enfermeiras na maternidade da hematopoese das células sanguíneas, que nascem na forma de bebês indiferenciados. Cabe as HCT decidirem, baseado nas necessidades do corpo, qual função cada célula irá desempenhar e, portanto, se diferenciar.	<ul style="list-style-type: none"> • Episódio 06.

Os episódios foram assistidos, coletando informações de seus conteúdos, como são representados e em que momento são encontrados na animação. A intenção era disponibilizar os instantes em cada episódio para facilitar o uso deste guia. No entanto, ao assistir por uma segunda fonte, percebemos que essa informação não seria precisa, pois cada fonte distribui com variações de tempo. Ainda assim, esse registro facilitou o trabalho de análise, pois permitiu que as cenas fossem encontradas de forma rápida, otimizando o tempo de produção desta pesquisa.

Com tais dados, dividimos a análise por elementos de maior atenção no animê: os tipos de células, principais órgãos e enfermidades, no entanto, o foco se tornou apenas as células, por se tratar do foco do animê e porque outros conteúdos relacionados podem ser

acomodados nessas categorias. As análises seriam, inicialmente, feitas com a consulta de apenas dois livros didáticos universitários: Tratado de Fisiologia Médica, de Guyton e Hall (2006), e Tratado de Hematologia, organizado por Zago, Falcão e Pasquini (2014). Entretanto, alguns conteúdos encontrados foram tão específicos, como as células NK e as dendríticas, que se fez necessária a consulta de artigos dedicados especificamente as suas especificidades. Vale ressaltar que estes conteúdos são tão específicos que geralmente não entram nas mediações na escola, o professor deve escolher se irá mencioná-los como curiosidade, uma vez que os estudantes podem perguntar dependendo das cenas escolhidas para exposição.

A seguir, serão apresentados os seguintes tipos celulares: hemácias, neutrófilos, plaquetas, macrófagos, monócitos, linfócitos (T, B e NK), mastócitos, basófilos, eosinófilos e dendríticas.

4.2. Células representadas em Hataraku Saibou

A representação para as células em Hataraku Saibou é antropomorfizada. Nossa interpretação é de que essa escolha se baseia na frase mais difundida sobre células: são a unidade básica viva dos seres vivos. Os tecidos e órgãos são construções, anomalias no cotidiano são representadas como eventos geológicos, invasores danosos tratados como monstros extraterrestres. As células até se referem ao corpo como mundo. Dessa forma, entender um conteúdo tão complexo se torna mais relacionável pela proximidade.

Segundo Guyton e Hall (2006), existem muitos tipos de células e cada uma tem sua função para o funcionamento de um organismo. Apesar de vários tipos diferentes, que desempenham atividades diferentes, as células compartilham características básicas que as definem, como a respiração e reprodução celular (GUYTON; HALL, 2006). Dessa forma, a animação retrata o “cotidiano” das células com foco na defesa do corpo humano, apresentando vários tipos de células e suas funções.

Essencialmente, todas as células vivem, se nutrem e se transportam pelo mesmo ambiente, o chamado fluido extracelular, também chamado de meio interno do corpo. Enquanto as condições de vida nesse ambiente estiverem adequadas, "as células podem viver, crescer e realizar suas funções especiais" (GUYTON; HALL, 2006, p. 4). O animê também retrata o meio interno e as interrupções que podem ocorrer no trabalho das células devido à lesões, invasores, erros de cópia, entre outros.

Logo, é importante que se mantenham constantes as condições essenciais de vida dentro de um corpo: isso oportuniza o funcionamento regular das células e sistemas e,

portanto, boas condições de vida para o humano. Cada célula, órgão e tecido é responsável pela manutenção das condições ideais, as chamamos de homeostasia (GUYTON; HALL, 2006), ou homeostase.

Portanto, conhecer as células é conhecer os pequenos trabalhadores que fazem de tudo para te manter vivo. Geralmente, recebemos exames de sangue que não temos ideia de como interpretar: o que significa, de forma prática, deficiência de glóbulos vermelhos?

4.2.1. Hemácias

Também são conhecidas como glóbulos vermelhos, ou eritrócitos. Desempenham importante função no sistema circulatório, uma vez que carregam a proteína hemoglobina, que entrega oxigênio aos tecidos. Também é função dos eritrócitos recolher dióxido de carbono e levar até os pulmões. A hemoglobina, nos humanos, fica no interior das hemácias pois quando livre escapa pela membrana para o espaço extracelular (GUYTON; HALL, 2006). Na animação, a hemoglobina não fica armazenada internamente nas hemácias, mas sim em caixas de entrega rotuladas que contém cilindros de oxigênio ou dióxido de carbono (TABELA 4). Não se menciona que essas caixas são, de fato, representações de hemoglobina, logo cabe ao professor chamar a atenção em sua mediação.

Normalmente, apresentam um formato de disco bicôncavo, mas sua forma pode variar à medida em que vão sendo comprimidas ao passarem pelos capilares, deformando-se. No entanto, não se rompe pela compressão como aconteceria com outros tipos de célula, uma vez que tem excesso de membrana celular em relação à quantidade de material interno (GUYTON; HALL, 2006). No animê, o eritrócito passa por capilares com grande dificuldade, mas passa. A representação visual do formato comum dos eritrócitos no animê está na visão aérea do chapéu que usam, logo nas cenas de alta pressão sanguínea fica clara a semelhança (FIGURA 1).

Figura 1 – Representações de fluxo sanguíneo



Fonte: David Production (2018) e NIH (2018)

A protagonista do animê é uma hemácia e aparece em todos os episódios, por isso começamos por ela. Ela é uma hemácia diferente: deveria transportar oxigênio com eficiência, no entanto, sempre se perde na complexidade do corpo humano. Alguns personagens são maldosos com ela, porque não consegue desenvolver sua função básica, mas ela realmente tenta ser uma célula eficiente e, principalmente em tempos de crise, não para de trabalhar para não prejudicar o funcionamento dos órgãos. De primeira, parece uma escolha criativa, mas se repararmos no design dessa hemácia específica, percebemos que em seu cabelo há fios rebeldes que ficam levantados o tempo todo. Essa característica é muito comum no design de personagens em animê, tem até um nome próprio: *ahoge* (cabelo idiota, em japonês), e, geralmente, é só escolha estética, mas assim como a autora usa o chapéu para demonstrar o formato de uma hemácia, o *ahoge* desse eritrócito pode representar que ela é uma célula falciforme (FIGURA 2). Cabe ao professor, se desejar, mencionar essa curiosidade, aproveitando e explorando um pouco sobre a anemia falciforme.

Figura 2 – Ahoge da personagem e hemácia falciforme



Fonte: David Production (2018) e Stocktrek Images (2019)

Existem aproximadamente 25 trilhões de hemácias em cada ser humano adulto (GUYTON; HALL, 2006). Após o nascimento de um humano, elas são exclusivamente produzidas na medula óssea. Todas as células do sangue circulante derivam de célula-tronco hematopoética pluripotente (HCT). Essas células vão se reproduzindo e dando origem à novos tipos de célula, com exceção de um número pequeno que não sofre diferenciação para ficar na medula óssea como reserva (GUYTON; HALL, 2006). No episódio 6, esse processo é representado por uma maternidade, sendo as HCT reservas, enfermeiras. Quando nasce uma nova célula, um bebê, elas decidem o futuro trabalho dessa célula, realizando sua diferenciação. À medida em que vão se desenvolvendo, as novas células vão para suas

respectivas escolas para aprender sobre as funções que desempenharão nas próximas diferenciações.

Nesse episódio, acompanhamos o desenvolvimento de um eritrócito, a partir da sua diferenciação, onde se tornou um pró-eritroblasto, até se tornar uma hemácia. Grande parte do episódio é dedicado a formação do eritroblasto, na medula óssea, como uma escolinha onde a professora é um macrófago, ensinando os eritroblastos a desempenhar suas futuras funções e a fugir de patógenos. A formatura é o equivalente do fenômeno de enucleação, na qual a bolinha, o núcleo, dos seus chapéus são retiradas e o eritroblasto está pronto para se tornar um eritrócito, finalmente pronto para sair da medula óssea e circular pelo corpo (CALADO; FALCÃO, 2014). Essa diferenciação está resumida na Tabela 4.

Nos episódios 12 e 13, quando ocorre um choque hemorrágico, vemos o corpo tentando se recompor aumentando a pressão sanguínea a fim de entregar oxigênio antes que os sistemas comecem a falhar, mas o sangramento mata muitas hemácias, sobrevivendo um grupo reduzido que trabalha com dificuldade, enquanto o organismo está começando a falhar. Quando o trauma é tratado e uma transfusão de sangue é feita, as novas hemácias ajudam a manter o mundo (como eles chamam o corpo humano em que vivem), enquanto as plaquetas reconstroem as estruturas danificadas e os leucócitos protegem o corpo dos patógenos que entraram pelo ferimento.

Tabela 4 – Conteúdos específicos de hemácias

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Transporte de O ₂ e CO ₂	As hemácias são responsáveis por levar proteínas chamadas hemoglobinas para a oxigenação dos tecidos. Quando entregam oxigênio, retêm o dióxido de carbono descartado pelas células normais para levar aos pulmões. Isso é possível porque as hemácias são capazes de catalisar a reação entre dióxido de carbono (CO ₂) e água (H ₂ O), produzindo ácido carbônico (H ₂ CO ₃).	Os eritrócitos têm uma forma humana e transportam a hemoglobina em caixas para todos os tecidos do corpo. Ao entregar o oxigênio para outras células, as hemácias recolhem o dióxido de carbono que não pode ficar dentro do corpo, então leva um novo pacote de volta para o pulmão e, neste, troca o CO ₂ por O ₂ , pronta para realizar novas entregas.	<ul style="list-style-type: none"> ● Episódio 01; ● Episódio 02; ● Episódio 06; ● Episódio 07; ● Episódio 08; ● Episódio 10; ● Episódio 11; ● Episódio 12; ● Episódio 13.

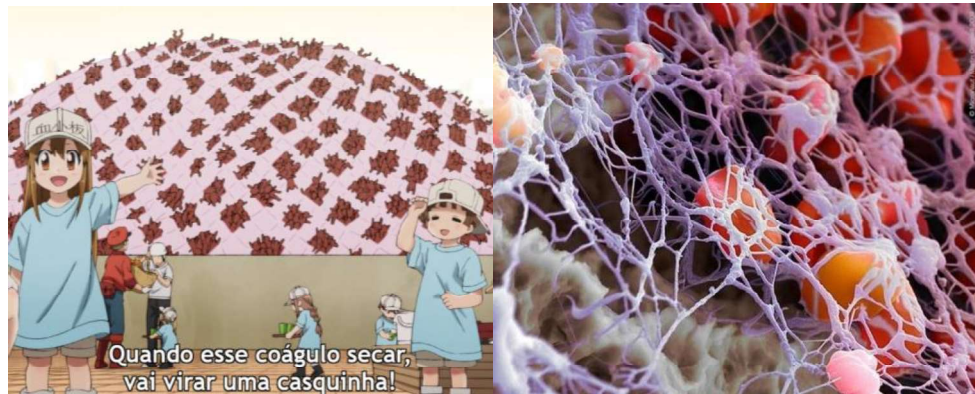
<p>Diferenciação mielóide</p>	<p>Na medula óssea, células-tronco hematopoéticas pluripotentes (HCT) sofrem diferenciação, dando origem a todas as outras células sanguíneas. As hemácias permanecem na medula até que sofram maturação, se tornando eritrócitos.</p>	<p>As HCT reservas fazem o papel de enfermeiras na maternidade da hematopoese das células sanguíneas, que nascem na forma de bebês indiferenciados. Cabe as HCT decidirem, baseado nas necessidades do corpo, qual função cada célula irá desempenhar e, portanto, se diferenciar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Episódio 06.
-------------------------------	--	--	--

4.2.2. Plaquetas

Morelli (2014) chama de hemostasia, ou hemóstase, a interrupção do sangramento em lesões. Guyton e Hall (2006) chamam a hemostasia de "prevenção da perda de sangue". O corpo ativa mecanismos naturais para a hemostasia: constrição vascular, formação de trombo, coágulo sanguíneo e desenvolvimento de tecido fibroso para a conclusão do tratamento do dano vascular (GUYTON; HALL, 2006). É uma função complexa, porém as nossas plaquetas cuidam desse importante processo, para evitar ainda mais a perda de sangue, e consequentemente perda de funções importantes que as células sanguíneas desempenham, e a entrada de patógenos pela ferida (GUYTON; HALL, 2006).

Assim que a lesão é infligida, as plaquetas formam um trombo provisório no local, por isso também são chamadas de trombócitos, como na Figura 3 (GUYTON; HALL, 2006). Quando o corte é muito pequeno, o trombo inicial pode já resolver sem a necessidade de um coágulo (GUYTON; HALL, 2006). Depois, se necessário, ativam os fatores de coagulação para a produção de trombina, importante na elaboração de uma rede de fibrina capaz de reforçar o trombo (FIGURA 7). Os anticoagulantes naturais são responsáveis por controlar a produção do trombo, a fim de impedir a produção exagerada de trombina e fibrina, uma vez que este excesso pode resultar em entupimento de vasos sanguíneos. Mais tarde o trombo é desfeito a partir da fibrinólise, normalizando a situação no leito vascular (MORELLI, 2014). Esse processo está resumido na Tabela 5.

Figura 3 – Coágulo



Fonte: David Production (2018) e SPIEGEL (2009)

“As plaquetas são fragmentos de megacariócitos anucleados, com forma discoide” (MORELLI, 2014, p. 573). Segundo Morelli (2014) o período de vida de uma plaqueta é de 8 a 12 dias, geralmente no baço, fígado e medula óssea. Elas não possuem núcleo e não podem se reproduzir (GUYTON; HALL, 2006). Interpretamos que essa seja a razão das plaquetas serem representadas por crianças no animê: elas são menores que sua versão imatura e tem uma vida curta, não chegando a envelhecer como as outras células (FIGURA 4). O uniforme que elas usam remete aos uniformes de jardim de infância usados no Japão.

Figura 4 – Plaquetas em relação a outras células



Fonte: David Production (2018) e SCIEPRO (s. d.)

Outro fator estrutural das plaquetas é a presença de um sistema de canais que permite a troca de substância entre o meio externo e interno da célula. "O sistema tubular denso, proveniente do retículo endoplasmático, sequestra cálcio, liberando-o na ativação plaquetária" (MORELLI, 2014, p. 573). No primeiro episódio, uma entrega mal feita de cálcio impede as plaquetas de realizarem seu trabalho, obstruindo um vaso sanguíneo, ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Plaquetas com dificuldade em captar íon de cálcio



Fonte: David Production (2018)

A ação das plaquetas pode também ser percebida no episódio 2, que trata da resposta imune sobre um arranhão. Enquanto a ferida está aberta, várias bactérias entram e células sanguíneas caem para fora do corpo. As plaquetas devem se organizar para fechar a lesão, para que os neutrófilos combatam os patógenos sem medo de cair, também limitando o número de inimigos.

Figura 6 – Glicoproteína Ib



Fonte: David Production (2018)

Para a coagulação em uma lesão, as plaquetas usam o fator de von Willebrand (FvW) presente no plasma ligados à glicoproteína Ib (GPIb), viabilizando a sinalização para a ativação de receptores plaquetários para a adesão. No animê, a líder das plaquetas menciona para as outras lembrarem de usar a GPIb (FIGURA 6), para se aderirem e não serem sugadas pelo ferimento. A membrana celular plaquetária é envolvida por uma camada de glicoproteínas que repele a plaqueta do endotélio normal, mas adere a danos nas paredes vasculares (GUYTON; HALL, 2006). A parte externa da membrana é neutra e a interna é carregada negativamente, dessa forma, quando as plaquetas são ativadas, os fosfolípidos aniônicos da parte interna são expostos, permitindo sua interação com fatores de coagulação (FIGURA 7), e as

glicoproteínas da membrana externa recebem as proteínas de adesão (MORELLI, 2014). Por isso, durante o episódio 2, outras células grudam na rede de fibrina, mas as plaquetas não.

Figura 7 – Fatores de coagulação e rede de fibrina



Fonte: David Production (2018)

Tabela 5 – Conteúdos específicos de plaquetas

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Coagulação	Quando a pele sofre uma lesão, as plaquetas são responsáveis por criar um trombo temporário, a fim de evitar a entrada de patógenos. Assim que a ferida é estancada, elas ativam os fatores de coagulação para produzir trombina e, por sua vez, produzir uma rede de fibrina capaz de reforçar o trombo e coagular o sangue. Esse processo é controlado por agentes anticoagulantes para que não haja excessos, sob a ameaça de entupimento dos vasos sanguíneos.	As plaquetas podem ser vistas cedo no episódio 2, hidratando uma rede de fibrina. Mais tarde, quando há um arranhão no corpo, são responsáveis por fechar a cratera do machucado com essa rede de fibrina. As células sanguíneas que encostam na rede ficam grudadas e vão fazer parte do próximo tecido quando o trombo sarar completamente.	<ul style="list-style-type: none"> • Episódio 02; • Episódio 10.

4.3. Leucócitos

4.3.1. Neutrófilos

Os glóbulos brancos, ou leucócitos, são células sanguíneas que defendem o organismo contra agentes que possam perturbar a homeostase (CALADO; FALCÃO, 2014). Neste tópico falaremos dos neutrófilos.

Outros tipos de leucócitos apresentam colorações fortes de Romanowsky, como os basófilos e eosinófilos, mas no caso dos neutrófilos o tom é neutro, sugerindo sua nomenclatura (CALADO; FALCÃO, 2014). No animê, essa ideia é expressa a partir das roupas dos personagens e, no caso dos neutrófilos, até sua pele e cabelos são totalmente brancos.

Os neutrófilos também têm sua origem na medula óssea, pois também vem da linhagem mielóide, diferenciado de uma célula-tronco hematopoética pluripotencial (HCT) (GUYTON; HALL, 2006). O mieloblasto é a sua primeira diferenciação dos outros mielóides (CALADO; FALCÃO, 2014). No episódio da diferenciação das células sanguíneas, onde acompanhamos o desenvolvimento dos eritrócitos em particular, também aparece o neutrófilo protagonista quando ele ainda era um mielócito (FIGURA 8; TABELA 6). Por acaso, uma bactéria invade a medula óssea, ameaçando o eritroblasto que, desde sempre, estava perdido. O mielócito entende que sua futura função é proteger o corpo e tenta matar o *Pseudomonas* invasor, mas ainda é uma célula imatura e não consegue. Eles são protegidos por um macrófago e um neutrófilo, que são seus professores. Interpretamos que estes representam os professores pois "os leucócitos formados na medula óssea ficam armazenados na medula até que sejam necessários no sistema circulatório" (GUYTON; HALL, 2006, p. 431).

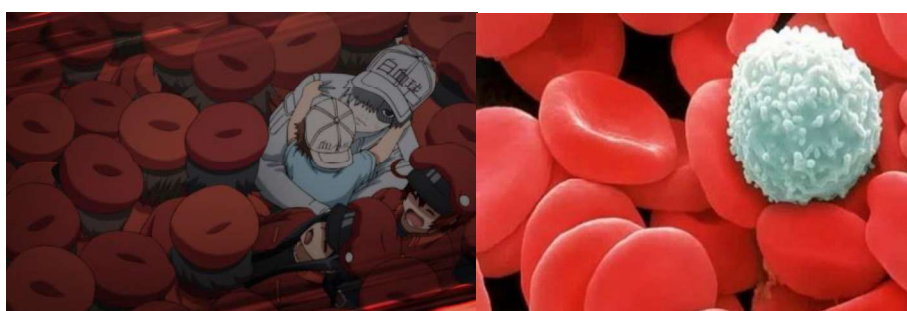
Figura 8 – Eritroblasto e mielócito



Fonte: David Production (2018)

No animê, os neutrófilos são a primeira linha de defesa do organismo contra invasores, porém, sabe-se que um pequeno grupo de macrófagos/monócitos é atraído antes como primeira defesa (GUYTON; HALL, 2006)(TABELA 6). Assim como os macrófagos teciduais, sua função é atacar bactérias, vírus e alérgenos. Os neutrófilos conseguem combater patógenos mesmo na corrente sanguínea (FIGURA 9). Já os macrófagos no sangue são imaturos, chamados de monócitos, tendo pouca capacidade de defesa, sendo mais efetivos como macrófagos teciduais (GUYTON; HALL, 2006).

Figura 9 – Representações de glóbulo branco em meio aos glóbulos vermelhos



Fonte: David Production (2018) e Island School Science Journal (2015)

Neutrófilos e monócitos respondem mais rápido que outros leucócitos pois são capazes de diapedese. Diapedese, ou transmigração, é a capacidade de passarem comprimidos por poros dos capilares sanguíneos, eles também se locomovem por tecidos, realizando movimentos ameboides (GUYTON; HALL, 2006). Esse processo é representado em vários episódios, nos quais é possível ver neutrófilos e monócitos passando por lugares muito estreitos e saindo de grades de escoamento, tampas de esgoto, telhas do teto, entre outros (FIGURA 10; TABELA 6).

Figura 10 – Diapedese



Fonte: David Production (2018)

Outro fator que macrófagos e neutrófilos dividem é a quimiotaxia (TABELA 6), ou seja, a atração desses leucócitos para áreas infectadas ou inflamadas a partir de substâncias químicas, que podem se originar das próprias toxinas bacterianas e virais e produtos de reações no tecido inflamado (GUYTON; HALL, 2006). No animê, o alerta quanto a presença de patógenos vem da vibração de um receptor presente nos bonés dos neutrófilos (FIGURA 11). Quando um leucócito do tipo basófilo encontra um patógeno, libera substância que atrai neutrófilos para a área, retratado nos episódios 5 e 6.

Figura 11 – Receptor celular



Fonte: David Production (2018)

Os neutrófilos e macrófagos são capazes de realizar fagocitose, “que significa ingestão celular do agente agressor” (GUYTON; HALL, 2006, p. 431). A maioria de suas superfícies naturais de células e estruturas do corpo são lisas, então não são facilmente fagocitáveis pelos neutrófilos, uma vez que esses leucócitos tendem a fagocitar elementos de superfície áspera. O organismo também reveste substâncias naturais com proteínas repelentes aos fagócitos. Patógenos e tecidos mortos não possuem esse envoltório proteico, logo estão suscetíveis à fagocitose (GUYTON; HALL, 2006).

Especificamente nos neutrófilos, eles se fixam à partícula e projetam pseudópodos em sua direção. No outro lado da partícula, essas estruturas se fecham, criando uma câmara ao redor da partícula. "A câmara se invagina para a cavidade citoplasmática e rompe suas conexões com a membrana externa da célula, para formar uma vesícula fagocítica que flutua livremente", ou fagossoma (GUYTON; HALL, 2006, p. 432). Depois da fagocitose, enzimas digestivas e agentes bactericidas dos neutrófilos são liberadas dentro da vesícula fagocítica, se tornando agora uma vesícula digestiva, iniciando a digestão de tal partícula (GUYTON; HALL, 2006).

Figura 12 – Extermínio de Pneumococcus



Fonte: David Production (2018)

Nos primeiros episódios, invés de ingerir um pneumococo, o neutrófilo o ataca com facadas (FIGURA 12). Interpretamos que foi representado dessa forma porque o pneumococo é uma bactéria encapsulada, demandando a produção de um anticorpo específico para sua fagocitose, sendo protegido pela cápsula bacteriana (FALCÃO; VOLTARELLI; MALMEGRIM, 2014). Segundo Guyton e Hall (2006), quando uma bactéria possui algum tipo de revestimento que previne sua fagocitose, os neutrófilos e macrófagos são capazes de neutralizá-las a partir de agentes oxidantes. Em episódios posteriores, a fagocitose é mostrada como a ingestão do invasor a partir da boca do neutrófilo, no entanto, não há representação de vesícula fagocítica, o que deve ser ressaltado pelo professor mediador (FIGURA 13, TABELA 6).

Figura 13 – Fagocitose



Fonte: David Production (2018)

Tabela 6 – Conteúdos específicos de neutrófilos

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Defesa contra invasores	São células de defesa do organismo contra bactérias, vírus e alérgenos, sendo capazes de realizar fagocitose e atacar agentes invasores mesmo na corrente sanguínea, diferente de outros glóbulos brancos.	Os neutrófilos estão sempre patrulhando o corpo, em busca de agentes invasores. Em casos de bactérias pequenas, eles lidam sozinhos com o problema. Em casos de infecção virulenta e alergia, outras células se envolvem.	<ul style="list-style-type: none"> ● Episódio 01; ● Episódio 02; ● Episódio 03; ● Episódio 04; ● Episódio 05; ● Episódio 06; ● Episódio 07; ● Episódio 08; ● Episódio 09; ● Episódio 10; ● Episódio 11; ● Episódio 12; ● Episódio 13.
Fagocitose	Os neutrófilos realizam fagocitose se fixando à membrana do patógeno e projetando pseudópodos que se fecham atrás deste, formando uma câmara chamada vesícula fagocítica. Depois, enzimas digestivas e agentes bactericidas são secretados dentro da vesícula. Os neutrófilos não são capazes de realizar fagocitose em membranas muito espessas, sendo trabalho de monócitos e macrófagos.	Os neutrófilos basicamente mordem os antígenos. Algumas bactérias possuem uma cápsula bacteriana de fibrina, impedindo que eles efetivamente as mordam.	<ul style="list-style-type: none"> ● Episódio 05; ● Episódio 10; ● Episódio 11; ● Episódio 12.
Quimiotaxia	Toxinas bacterianas e virais ou reações no tecido inflamado atraem neutrófilos para áreas de inflamação e infecção.	Um dispositivo anexado nos bonés dos neutrófilos vibra ao sentir a presença de agentes invasores relativamente próximos.	<ul style="list-style-type: none"> ● Episódio 01.
Diapedese	Diapedese, ou transmigração, é a capacidade de passarem comprimidos por poros dos capilares sanguíneos. Eles também se locomovem por	Neutrófilos e monócitos são vistos em alguns episódios usando tubulações, esgoto e vãos muito estreitos em paredes para se locomover no intuito de	<ul style="list-style-type: none"> ● Episódio 01; ● Episódio 03; ● Episódio 10.

	tecidos, realizando movimentos ameboides	neutralizar invasores.	
--	--	------------------------	--

4.3.2. Macrófagos e monócitos

Originados na medula óssea, os monócitos e macrófagos são chamados de sistema de fagócitos mononucleares (ZAGO, 2014a), ou sistema reticuloendotelial (GUYTON; HALL, 2006). Os fagócitos mononucleares que circulam no sangue periférico são chamados de monócitos. Em cerca de 9 horas, eles deixam a corrente sanguínea e vivem nos tecidos por meses, originando os macrófagos (ZAGO, 2014a).

Os macrófagos estão presentes em quase todos os episódios, mesmo que como figurantes em certos momentos e são representados por mulheres bem aparentes com roupa de governanta na moda japonesa (FIGURA 14). As funções dos macrófagos representadas no animê são de reconhecimento de antígenos, fagocitose e extermínio de bactérias e alguns tipos de parasitas, e limpeza de organismos (externos ou internos) mortos. Segundo Guyton e Hall (2006), essas funções estão corretas.

Figura 14 – Macrófagos



Fonte: David Production (2018)

Eles são responsáveis por devorar e digerir a maior parte dos invasores, sendo que o antígeno do agente invasor acaba sendo liberado no citoplasma macrofágico. Conhecendo o produto antigênico, o macrófago apresenta o antígeno para os linfócitos, ativando seus respectivos clones específicos (GUYTON; HALL, 2006). Na animação, os macrófagos passam essa informação por vias eletrônicas, como chamadas de vídeo e rádio comunicadores.

Segundo Guyton e Hall, os macrófagos são considerados fagócitos mais robustos que os neutrófilos em capacidade individual de fagocitose, e podem fagocitar organismos até muito maiores que sua própria estrutura. O processo de digestão é semelhante ao dos neutrófilos, a partir da vesícula digestiva, no entanto, os macrófagos liberam lipases, o que os permitem digerir membranas lipídicas mais espessas. Além da fagocitose, tanto neutrófilos quanto macrófagos são capazes de matar patógenos que sobrevivem à digestão a partir de agentes oxidantes. (GUYTON; HALL, 2006). No caso de inflamações, os macrófagos são acionados por células T-auxiliares para fagocitar o tecido morto, evento que pode levar a fagocitose de células vivas por engano (GUYTON; HALL, 2006).

Existem vários tipos de macrófagos e suas funções individuais são determinadas a partir de sua localidade no corpo (GUYTON; HALL, 2006), no entanto, como essa diferenciação não é representada em Hataraku Saibou, não iremos discorrer sobre tais funções.

Os monócitos são mencionados pela primeira vez no episódio 10 do animê. Para representar que monócitos são, de certa forma, macrófagos, eles aparecem com uma roupa anticontaminação, como pode ser observado na Figura 15. Mais tarde, quando saem da corrente sanguínea, essa roupa é tirada, revelando-se os macrófagos (TABELA 7).

Figura 15 – Diferença entre monócitos e macrófagos



Fonte: David Production (2018)

Os macrófagos também estão na primeira linha de defesa nos casos de inflamação e infecção, sendo os neutrófilos os segundos a responderem (GUYTON; HALL, 2006). Todavia, no animê os neutrófilos sempre aparecem antes das outras células imunes. No episódio 2, um *Staphylococcus aureus* relata que estudou a resposta do sistema imune e que os neutrófilos respondem primeiro, os macrófagos chegam atrasados e o pelotão de T-citotóxicos chega mais tarde ainda. O que realmente acontece é que a primeira onda de

macrófagos e monócitos é pouco numerosa, mas em pouco tempo é atraída para a infecção ou inflamação (GUYTON; HALL, 2006), então o professor deve explicar que é um equívoco dizer que apenas os neutrófilos chegam primeiro.

Tabela 7 – Conteúdos específicos de macrófagos e monócitos

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Diferença entre monócitos e macrófagos	Uma das diferenciações de um mieloblasto são os monócitos, vivendo cerca de horas na corrente sanguínea e depois migrando para tecidos, onde terão uma longa vida como macrófagos.	Assim como outros personagens, o principal macrófago é representado sempre como a mesma pessoa. Dessa forma, a diferença demonstrada é que, quando os macrófagos estão na corrente sanguínea, colocam uma roupa anticontaminação para circular livremente. A impressão que dá é a de que um macrófago pode virar monócito e voltar a ser macrófago a qualquer instante, mas na realidade não é assim, então o professor deve esclarecer.	<ul style="list-style-type: none"> • Episódio 10.

4.3.3. Linfócitos

A capacidade do corpo de resistir aos danos de microrganismos ou toxinas é chamada de imunidade. Chamamos de imunidade inata a responsável por processos naturais, como a fagocitose, secreções ácidas e enzimas digestivas, resistência da pele contra invasores, e presença de compostos químicos no sangue capazes de destruir ameaças (GUYTON; HALL, 2006). O corpo não nasce com todas as informações prontas para sua defesa, ele aprende a se defender à medida que é atacado por invasores, demandando um tempo de estudo e tratamento dentro do próprio corpo até que se desenvolva imunidade contra aquilo. Essa é a chamada imunidade adquirida e tem caráter adaptativo (GUYTON; HALL, 2006). A imunidade adquirida se divide em dois grupos: imunidade da célula B (**B**ursadependentes) e imunidade da célula T (**T**imodependentes) (FALCÃO; VOLTARELLI; MALMEGRIM, 2014).

A imunidade da célula B, ou imunidade humoral, é responsável pela produção de anticorpos circulantes, ou seja, moléculas de globulina no plasma sanguíneo capazes de defender o corpo de invasores. A imunidade da célula T é mediada por um grande número de linfócitos T ativados, originados nos linfonodos (GUYTON; HALL, 2006). Tais células são os linfócitos.

Quando o corpo é vítima de agentes invasores, estes geralmente possuem compostos estranhos ao corpo, que vão desencadear a resposta imune. Tais compostos tendem a ser proteínas ou grandes polissacarídeos, chamados de antígenos, pois são os que vão viabilizar a geração de anticorpos (GUYTON; HALL, 2006). Cada linfócito responde a um tipo único de antígeno. Quando um linfócito entra em contato com seu antígeno correspondente ele é ativado e se clona, a fim de distribuir sua reatividade específica por todo o corpo. Segundo Guyton e Hall (2006), isso é possível porque o gene dessas células nunca está completo em suas HCT precursoras. O que existem são segmentos de gene com espaços vazios entre eles. No pré-processamento, esses pedaços de gene são misturados e resultam em combinações aleatórias, completando-se. Isso gera variabilidade genética, por isso os linfócitos são tão específicos (GUYTON; HALL, 2006).

Os linfócitos ativados por antígenos, ou linfócitos de memória, dão origem a clones com a informação antigênica para a defesa do corpo (CALADO; FALCÃO, 2014), ilustrados na Figura 16.

Figura 16 – Linfócitos B e T de memória



Fonte: David Production (2018)

A ativação dessas células também pode se dar devido a injeção intencional de antígenos no corpo. A injeção de microorganismos mortos que contenham antígenos que ainda podem ativar os linfócitos, mas não oferecem risco de doenças, é feita para preparar o organismo antes que ele fique doente.

4.3.3.1. Linfócitos T

Também chamados de *killer*, é no timo em que se dividem e desenvolvem diversidade de reação para responder contra antígenos distintos. No timo, geralmente são eliminados se atacarem antígenos naturais do corpo, no entanto, ainda atacam bactérias, vírus e toxinas, podendo também atacar órgãos transplantados. No caso de falhas, o linfócito T é destruído e fagocitado ainda antes de deixar o timo. Então, saem do timo e se separam pelos tecidos linfóides ao longo de todo o corpo (GUYTON; HALL, 2006).

O episódio 9 retrata a vida dos precursores dos linfócitos T: os timócitos, no timo. A analogia no caso dos linfócitos T é com o exército (FIGURA 17; TABELA 8). Se um linfócito T-citotóxico ativado é um soldado, a fase de timócito é o recrutamento.

Figura 17 – Timócitos



Fonte: David Production (2018)

Treinados por células epiteliais do timo, a diferenciação só ocorre depois de um teste para saber se o timócito em questão sabe distinguir um patógeno de uma célula comum do corpo humano. Os timócitos que falham nessa tarefa são descartados e não mais vistos ao longo dos episódios (FIGURA 18). Sabendo que os linfócitos que apresentarem ameaça para o próprio corpo são destruídos ainda no timo, essa parte toma um tom mais obscuro do que inicialmente aparenta.

Figura 18 – T-citotóxico defeituoso sendo descartado



Fonte: David Production (2018)

Segundo Falcão, Voltarelli e Malmegrim (2014), a maioria dos linfócitos T são descartados nessa fase, aproveitando-se cerca de 1% das células T totais. No animê, o treinador, representado por uma célula epitelial não especificada do timo, expõe que apenas 2 a 3% sobrevivem, mas se fosse o caso, ainda que uma porcentagem pequena, teríamos o dobro dos linfócitos T que temos, outro ponto que merece a atenção pelo mediador.

Assim que saem do timo, são chamados de células virgens (FIGURA 19), até que tenham seu primeiro contato com antígenos e reajam, seja como linfócito T-auxiliar ou T-citotóxico. A maioria deles morre, os que sobrevivem se estabelecem como linfócitos de memória e tem uma vida longa (FALCÃO; VOLTARELLI; MALMEGRIM, 2014).

Figura 19 – Linfócito virgem, ou naive



Fonte: David Production (2018)

No animê, é mostrado apenas um linfócito T-auxiliar, mostrado na Figura 20, quando na realidade, "são, de longe, as células T mais numerosas" (GUYTON; HALL, 2006, p. 446). Elas são responsáveis por regular a ação citotóxica de outras células do sistema imune e da medula óssea a partir de mediadores proteicos. Sem o comando a partir dos T-auxiliares, o sistema imune é, praticamente, adormecido, uma vez que estas estimulam a proliferação das

outras células T, a diferenciação das células B, ativam o sistema de macrófagos e estimulam outras células T-auxiliares a partir do feedback (GUYTON; HALL, 2006). No animê, é representado como um comandante que dita a resposta imune (TABELA 8). O déficit de linfócitos T-auxiliares acontece em doenças de imunodeficiência adquirida, como a AIDS, deixando o corpo exposto a agentes invasores. Na deficiência de T-auxiliares, a clonagem e crescimento das T-citotóxicas também ficam comprometidos, assim como o funcionamento normal dos linfócitos B (GUYTON; HALL, 2006).

Figura 20 – T-reguladora e T-auxiliar



Fonte: David Production (2018)

As células T-reguladoras, ou T-supressoras (FIGURA 20), recebem esse nome por suprimir as funções de T-citotóxicas e T-auxiliares. É provável que o intuito seja evitar erros autorreativos, ou seja, impedir que o sistema imune ataque as células do seu corpo humano (GUYTON; HALL, 2006).

As células *killer* também são especialmente importantes no combate às células cancerígenas (GUYTON; HALL, 2006). O final do episódio 6 e todo o episódio 7 são dedicados ao enfrentamento e eliminação de células cancerígenas (FIGURA 21). No começo do arco, uma célula comum é salva do ataque de uma célula afetada pelo neutrófilo. Logo aparecem o T-citotóxico e a NK. Juntos, os três vão investigar as origens daquele ataque, guiados pela célula comum que foi vítima.

Figura 21 – T-citotóxica contra célula cancerígena



Fonte: David Production (2018)

Tabela 8 – Conteúdos específicos de linfócitos T

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Linfopoese	<p>Linfopoese é a diferenciação específica de linfoblastos, que podem dar origem a linfócitos T, B e NK.</p> <p>Os linfócitos T se dividem em T-citotóxicos, T-auxiliares e T-reguladores. Essa fase do desenvolvimento de linfócitos acontece no timo, onde ainda podem ser descartados antes da diferenciação se representarem ameaças a vida de outras células. Isso porque essas células são especializadas em extermínio de agentes antigênicos. As células T realizam seu trabalho a partir da secreção da perforina, proteína capaz de perfurar grossas membranas, e então, dentro do invasor, substâncias que o dissolvam.</p>	<p>A linfopoese ocorre no timo, um campo de treinamento do exército de futuros linfócitos T. Lá eles aprendem a lutar e diferenciar antígenos de células normais. Para que se formem, é necessário que passem em um teste de extermínio de antígenos. Quando o timócito acerta uma célula comum é descartado como falho, logo eles têm apenas uma chance de se mostrarem competentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Episódio 09.
Comandos para a resposta imune	<p>As células T-auxiliares são bastante numerosas no corpo humano. São elas que regulam</p>	<p>Existe apenas uma célula T-auxiliar e uma T-reguladora. O auxiliar é representado como</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Episódio 01; • Episódio 03; • Episódio 04;

	<p>a ação de outras células do sistema imune a partir das linfocinas. Quando há uma deficiência de T-auxiliares ou linfocinas, o sistema imunológico não responde corretamente, assim oportunizando doenças autoimunes. Acredita-se que as T-reguladoras servem para suprimir a atividade das T-auxiliares.</p>	<p>um comandante, sempre dentro de um centro de controle e é ele que decide quem responde aos casos mais preocupantes. A reguladora está retratada como uma espécie de secretária.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Episódio 05; ● Episódio 07; ● Episódio 09; ● Episódio 13.
--	---	--	--

4.3.3.2. Exterminadora natural NK

Ao contrário dos outros tipos de linfócito, os NK independem da familiaridade com antígenos (FALCÃO; VOLTARELLI; MALMEGRIM, 2014), por isso o nome *natural killer*, são capazes de fazer lise de patógenos naturalmente (CALIGIURI, 2008; ALMEIDA-OLIVEIRA; DIAMOND, 2008).

Ela é introduzida no animê no episódio 6, se juntando ao neutrófilo e ao líder linfócito T-citotóxico para investigar uma possível infecção, guiados por uma célula normal que acabou de ser salva de um ataque de uma célula infectada. A relação dela com o T-citotóxico é de rivalidade, os momentos que eles passam juntos são brigando. Segundo o T, eles são incompatíveis. Essa fala pode se referir ao fato de que as células T-citotóxicas respondem ao Complexo Principal de Histocompatibilidade (MHC) para o reconhecimento de patógenos, porém as células NK podem ter seu reconhecimento inibido por este complexo (FALCÃO; VOLTARELLI; MALMEGRIM, 2014).

Devido à dita incompatibilidade, as células se separam para investigar o local. Neutrófilo e T vão para um lado, NK e célula normal para outro. O neutrófilo e o T encontraram o local onde o câncer vivia. Inúmeras folhas com estudos e experimentos bagunçados foram encontrados lá. Encontraram também evidências de que a divisão celular está anormalmente desenfreada, e que essas células estão danificando os tecidos (paredes do complexo de apartamento das células). Finalmente perceberam que uma célula cancerígena estava fazendo divisão celular (FIGURA 22). Sompayrac (2004) relata que uma célula cancerígena nasce quando há um defeito nos sistemas de controle de uma célula normal, podendo ocorrer devido a diversos erros.

Figura 22 – Clones da célula tumoral



Fonte: David Production (2018)

A célula normal que acompanhava a NK então se revela como uma célula tumoral e a batalha começa. Apesar de principal defesa antileucêmica (ALMEIDA-OLIVEIRA; DIAMOND, 2008), a NK não foi capaz de lidar sozinha contra o câncer. Os diferentes tipos de célula do sistema imune então se unem contra o inimigo, quando este está prestes a fazer metástase. Metástase é o alastramento de células cancerígenas a partir de uma primária, realizando mutações no processo. Não é um processo aleatório e descoordenado, mas sistematizado, "no qual uma célula normal sofre modificações e adquire capacidades especiais" (OTTO, 2002, p. 3).

A dinâmica da batalha melhora, até que por engano a célula B secreta IgE no líder T-citotóxico, fazendo com que a NK gargalhe sem parar, se revitalizando. A relação feita é que a contração de músculos a partir do riso estimula o timo à produção e atividade celular das células imunitárias (ABREU, 2011), presente na Tabela 9. O inimigo sofre lise pela NK, encerrando o episódio. A célula cancerígena afirma que se rende, “por hora”.

Tabela 9 – Conteúdos específicos de exterminadora natural

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Riso	Acredita-se que a movimentação da musculatura quando rimos estimula a produção e atividade celular de células do sistema imune.	Todas as células imunes estão lutando bravamente contra a célula tumoral, até que o câncer começa a sofrer metástase, sendo um inimigo muito forte e praticamente onipotente. Após uma gafe do líder dos T-citotóxicos, a NK cai na gargalhada. Após terminar de	<ul style="list-style-type: none">• Episódio 07.

		rir, ela afirma que se revitaliza a partir de um bom riso.	
--	--	--	--

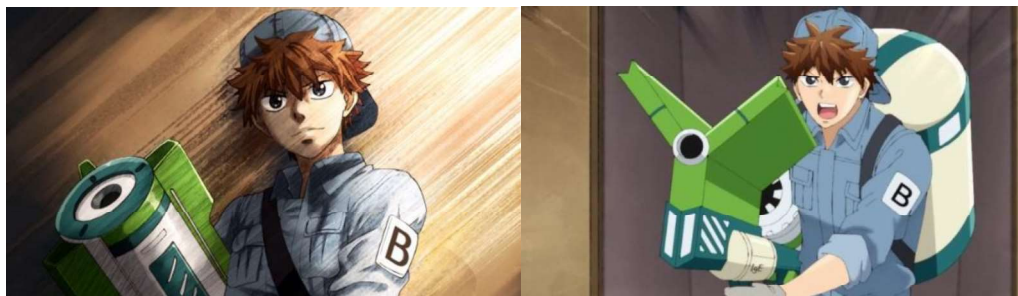
4.3.3.3. Linfócitos B

No corpo humano, a diferenciação dos linfócitos B ocorre no fígado até que o corpo esteja em período fetal e, no final da gestação e depois do nascimento, a partir da medula óssea. Uma vez que pré-processados, os linfócitos B migram para o tecido linfóide de todo o corpo, se alocando próximo aos linfócitos T, ainda que mantendo uma certa distância (GUYTON; HALL, 2006).

Os linfócitos B também se especializam em um tipo único de antígeno, produzindo uma imunoglobulina específica para o combate de cada patógeno. São os chamados anticorpos: "grandes moléculas proteicas, capazes de se combinar e destruir a substância antigênica" (GUYTON; HALL, 2006, p. 441). O professor deve chamar a atenção do aluno para essa especificidade. No animê, a mesma célula B produz anticorpos para diferentes antígenos, o que não condiz com a realidade desses linfócitos. O que acontece na animação é a diferenciação dos reservatórios dos anticorpos, invés da diferenciação da célula em si (TABELA 10).

No episódio 3, a arma que expõe o anticorpo contra o vírus influenza tem um formato, no episódio 5, em uma crise alérgica, a arma tem outro formato (FIGURA 23). Neste último, é visível a gravação "IgE" no cano da arma, abreviatura de Imunoglobulina E, classe de imunoglobulinas que são principalmente usadas no combate aos alérgenos (GUYTON; HALL, 2006; FALCÃO; VOLTARELLI; MALMEGRIM, 2014). No episódio 3, não é mostrado o lugar onde geralmente vem essa inscrição, mas interpretamos que não se trata de IgE pela diferença visual da arma. A classe IgE também aparece no episódio contra o câncer, mas acaba não sendo usada contra a célula cancerígena.

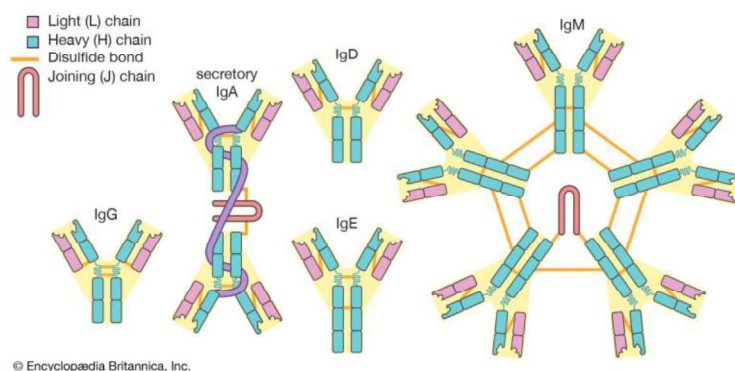
Figura 23 – Diferentes classes de Imunoglobulina



Fonte: David Production (2018)

O formato das armas que o linfócito B empunha não são aleatórios. De primeiro momento, parecem ter aquele exagero estético de desenhos animados, mas parece ter uma intencionalidade por trás desta escolha visual. Como vemos na Figura 23, o formato muda de episódio para episódio, fazendo alusão à fórmula estrutural de diferentes classes de imunoglobulina (FIGURA 24).

Figura 24 – As classes de imunoglobulina



Fonte: Encyclopedia Britannica (2019)

No episódio 5, pólen de cedro entra pelos olhos no organismo, porque a reação de piscar não foi rápida o suficiente para evitar, segundo o T-auxiliar. Uma chuva de meteoros, representando os grãos de pólen, passa pela membrana mucosa. Os macrófagos reportam a chegada dos antígenos para o centro de controle, comandado pelo T-auxiliar, que agora são tratados como alérgenos, "antígeno que reage especificamente a um tipo específico de anticorpo reagina IgE" (GUYTON; HALL, p. 449), por representarem algum risco para o corpo. A partir de então, o organismo reage exageradamente. A célula B de memória surta por perceber que parece uma antiga profecia, que diz que quando os meteoros chegarem do espaço acontecerá uma chuva em larga escala, grande erupção, seguida de terremotos e uma

grande enchente, capaz de acabar com aquele mundo, fazendo referência à chegada do pólen de cedro no meio interno do organismo.

Logo, o T-auxiliar envia o linfócito B para as linhas de frente contra o número anormal de alérgenos de pólen, munido de anticorpos. Com a liberação excessiva de IgE para o combate dos alérgenos, o mastócito libera uma quantidade similar de histaminas para o equilíbrio da situação. Essa é a grande chuva da profecia: excesso de histamina em resposta ao excesso de IgE. A grande quantidade de alérgenos faz com que o mastócito não pare de secretar histamina. Os vasos sanguíneos dilatam, as glândulas de secreção tentam responder, mas a histamina inunda o centro de secreção, desencadeando uma série de espirros. Isso causa uma irritação no nariz, que é comparada a diastrofismo no animê, acarretando em congestão nasal. As histaminas também ativam nervos sensoriais dos olhos, podendo causar lágrimas, que são a grande enchente da profecia. Por causa das inflamações nos nervos nasais e oculares, o nariz e os olhos tendem a ficar inchados no caso de alergia.

Tabela 10 – Conteúdos específicos de linfócitos B

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Produção de anticorpos	Os linfócitos B se assemelham aos T em função: combate contra antígenos. No entanto, as células B tem a função de combinar moléculas proteicas para que destruam antígenos específicos. Cada célula B, assim como cada célula T, se especializa em um único tipo de antígeno.	A célula B produz, sozinha, diferentes anticorpos para diferentes antígenos. Ele anda com um reservatório e secreta por armas diferentes os diferentes tipos de imunoglobulinas. Quando há uma hipersecreção de anticorpos, o mastócito libera a mesma quantidade de histaminas em resposta, causando uma inflamação.	<ul style="list-style-type: none"> ● Episódio 03; ● Episódio 05; ● Episódio 07; ● Episódio 12.

4.3.4. Eosinófilos

Os eosinófilos são conhecidos por serem fagócitos quimiotáxicos de pouca capacidade, se comparado aos outros (GUYTON; HALL, 2006). E é nesse contexto em que somos introduzidos à personagem eosinófilo, apesar de suas tentativas ela é incapaz de defender o corpo de bactérias simples, sendo alvo de piadas e fofocas entre outras células. O

neutrófilo tenta a consolar, lembrando que ela possui outras funções, mas ela se sente impotente mesmo assim.

O episódio 4 se trata de uma intoxicação alimentar causada pela ingestão de carne de peixe crua infectada pela bactéria *Vibrio parahaemolyticus*. A eosinófilo novamente não consegue lutar, mas apesar do grande número de agentes bacterianos os neutrófilos conseguem fagocitar todos os microrganismos. Tudo parecia retornar a normalidade, quando as paredes do estômago (realmente representadas como paredes) sofrem um dano estrutural grave, vazando suco gástrico para fora do órgão. Dessa forma, é revelada a real causa do caos: um parasita do gênero *Anisakis*.

Quando um parasita é muito grande para ser fagocitado por um eosinófilo, o mesmo se fixa no parasita com o auxílio de moléculas superficiais e secretam substâncias que os neutraliza (GUYTON; HALL, 2006). Interpretamos que a representação dessas substâncias seja a sua lança, com a qual ataca os patógenos (TABELA 11). A lição do episódio é que eosinófilos estão associados "à defesa contra parasitas metazoários helmínticos, em certos distúrbios cutâneos alérgicos e neoplásicos" (CALADO; FALCÃO, 2014, p. 8).

Tabela 11 – Conteúdos específicos de eosinófilos

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Fagocitose de parasitas	Os eosinófilos são fagócitos fracos, em relação a outras células imunes. No entanto, sua especialidade são os parasitas metazoários helmínticos. Primeiro ele se fixa na superfície do parasita e secreta substâncias capazes de o neutralizar.	Diante de antígenos comuns e relativamente fracos, a personagem eosinófilo demonstra fraqueza. Nem mesmo uma bactéria consegue matar, sofrendo bullying das outras células. Porém, quando um parasita nematodo ameaça a estrutura estomacal, é a única capaz de detê-lo, com a ajuda de uma lança bidente.	<ul style="list-style-type: none"> • Episódio 04.

4.3.5. Mastócitos e basófilos

Os mastócitos são células teciduais muito comparados com os basófilos, pois ambos secretam histamina e heparina. Porém, os mastócitos não circulam no sangue e não são leucócitos, respondendo principalmente em inflamações, sendo encontrados em maior número e menor tamanho que os basófilos. Os basófilos são leucócitos presentes na circulação, sendo

responsáveis por grande parte da histamina circulante, como ilustrado na Figura 25 e resumido na Tabela 12 (FALCÃO; VOLTARELLI, MALMEGRIM, 2014). Eles foram agrupados na mesma categoria pela similaridade e pouco conteúdo no animê para a produção de categorias individuais.

Figura 25 – Mastócito e basófilo controlam mediadores histamínicos



Fonte: David Production (2018)

Assim como as NK, eles possuem receptores de IgE em sua membrana plasmática, que é o tipo de anticorpo presente em reações a alérgenos. Quando um mastócito ou basófilo se liga aos anticorpos IgE e, subsequentemente, um alérgeno se liga a eles, gera uma mudança imediata na membrana celular. Às vezes eles se rompem e às vezes liberam histaminas ou outras substâncias. As histaminas provocam reações como a vasodilatação local, atração de neutrófilos e eosinófilos, vazamento do líquido para os tecidos, contração da musculatura lisa, entre outros. As reações posteriores vão corresponder ao tecido que entrou em contato com a reação alérgeno-reagína (GUYTON; HALL, 2006; FALCÃO; VOLTARELLI, MALMEGRIM, 2014).

Ambos, mastócito e basófilo, são apresentados no episódio 4, que se trata de intoxicação alimentar. Após a invasão de um parasita no sistema digestivo, a mastócito libera histamina devido à reação alérgica provocada pelo basófilo ao encontrar-se com o antígeno.

Após tremores inexplicáveis no estômago, o neutrófilo e a eosinófilo decidem investigar, chegando até o basófilo. Isso porque a histamina é um agente quimiotático para eosinófilos (ZAGO; 2014b).

Tabela 12 – Conteúdos específicos de mastócitos e basófilos

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Liberação de histamina	Os principais secretores de histaminas são os mastócitos e os basófilos. A diferença é que	O mastócito permanece sozinho em um centro de controle, conferindo os níveis de IgE,	<ul style="list-style-type: none"> ● Episódio 04; ● Episódio 05.

	os mastócitos não circulam no sangue, mas sim estão presentes nos tecidos, por isso são responsáveis pelas inflamações locais.	liberando a mesma quantidade de histaminas no corpo via dutos. Os basófilos são encontrados pelos vasos sanguíneos, interagindo com outros personagens.	
--	--	---	--

4.4. Dendríticas

As células dendríticas (DC) são conhecidas como "células apresentadoras de antígenos" (ZAGO, 2014a, p. 35). Ainda imaturas, existem em todos os tecidos e são pouco numerosas. São ativadas pela interceptação de um antígeno, migrando para os órgãos linfoides, sofrendo maturação (CONTI; SANTIAGO; SFORCIN, 2014).

São representadas no animê por um único personagem que, em casos de invasão, está o tempo todo fazendo ligações para receber informações e repassar para os linfócitos responsáveis.

As DC apresentam moléculas que auxiliam na estimulação de produção de linfócitos T e ativação das células T *naive* (CONTI; SANTIAGO; SFORCIN, 2014). Esse processo é representado no episódio 3, quando um linfócito T virgem sente muito medo de atacar um antígeno, no caso o vírus influenza, logo nunca seria ativado e nunca seria corajoso e forte como o pelotão de T-citotóxicos. O personagem DC conversa com ele sobre como funciona a maturação das células T e que todos passam por aquela fase mais fraca, estimulando a ativação do *naive* (TABELA 13).

Além disso, as DCs são responsáveis pela conexão entre a imunidade inata e a adaptativa. Também controlam a imunomodulação e potencial citotóxico das NK. Portanto, são células primordiais do sistema imune, principalmente em resposta anti-tumoral (CONTI; SANTIAGO; SFORCIN, 2014).

Tabela 13 – Conteúdos específicos de células dendríticas

Conteúdo	No corpo humano	No animê	Episódios
Apresentação de antígenos e ativação de linfócitos T	As células dendríticas (DC) apresentam antígenos às células do sistema imune a partir da secreção de	As células dendríticas possuem um único representante no animê. No caso de invasões, ele é o responsável por fazer	<ul style="list-style-type: none"> ● Episódio 03; ● Episódio 09.

imaturos	substâncias que estimulam a produção e ativação de células T virgem.	ligações e chamar o pelotão T. No episódio de maturação de um linfócito T virgem, ele mostra que é normal ser pequeno e fraco, se na hora da adversidade for corajoso suficiente para ser efetivado.	
----------	--	--	--

4.3. Considerações sobre o uso de Hataraku Saibou em sala de aula

A partir da presente análise, concluímos que o animê Hataraku Saibou pode ser usado como recurso didático no ensino fundamental sim, mas o professor deve se atentar a alguns aspectos ao levar a animação para mediar conteúdos de fisiologia.

Ao longo de cada tópico, elencamos ainda informações que não compreendem as informações reais ou estão representadas de maneira inadequada, acompanhadas do funcionamento real dos eventos, se reconhecidos cientificamente. Esses erros conceituais ou liberdade criativa da autora devem ser compartilhados com os estudantes também, para evitar a disseminação de informação dúbia. Ainda assim, o nível de meticulosidade das informações veiculadas no animê, não era esperado. A hipótese inicial era de que os conteúdos estariam retratados de forma superficial demais ou que a maioria das especificidades retratadas não estivessem acuradas.

Outro ponto que exige a atenção do professor é sobre a possibilidade de exibição em sala de aula a partir do contexto da escola. O animê não é tímido sobre mostrar sangue e luta, logo, o mediador deve se atentar se é viável utilizar algumas cenas em sala.

A depender do contexto e conteúdo, o professor pode usar apenas trechos pontuais da animação, ou ainda exibir episódios inteiros. O primeiro episódio é uma ótima introdução sobre as principais células envolvidas na manutenção da homeostase no corpo humano. Posteriormente, a sequência se torna flexível.

Quando a escolha de se exibir episódios completos é feita, o professor pode escolher entre expor os conteúdos antes, durante ou depois da exibição. Caso a mediação seja realizada durante o episódio, recomenda-se que o professor espere a cena acabar antes de fazer a pausa. Durante a pausa é interessante dialogar e não apenas expor: “o que vocês perceberam?”, “por que isso aconteceu?”, “vocês sabem o que acontece no corpo?”. É importante lembrar que o

recurso didático, por si só, não promove ensino e que seu uso deve ser acompanhado de reflexão e planejamento (MORAN, 1995; SOUZA, 2007; NICOLA; PANIZ, 2016).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou analisar as informações veiculadas em Hataraku Saibou sobre as células envolvidas em processos imunológicos. Após a análise, foi possível concluir que o animê apresenta uma boa base científica, manifestando potencial em seu uso como recurso didático a partir da reflexão e responsabilidade do mediador para o ensino fundamental. Pela riqueza de detalhes, convém estudos que relacionem os conteúdos ao ensino médio e, possivelmente, até para o ensino superior.

Os recursos didáticos oferecem mais dimensão aos conteúdos de fisiologia, que demandam uma boa dose de abstração para a sua aprendizagem. Os estudantes acabam caindo numa aprendizagem mecânica, temporária, em detrimento ao entendimento dos fenômenos por não serem fáceis de imaginar. Outra dificuldade para o ensino de mecanismos dentro do corpo humano é que a divisão dos conteúdos faz com que os processos pareçam independentes e separados, e não em constante confluência e correlação. A visualização proposta no desenho animado pode auxiliar nesses quesitos.

Além disso, os animês estão cada vez mais populares entre os adolescentes. Apesar das diferenças culturais que esse tipo de desenho animado compartilha com o ocidente, a linguagem os alcança mais facilmente que termos técnicos assombrosos presentes nos livros didáticos, podendo servir como uma boa introdução a tais terminologias. Além de estimular o imaginário, os animês trazem entretenimento para as aulas, instigando a curiosidade e, conseqüentemente, a participação do aluno na própria formação.

Ainda há muito para ser explorado quando se trata de Hataraku Saibou. Pesquisas futuras podem conter propostas de aplicação em aula, propostas de criação de recursos didáticos inspirados no trabalho de Akane Shimizu, ou até mesmo como utilizar recursos como esse numa luz mais inclusiva, para alunos com desenvolvimento atípico.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, G. R. F. A terapia do (bom) humor nos processos de cuidado em saúde. **Revista Baiana de Enfermagem**, v. 25, n. 1, p. 69-74. 2011.

ALMEIDA, M. O de. A Vulgarização do Saber. MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO, F. (Orgs.). **Ciência e Público**: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002.

ALMEIDA-OLIVEIRA, A.; DIAMOND, H. R. Atividade Antileucêmica das Células *Natural Killer* (NK). **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 54, n. 3, p. 297-305. 2008.

ANDRADE, V. A. de. **Imunostase** - Uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia. Dissertação (Mestrado em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 238 p. 2011.

ANDRADE, V. A.; ARAÚJO-JORGE, T. C.; COUTINHO-SILVA, R. Concepções Discentes Sobre Imunologia e Sistema Imune Humano. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 1-22, 2016.

ARAÚJO, M. Produções televisivas nipônicas no Brasil: dos animês aos dramas de TV. Em: **XI Encontro Nacional de História da Mídia**, Rio de Janeiro, 2017.

BARROS, H. L. de. A Cidade e a Ciência. MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO, F. (Orgs.). **Ciência e Público**: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

CALADO; R. T.; FALCÃO, R. P. Heterogeneidade das Células do Sangue. Órgãos Hematopoéticos e Linfopoéticos. Em: ZAGO, M. A.; FALCÃO, R. P.; PASQUINI, R. (Orgs.). **Tratado de Hematologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2014.

CALIGIURI, M. A. Human natural killer cells. **Blood**, v. 112, n. 3, p. 461-469. 2008.

CANDOTTI, E. Ciência na Educação Popular. Em: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO, F. (Orgs.). **Ciência e Público**: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002.

CARLOS, G. S. Mangá: o fenômeno comunicacional no Brasil. Intercom. Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. Em: **X Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sul**, Blumenau, 2009a.

CARLOS, G. S. Da cultura de massa à Cibercultura: o caso do fenômeno da cultura pop japonesa no Ocidente. Em: **XXXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação**, Curitiba, 2009b.

CARNEIRO, M. H. da S.; GASTAL, M. L. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 33-39, 2005.

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. Em: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Anais do I SINECT**, Ponta Grossa, 2009.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. **Revista Brasileira de Educação – ANPED**, Campinas, n. 22, p. 89-100. 2003.

COICO, R.; SUNSHINE, G. **Imunologia**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2010.

CONTI, B. J.; SANTIAGO, K. B.; SFORCIN, J. M. Células dendríticas: mini-revisão. **Biosaúde**, v. 16, n. 1, 2014.

DUTRA, W. V. **A Disseminação da Cultura Animê no Brasil: a percepção dos gestores do Animax**. Trabalho de Conclusão de Estágio. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ELIAS, H. **A Galáxia de Anime - a animação japonesa como new media**. Covilha: LabCom, 2012.

FALCÃO, R. P.; VOLTARELLI, J. C.; MALMEGRIM, K. C. R. Ontogênese e Diferenciação do Sistema Linfóide. Dinâmica dos Linfócitos. Imunidade Humoral e Celular. Em: ZAGO, M. A.; FALCÃO, R. P.; PASQUINI, R. (Orgs.). **Tratado de Hematologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2014.

FONTANELLA, G. de S. Anim(a)ção na Educação - O entre-entendimento na teia da produção na teia da produção do sentido e sua mediação na educação. **Actas do III SOPCOM, VI LUSOCOM e II IBÉRICO**, v. 4, Covilha, 2004.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (FUB). **Reforma do Projeto Político Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais – Diurno**. Brasília, Janeiro, 2013.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11ª ed. São Paulo: Editora Elsevier, 2006.

IANNI, O. **A Sociedade Global**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1999.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: Editora Edusp, 2008.

LINSINGEN, L. V. Mangás e sua utilização pedagógica no ensino de ciências sob a perspectiva CTS. **Ciência & Ensino**, v. 1, nov., 2007.

DUSO, L. O uso de modelos no ensino de biologia. Em: **XVI Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino**, v. 16, p. 462-441, 2012.

MARASINI, A. B. A utilização de recursos didático-pedagógicos no ensino de biologia. 2010. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

- MARCONDES, R. S. Educação em Saúde na Escola. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 89-96, jan. 1972.
- MATTOS, S. **História da televisão brasileira**: uma visão econômica, social e política. Petrópolis: Vozes, 2002.
- MATTHEWS, M. R. Science Teaching: the role of history and philosophy of science. **International Journal of Science Education**, v. 18, p. 1-18. 1994.
- MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação e Educação**, São Paulo, n. 2, p. 27-35, jan./abr. 1995.
- MORELLI, V. M. Estrutura e Funções das Células Endoteliais e das Plaquetas. Em: ZAGO, M. A.; FALCÃO, R. P.; PASQUINI, R. (Orgs.). **Tratado de Hematologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2014.
- NASCIMENTO, F. do; FERNANDES; H. L.; MENDONÇA, V. M. de. O Ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 39, p. 225-249, set. 2010.
- NAGADO, A. O mangá no contexto da cultura pop japonesa e universal. In: LUYTEN, S. B. (Org.). **Cultura pop japonesa: mangá e animê**. São Paulo: Editora Laços, 2005.
- NAGADO, A. **Almanaque da Cultura Pop Japonesa**. Via Lettera, 2007.
- NAGADO, A. (Org.); MATSUDA, M.; GOES, R. de. **Cultura pop japonesa: histórias e curiosidades**. 1ª ed. 2011.
- NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. **InFor Inovação e Formação**, v. 2, n. 1, p. 355-381. 2016.
- OTTO, S. E. **Oncologia**: coleção enfermagem prática. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2002.
- PACHECO, E. D. **O Pica-Pau: herói ou vilão?**: representação social da criança e reprodução da ideologia dominante. São Paulo: Loyola, 1985.
- PAULA, G. R.; BEBER, B. C.; BAGGIO, S. B.; PETRY, T. Neuropsicologia da Aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, v. 23, n. 72, p. 224-231. 2006.
- PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.
- RABELLO, S. H. dos S. A criança, seu corpo, suas idéias. **Ensino em Re-vista**, Uberlândia, v. 3, n. 1, p. 15-29, jan/dez, 1994.

RIESGO; R. dos SANTOS. Anatomia da aprendizagem. In: ROTTA, N. T; OHLWEILER, L; RIESGO, R. dos SANTOS (org.). **Transtorno da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. 2º edição. Porto Alegre: Artmed, 2016.

RODRIGUES, J. L.; ROCHA, C. B. R. Mangá e animê: um recurso para aprendizagem do ensino de ciências. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ano 3, ed. 8, v. 14, p. 65-85. 2018.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem: cognição, semiótica, mídia**. São Paulo: Editora Iluminuras LTDA, 1998.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D. de; GUINDANI, J. F. Pesquisa Documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, n. 1, jul. 2009.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, p. 49-67, nov. 2015.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de Ciências e as Práticas Epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, ago., p. 52-67. 2016.

SHIMIZU, A. "Cells At Work" Akane Shimizu Interview. [Entrevista concedida a] Risa Hiramatsu. **Natalie**, Tóquio, 20 nov. 2015.

SILVA; S. A. **Os animês e o ensino de ciências**. 2011. 212f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília. Brasília, 2011.

SILVA, T. D.; CARDOSO, F. S.; RODRIGUES, C. R.; LIBERTO, M. I.; CURRIÉ, M.; VANNIER, M. A.; CASTRO, H. C. Jogos virtuais no ensino: usando a dengue como modelo. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 2, mai./ago. 2008.

SIQUEIRA, D. da C. O. Ciência e poder no universo simbólico do desenho animado. MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO, F. (Orgs.). **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; GOMES, A. P.; ALBUQUERQUE, V. S.; MADALON-FRAGA, R.; ALEKSANDROWICS, A. M. C.; GELLER, M. Ensino de Imunologia na Educação Médica: Lições de Akira Kurosawa. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 33, n. 2, p. 186-190, 2009.

SOMPAYRAC, L. **How Cancer Works**. Mississauga: Jones and Bartlett Publishers Canada, 2004.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. Em: **I Encontro de Pesquisa em Educação**, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: "Infância e Práticas Educativas". Arq Mudi. 2007.

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa. **Conceitos**, v. 5, n. 10, p. 55-60. 2004.

URBANO, K. C. L. De fã para fã: a re-produção informal de animês na cibercultura. Em: **VII POSCOM. Seminário dos Alunos de Pós-Graduação em Comunicação Social da PUC-Rio**. 2011.

URBANO, K. C. L. **Legendar e distribuir**: o fandom de animês e as políticas de mediação fansubber nas redes digitais. 2013. 175f. Dissertação (Pós-graduação em Comunicação) – Instituto de Artes e Comunicação Social, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 175 p. 2013.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; Leão, M. B. C. O vídeo como recurso didático para ensino de ciências: uma categorização inicial. Em: **IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão - JEPEX**, Recife, 2009.

VOSNIADOU, S. Conceptual change in the learning of science. **International Journal of Science Education**, v. 18, p. 167-176. 1994.

ZAGO, M. A. Granulócitos. Produção, dinâmica e função. Em: ZAGO, M. A.; FALCÃO, R. P.; PASQUINI, R. (Orgs.). **Tratado de Hematologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2014a.

ZAGO, M. A. Monócitos e Macrófagos. Sistema de Fagócitos Mononucleares. Em: ZAGO, M. A.; FALCÃO, R. P.; PASQUINI, R. (Orgs.). **Tratado de Hematologia**. São Paulo: Editora Atheneu, 2014b.
