



Taynara Rúbia Campos



Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

taynara.rubia@gmail.com

Dulce Márcia Cruz



Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

dulce.marcia@gmail.com

ANÁLISE DE CONCEITOS CIENTÍFICOS PRESENTES NO ANIME HATARAKU SAIBOU

RESUMO

Os *animes* (animações japonesas) possuem uma riqueza de gêneros e temas abordados e são populares por sua estética característica e linguagem narrativa inovadora. Neste trabalho, abordamos o anime *Hataraku Saibou*, que mostra a rotina de células antropomorfizadas, cumprindo suas funções em um corpo humano, representado por uma cidade. O objetivo da pesquisa foi descrever e analisar a representação que o anime traz de conceitos científicos, desde elementos estéticos, como o cenário e o *design* de personagens, até os narrativos. A análise seguiu a metodologia de Penafria (2010) e foi focada, especificamente, nas hemácias, uma das personagens principais no episódio chamado "Circulação Sanguínea". O resultado da pesquisa mostra que em *Hataraku Saibou* vários conceitos científicos de morfologia e fisiologia celular são representados em imagens e narrativas que rodeiam os personagens da animação, mostrando com criatividade esses processos, o que pode servir de inspiração para um ensino de ciências inovador e divertido. A análise conduz à ideia de que os recursos audiovisuais, utilizados nas aulas de forma reflexiva, crítica e significativa podem ter resultados positivos, tornando-as motivadoras e proveitosas. O texto conclui com uma reflexão sobre como essa linguagem narrativa pode ser pensada por professores de ciências para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem na cultura digital.

Palavras-chave: Animação japonesa. Circulação sanguínea. Ensino de ciências. Recurso paradidático.

ANALYSIS OF SCIENTIFIC CONCEPTS PRESENT IN ANIME HATARAKU SAIBOU

ABSTRACT

Animes (Japanese animation) have a variety of genres and themes covered and are popular for their characteristic aesthetic and innovative narrative language. In this work, we approach the anime *Hataraku Saibou*, which shows the routine of anthropomorphized cells, fulfilling their functions in a human body, represented by a city. The aim of the research was to describe and analyze the representation that anime brings of scientific concepts, from aesthetic elements, such as the scenery and character design, to the narrative. The analysis followed the methodology of Penafria (2010) and was specifically focused on red blood cells, one of the main characters in the episode called "Blood Circulation". The result of the research shows that in *Hataraku Saibou*, several scientific concepts of cell morphology and physiology are represented in images and narratives that surround the characters of the animation, creatively showing these processes, which can serve as inspiration for an innovative and fun science teaching. The analysis leads to the idea that audiovisual resources, used in the classroom in a reflexive, critical and meaningful way can have positive results, making them motivating and profitable. The text concludes with a reflection on how this narrative language can be thought by science teachers to enrich the learning process in digital culture.

Keywords: Japanese Animation. Blood Circulation. Science Education.

Submetido em: 21/08/2019

Aceito em: 18/12/2019

Publicado em: 22/06/2020



<http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2020v12n27p703-723>



I INTRODUÇÃO

Ainda hoje, a educação apresenta um caráter basicamente tradicional e linear, com o professor em uma ponta do processo de ensino e aprendizagem e o aluno na outra, algo que vemos tanto nas escolas de ensino fundamental e médio como nas universidades (NICOLA; PANIZ, 2016). Silva (2011) comenta que as críticas a essa metodologia não são algo novo, pois em cada período histórico pesquisadores e filósofos da educação identificam necessidades de mudanças nas práticas pedagógicas e no sistema de ensino, tendo em vista as demandas socioculturais do momento.

As aulas de Ciências e Biologia são, geralmente, aulas tradicionais, com o professor usando o livro didático e o quadro-negro e, quando possível, fazendo experiências, sendo os alunos avaliados com provas escritas e/ou de assinalar (RONCA; ESCOBAR, 1984). Nicola & Paniz (2016) ainda alertam que esse tipo de aula, se usada de forma exclusiva e sem reflexão, pode gerar resultados negativos tanto para alunos como professores, pois estimula a falta de criatividade na hora de construir as aulas ou de resolver problemas, além de fazer com que os estudantes somente decorem nomes e conceitos sem entendê-los ou aplicá-los em situações reais, o famoso “decorei para passar e já esqueci”, fazendo-os perder o interesse nas aulas em geral. Algo que é possível observar, por exemplo, em estudos como o PISA (2015), que teve como foco principal avaliar, além da matemática e da leitura, o letramento científico, que vai além de saber os conceitos e os nomes, e sim, a aplicação dos mesmos e do método científico, em que o Brasil teve uma média de 401 pontos, significativamente inferior a outros países, e que se mantém desde 2006 (PISA, 2015).

Santos (2008) afirma que a aprendizagem acontece quando quatro condições básicas são atendidas, sendo elas: a motivação, o interesse, a habilidade de compartilhar experiências e a capacidade de interagir com diferentes contextos. Para o autor, esse tipo de aprendizagem favorece a normalização de comportamentos interessantes para o aprendiz, tanto no contexto escolar quanto como cidadão atuante na sociedade. Já em meados do século XVII, Comenius (1617, p. 220), um dos pioneiros em afirmar que motivação e interesse estão intimamente relacionados com a aprendizagem, escreve que o ensino de ciências “é mal feito quando fragmentário e quando não começa por um esboço geral de todo o programa, e que ninguém pode ser perfeitamente instruído numa ciência em particular, se não tem uma visão geral das outras ciências”.

O problema da fragmentação dos conteúdos e da supervalorização da memorização dentro do ensino de ciências é discutido ainda hoje, o que demonstra quão complexo é o assunto, especialmente em relação às ciências que lidam com conteúdos abstratos e um grande número de nomenclaturas específicas, como no ensino de biologia. Silva (2011) comenta que mudanças têm sido discutidas e tentativas de implementação ocorrem, porém, na maioria das vezes, as aulas continuam tradicionais,

fazendo usos ocasionais de recursos, que acabam virando “tapa-buraco”, com o conteúdo ainda extenso, complexo e com pouca relação com o cotidiano dos alunos.

Wilsek e Tosin (2012) complementam que é necessário que o ensino de ciências seja permeado por pluralismo metodológico, que leve em conta os mais diferentes recursos, meios e materiais, além de estratégias de ensino e os use para abordar a diversidade de assuntos e conhecimentos científicos ensinados. Hoje, mais do que nunca, com a evolução e disseminação tecnológica, que permeia várias esferas da sociedade, existem diferentes recursos e meios que podem ser utilizados pelos professores com resultados positivos descritos na literatura, como a própria internet, músicas e os audiovisuais, como animações e filmes e os jogos, tanto digitais como analógicos, (RAMOS; CRUZ, 2018).

Catapan (2003) diz que o processo pedagógico, que se encontra entre a educação e a cultura e é mediada pelas mais diversas formas de comunicação, expressão e construção de conhecimento, precisa se aproximar desse novo modo de ser e pensar dos sujeitos imersos na cultura atual, onde as informações estão ao nosso redor, em um tempo-espaço contínuo e constante, apresentando-se das mais variadas formas. Essas transformações culturais e tecnológicas rapidamente se entrelaçam e influenciam nosso cotidiano, exigindo a criação de novas possibilidades pedagógicas, que incentivem o desenvolvimento de aprendizagens múltiplas e formação de variados modos de sentir, pensar e construir a realidade (KNAUL *et al.*, 2018).

Souza (2007) comenta que muitos professores acabam não utilizando recursos pedagógicos diferentes e estratégias diferentes em suas aulas, tanto por medo do novo como por causa da estrutura interna do sistema de educação. Assim, apesar de a educação ser um processo de transformação contínua, há resistências para as mudanças, sendo que nas escolas estas são tanto interiores, dos professores e outros atores educacionais também (até mesmo os alunos!), como exteriores, como as políticas públicas e métodos de avaliação, por exemplo. (ROSA; CARVALHO, 2006).

1.1 Os vídeos em aulas de ciência e a mídia-educação

Oliveira (2006) afirma que a ligação entre o cinema e a ciência é antiga, afinal, as técnicas de captação e criação de imagens em movimento, utilizando fotografias em sequência, já eram utilizadas para propósitos científicos antes de somente para o puro entretenimento e que continuam, com técnicas mais modernas, sendo importantes até hoje, não só para uma melhor exposição das evidências científicas, mas também como meio de divulgação de conhecimento e cultura.

As variadas formas como a ciência está presente em nossas vidas cotidianas, na cultura e no imaginário não está somente representada em documentários, mas, até mesmo, em comédias ou ficções científicas, o que torna a análise dos audiovisuais importante para a compreensão da história da ciência e

entendimento de nossa própria cultura, pois, afinal, nos permite visualizar como a ciência é percebida (OLIVEIRA, 2006). Assim, não é uma surpresa o seu uso como recurso pedagógico em aulas de Ciências e Biologia.

Desde o surgimento e popularização do cinema no Brasil, sua conexão com a educação e sua viabilidade como recurso pedagógico tem sido discutida. Em meados de 1930, várias propostas de “cinema educativo” foram executadas em forma de reformas educacionais e no incentivo à produção de filmes e documentários de cunho educativo. (FANTIN, 2014). A autora comenta que, desde então, principalmente com o aumento da demanda, várias iniciativas visando o uso de audiovisuais em sala de aula foram colocadas e retiradas de prática. Contudo, as escolas brasileiras ainda têm um caminho longo a percorrer quando o assunto versa sobre atividades pedagógicas e metodologias envolvendo o cinema, filmes e vídeos, nos currículos escolares (FANTIN, 2014).

A principal atividade relacionada com esses recursos na sala de aula é a análise dos mesmos, com um aumento perceptível do interesse pedagógico na produção de audiovisuais pelos alunos. Porém, ainda é possível observar um uso equivocado ou mal colocado desses recursos em aula (FANTIN, 2014). Morán (1995) classifica esses (maus) usos em cinco categorias.

- 1) Vídeo “tapa-buraco”: usar o vídeo como saída de uma situação inesperada, o que é útil para o professor momentaneamente, mas pode desvalorizar o uso do recurso quando utilizado em demasia associando-o à falta de conteúdo ou objetivo pedagógico.
- 2) Vídeo “enrolação”: um vídeo que não tem quase ou nenhuma ligação com o conteúdo da aula.
- 3) Vídeo deslumbramento: uso exacerbado de vídeos, inclusive no lugar de outras estratégias e recursos pedagógicos que podem ser mais pertinentes e interessantes para os alunos.
- 4) Vídeo perfeição: criticidade exagerada por parte dos professores, que encontram defeitos estéticos ou de outro caráter em praticamente todos os vídeos. Apesar da análise crítica ser uma atividade interessante, isso pode causar a demonização do meio.
- 5) Só vídeo: os alunos assistem ao vídeo e é isso; não há uma reflexão, debate ou qualquer outra atividade que evoque o conteúdo trabalhado.

Ismail Xavier, em entrevista, afirma que um cinema que educa é aquele nos faz pensar e que um filme não precisa estar dentro do que se classificaria como “educativo” para ser utilizado como recurso pedagógico e de reflexão em uma sala de aula. Diz o autor (2008, p. 15):

[...] a dimensão educativa, entendida no sentido de formação (valores visão de mundo, conhecimento, ampliação de repertório) permeia toda a experiência do cinema e está, ainda que de modo implícito, presente nos debates sobre os filmes [...].

Essas reflexões, o autor (idem) complementa, podem perpassar o cinema em si e o conteúdo pedagógico e colocar as mais diferentes questões, focos, pontos de vista, experiências e culturas em debate.

Para mim o cinema que “educa” é o cinema que faz pensar, não só o cinema, mas as mais variadas experiências e questões que coloca em foco. Ou seja, a questão não é “passar conteúdos”, mas provocar a reflexão, questionar o que, sendo um constructo que tem história, é tomado como natureza, dado inquestionável.

Mas, será que ao se tratar de Ciências Naturais e Biologia, disciplinas tão relacionadas a grandes quantidades de conceitos e nomenclaturas, o uso de vídeos, que não sejam documentários, é possível? Ou melhor, o que podemos aprender com essas diferentes representações de conteúdos científicos e o que podemos transpor para o ensino de ciências e biologia?

Rodrigues e Rocha (2018) apontam que há uma dificuldade, e até mesmo resistência, quando o assunto é passar conteúdos de formas diferentes, principalmente nas disciplinas de ciências e biologia. Em seus resultados, os autores constataram que mais da metade dos 101 alunos que entrevistaram consideravam as aulas de ciência difíceis, apesar de reconhecerem sua importância. Então, como tornar essa disciplina mais interessante, significativa e de fácil entendimento para os estudantes?

Há várias propostas e perspectivas, quando o assunto é trabalhar filmes e outros recursos audiovisuais na sala de aula. Uma delas é a mídia-educação, que visa a uma postura crítica e independente dos estudantes, para avaliar as várias facetas e características, sendo estéticas ou éticas, das mídias, levando em conta o diálogo, o debate e a reflexão, não só para a análise do que já existe, mas também para a produção e assim promover uma educação focada na sociedade, na cidadania e na cultura (FANTIN, 2014). Assim, há diferentes formas de interpretação que podem ser problematizadas e debatidas com os estudantes, desde questões relacionadas à narrativa, produção e distribuição, enredo, desenvolvimento dos personagens, entre outras características mais técnicas, até contextos sociais e culturais e seus significados e impactos na parte técnica e na interpretação subjetiva e opinião individual (FONTANELLA, 2004).

Bévort e Belloni (2009) afirmam que a mídia-educação, além de interessante para os alunos, é uma prática indispensável para a formação de professores, afinal, integrar as mídias às práticas educativas e ensinar aos estudantes uma apropriação crítica e criativa das mesmas é essencial à cidadania, em consonância às reivindicações sociais e culturais da era digital. Assim, a mídia-educação tem a proposta de educar sobre as mídias em quatro dimensões: com as mídias; sobre as mídias; para as mídias e através das mídias (CRUZ, 2018). Estas podem ser trabalhadas separadamente, porém, são mais efetivas como uma construção, trabalhando-se os vários aspectos da mídia e seus desdobramentos com os alunos, além de suas próprias representações e significados culturais, sociais e econômicos.

1.2 As imagens, os desenhos animados e os animes

As imagens são aspectos de grande importância na vida da maioria dos seres humanos, pois estão presentes de várias formas, no cotidiano das pessoas e, claro, na escola (SILVA, 2011). A autora complementa que os desenhos animados são um tipo de imagem em movimento e fazem parte da vida dos jovens desde muito novos, sendo então, imagens de relevância para eles, sendo que muitos desses trabalham com conceitos científicos, que são trazidos pelos mesmos para dentro da sala de aula.

Fontanella (2004) descreve os desenhos animados como instrumentos sociais, que possuem dimensões culturais e estéticas e são uma das mediações da percepção do imaginário e da vida real das crianças e jovens, agindo na produção de sentidos, formação da consciência, compreensão do mundo e significação da realidade. Assim, a autora defende que é possível utilizar tais meios dentro das escolas, desenvolvendo várias habilidades sociais, acadêmicas e profissionais importantes, trabalhando a leitura crítica, a interpretação do contexto e diferentes tipos de textos, historicidade, conteúdo, costumes, culturas, entre outros elementos que estão contidos nos roteiros e imagens. Entretanto, é relevante ressaltar que, apesar de os desenhos animados estarem muito ligados ao mundo infantil e dos jovens em geral, é importante que não exista uma infantilização generalizada do meio, afinal, muitos desenhos não são próprios para crianças, como, por exemplo, *Os Simpsons* (1989) ou *South Park* (1997), que são produzidos para o público mais adulto.

Os desenhos animados configuram uma possibilidade como recurso didático potente, proporcionando o diálogo entre o cotidiano dos estudantes e o conteúdo escolar, sem falar dos outros aspectos que podem ser explorados - sociais, históricos, culturais e estéticos - tornando a aula mais atraente, motivadora e interativa (SECCO; TEIXEIRA, 2008). Rodrigues e Rocha (2018) evidenciaram que 82% dos estudantes entrevistados afirmaram gostar de assistir a animações japonesas, o que demonstra o quanto esses meios estão presentes em seu dia a dia. Linsingen (2007) não acredita que há limitações para o uso de tais recursos em sala de aula e sim um desconhecimento da sua existência por parte dos professores. A falta de informação, interesse e preconceito em relação aos desenhos animados, além da ideia proibitiva e moralista aos “produtos da indústria cultural e do consumismo” serem utilizados em sala de aula (FONTANELLA, 2004), podem ser fatores que acabam afastando os professores desses meios.

Catapan (2003) diz que o processo pedagógico, que se encontra entre a educação e a cultura e é mediada pelas mais diversas formas de comunicação, expressão e construção de conhecimento, precisa se aproximar desse novo modo de ser e de pensar dos sujeitos imersos na cultura atual, em que as informações estão ao nosso redor, em um tempo-espaço contínuo e constante, apresentando-se das mais variadas formas. Essas transformações culturais e tecnológicas rapidamente se entrelaçam e influenciam nosso cotidiano, exigindo a criação de novas possibilidades pedagógicas, que incentivem o

desenvolvimento de aprendizagens múltiplas e formação de variados modos de sentir, pensar e construir a realidade (Knaul et. al., 2018).

Apesar disso, a utilização de recursos paradidáticos, entre eles os animes e os mangás, favorecem a construção de uma educação mais aberta, compreensiva, motivadora, facilitadora, interdisciplinar e contextualizada, principalmente quando utiliza recursos e estratégias que consideram a perspectiva dos estudantes, suas rotinas, sua cultura e seus conhecimentos sobre o mundo, a favor de um aprendizado mais autônomo e crítico (RODRIGUES ; ROCHA, 2018). Os autores concluem que esses recursos facilitam uma aprendizagem mais significativa, aulas mais dinâmicas e motivadoras, assegurando a reflexão sobre conhecimentos prévios e a construção de novas formas de saber, pensar, entender e se expressar.

1.2.1 Uma breve, ou nem tanto, introdução aos animes

Para falar de *anime* é necessário comentar sobre os mangás, que são as histórias em quadrinhos japonesas, afinal, muitos *animes* são adaptações de mangás. Gravett (2006) afirma que grande parte das obras mais bem sucedidas no Japão, sejam animações ou não, no cinema ou na televisão, são baseadas em mangás, demonstrando o impacto que essa mídia tem no entretenimento do país oriental. Os mangás, e as histórias em quadrinhos em geral, possuem duas linguagens: das imagens e do texto. Estas não podem ser separadas, pois ambas adicionam compreensão à narrativa e à experiência do leitor (SILVA, 2011). Contudo, Linsingen (2007) complementa que os mangás possuem características que os diferenciam das histórias em quadrinhos ocidentais, como o *design* dos quadros, a narrativa e o enredo, o uso do texto, os gêneros e o foco em públicos específicos.

Há algumas características estéticas muito próprias dos mangás: as ilustrações em preto e branco, com adição de texturas e sombras para dar mais profundidade e dinâmica aos desenhos sem cor, uso de linhas de ação e de onomatopeias, muitas vezes representadas pelos ideogramas e que tem parte essencial na estética, dando expressividade ao som, o que pode inclusive dificultar a tradução, afinal são uma parte importante da língua japonesa. (TANAKA, 2007). A leitura do mangá ocorre de forma diferente de quadrinhos ocidentais, pois o sentido de leitura no Japão é diferente, sendo da direita para a esquerda.

Moliné (2006) afirma que os mangás são muito variados quanto a temas e gêneros que se entrelaçam entre si e despertam a curiosidade de vários tipos de leitores. Gusman (2005) ressalta três vantagens do mangá em relação aos quadrinhos ocidentais: histórias com começo, meio e fim, sendo geralmente serializadas. Os japoneses trabalham a interatividade com a televisão, o cinema e outros meios de maneira muito satisfatória para os fãs e o aspecto humano, por mais fantasiosa que seja a história, é bastante construído nas narrativas.

Em meados do século XVIII, os mangás não tinham um público alvo específico, o que começou a ser feito a partir de 1905, com o crescimento da produção e o aparecimento das mais variadas revistas que os publicavam (GRAVETT, 2006). Hoje, os mangás são divididos em, basicamente, seis demográficos: *shounen* (meninos de 11 a 18 anos), *shoujo* (meninas de 11 a 18 anos), *seinen* (homens de 19 a 50 anos), *josei* (mulheres de 19 a 50 anos), *kodomo-muke* (crianças abaixo dos 10 anos) e *gekiga* (adultos, parecidas com as *graphic novels*). Um engano comum é confundir esses termos com gêneros. Na verdade, são o público alvo desses mangás e tem mais a ver com a revista que vai publicá-los do que realmente com as temáticas, que são similares em geral, mas não são regras, sendo que nada impede que alguém que não está no público alvo os leia. Os *animes* seguem a mesma lógica.

Segundo Sato (2005), o termo “anime” foi criado após a Segunda Guerra, pela influência da palavra inglesa *animation*. No Japão, “anime” é todo o tipo de animação, até mesmo os desenhos animados americanos, porém, no ocidente, a palavra ficou ligada especificamente às animações produzidas no Japão. Os *animes* são, geralmente, exibidos em temporadas, sendo que novos *animes* são lançados no Japão de três em três meses, por estações do ano. Silva (2011) afirma que existem, basicamente, três tipos de classificação quanto ao tipo de lançamento:

1) para a Televisão: Maior distribuição e mais comum. Muitos *animes* lançados na televisão são distribuídos em vídeo depois;

2) OVA (*Original Video Animation*): produzido diretamente em vídeo, em 2019 são feitos em *Blu-Ray*, geralmente séries consideradas “arriscadas”. No Japão, ainda é comum sua compra, então, se uma série fizer sucesso há chances de ser lançada na televisão;

3) cinema: geralmente são produzidos especificamente para o meio, podem ser adaptações, originais ou derivados de séries de televisão. Recentemente há uma tendência de filmes de *animes* que foram à televisão e são editados, com algumas cenas adicionais, para o cinema.

Atualmente, podemos adicionar à classificação um tipo de distribuição mais recente, o ONA ou *Original Net Animation*, que são séries lançadas diretamente na internet, podendo ser televisionadas posteriormente.

Os *animes* também apresentam características bastante próprias quanto à estética e narrativa, muitas delas são as mesmas dos mangás, como a variedade enorme de temáticas e o desenvolvimento dos personagens. Quanto à estética, destacam-se os olhos grandes e expressivos e a representação das emoções, com simbolismos como a gotinha do lado do rosto em cenas de confusão ou constrangimento, veias saltadas quando o personagem está com raiva e outras expressões exageradas, que dão mais impacto na cena ou as deixam mais engraçadas. A linguagem visual em *animes* (e em mangás) daria outro artigo por si só devido a sua diversidade.

Outra característica dos *animes* é a dublagem. Os dubladores japoneses, ou *seiyuus*, demonstram enorme talento em expressar emoção e dar personalidade aos personagens, até mesmo utilizando risadas diferentes e frases de efeito, o que faz o personagem se destacar, criando vínculos com os fãs e tornando esses profissionais verdadeiros ídolos, principalmente no Japão. A música também é um aspecto interessante dos *animes*, que junto com o visual e a narrativa, ajudam a construir a ambientação. São comuns as aberturas e encerramentos, que tocam no começo e no final dos *animes*. Também é comum a produção de *dramas CD* (rádio novelas) e até mesmo *character songs*, com os dubladores cantando músicas tema dos personagens.

A animação é geralmente simplificada, com poucos quadros por segundo e o traço mais simples. Contudo, existem diferentes tipos de estilo de arte e de animação, com alguns estúdios tomando liberdades artísticas e trazendo técnicas diferentes ou utilizando diferentes estilos de arte durante o mesmo anime.

Gladden (1997) explica que nos *animes* e mangás estão presentes vários aspectos sociais, estéticos e tradicionais da cultura japonesa, desde costumes, como tirar os sapatos ou os festivais de verão até a religião, folclore, lendas, arte, história, trabalho, educação, entre tantos outros, o que torna possível caracterizá-los como objetos culturais do país.

Tanaka (2007) acredita que os primeiros mangás, *animes* e filmes japoneses chegaram ao Brasil em 1908, junto com os primeiros imigrantes japoneses. Luyten (2003) complementa que eles costumavam ser exibidos no Cine Niterói, no Bairro da Liberdade, em São Paulo. Na década de 1960, a TV Paulista exibiu *Samurai Kid*, um dos primeiros *animes* a ir para a televisão. Nagado (2005) comenta que o interesse não só trouxe mais *animes* para a televisão, mas, também as bancas ficaram cheias de revistas especializadas neles e na subcultura do mundo *otaku* (termo que no Japão é utilizado para qualquer pessoa que seja muito fã de algo, mas no ocidente é usado para designar quem gosta de anime).

Assim, a capacidade dos *animes*, utilizando recursos visuais, narrativos e sonoros, de fazer as pessoas mergulharem nas histórias, se vendo nos personagens, sentindo suas emoções e sentimentos, além da grande variedade de temas e formas de apresentar tais temáticas, faz com que sejam meios bastante interessantes de serem utilizados na sala de aula, como recurso pedagógico ou como objeto de debate e discussão. Na pesquisa de Rocha & Rodrigues (2018), 64% dos alunos entrevistados afirmam que gostariam que os professores utilizassem mangás e *animes* na aula. Fica clara a importância de mais informações sobre essas mídias para os professores, para que possam pensar em métodos e estratégias para tirar o melhor proveito ao utilizá-los.

Assim, o objetivo principal da pesquisa abordada neste artigo foi descrever e analisar a representação que o anime traz de conceitos científicos, desde elementos estéticos, como o cenário e o *design* de personagens, até os narrativos. Para tanto, abordaremos o anime *Hataraku Saibou*, que mostra

a rotina de células antropomorfizadas, cumprindo suas funções em um corpo humano, representado por uma cidade.

2 METODOLOGIA

Penafria (2010) afirma que analisar um filme é sinônimo de decompor um filme. Apesar de não existir uma metodologia aceita universalmente, a autora cita duas etapas de uma análise:

- 1) decompor: basicamente descrever o que você está vendo e ouvindo;
- 2) interpretar: unir todos esses elementos que foram decompostos e descritos e entender as relações entre eles.

Assim, ela conclui que o objetivo de uma análise é elucidar como certo filme funciona, desde suas partes estéticas, técnicas e estruturais e, dessa forma, caracterizar cada obra dentro de suas especificidades. A autora ainda comenta que a análise de um filme pode ser feita de forma interna, no sentido de olhar o filme em si e externa, vendo o filme como um resultado de vários fatores em sua produção, desde o contexto social, cultural, político, econômico até o estético e tecnológico.

Para Christian Metz (1931 – 1993), há três tipos de códigos nos filmes:

- a) perceptivos: a capacidade do espectador em reconhecer objetos;
- b) culturais: conseguir reconhecer objetos ou interpretar situação ao recorrer à sua cultura ou senso comum;
- c) específicos: interpretar o que é visto no filme recorrendo aos recursos e símbolos específicos do cinema.

No caso estudado neste artigo, a análise visa decompor, descrever e analisar a representação de conceitos científicos, desde elementos estéticos como o cenário e o *design* segue uma sequência de: ficha fílmica, descrevendo os principais aspectos do filme de forma resumida (PENAFRIA, 2010) e depois a análise da personagem hemácia, seu *design*, os cenários e outros objetos relevantes que possam aparecer durante o episódio “Circulação Sanguínea”, além da dinâmica de narrativa, discutindo a representação da ciência na linguagem cinematográfica da animação. O anime em questão foi escolhido por dois motivos: ele é atual, estreou no ano de 2018 e a forma criativa de abordagem de temas científicos complexos chamou a atenção das autoras para um olhar mais aprofundado. Devido à grande quantidade de personagens e situações que poderiam ser explorados foi decidido analisar somente um tipo de personagem, no caso as hemácias, e um único episódio. Para isso, o nome de todos os episódios foi

colocado em um site para o sorteio aleatório e as hemácias foram escolhidas como o foco da análise, pois uma das personagens principais é uma hemácia, assim, aparecendo em todos os episódios.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Hataraku Saibou (はたらく細胞), traduzido como *Cells at Work!* para o inglês, é um anime lançado em julho de 2018, que retrata o dia-a-dia de células antropomorfizadas. Ele foi adaptado do mangá, de mesmo nome, criado por Akane Shimizu, lançado em 2015 pela revista *Shounen Sirius* e que continua sua serialização até o momento, com pelo menos 1 milhão de cópias vendidas (Luz, 2018). O mangá está sendo publicado nos Estados Unidos pela *Kodansha USA*, mas ainda não há notícias se será trazido para o Brasil. O anime possui 13 episódios ao todo, cada um com 23 minutos e o canal pago de *streaming Crunchyroll* disponibiliza os episódios em japonês com legendas em português.

A ambientação do anime se passa dentro do corpo humano, onde é possível ver a rotina de vários tipos de células antropomorfizadas, mostrando suas funções, sendo um anime “episódico”: cada um dos episódios conta uma história diferente e se relaciona com uma função fisiológica ou patologia diferente. Somente os dois últimos episódios são consecutivos. A lista de episódios se encontra no Quadro abaixo.

Quadro 1 - Tabela de episódios.

NÚMERO DO EPISÓDIO	NOME DO EPISÓDIO
Episódio 1	Pneumococo
Episódio 2	Arranhão
Episódio 3	Influenza
Episódio 4	Intoxicação Alimentar
Episódio 5	Alergia a pólen de cedro
Episódio 6	Reticulóide e Mielóide
Episódio 7	Célula cancerígena
Episódio 8	Circulação sanguínea
Episódio 9	Timócito
Episódio 10	<i>Staphylococcus Aureus</i>
Episódio 11	Insolação
Episódio 12	Choque hemorrágico (Parte 1)
Episódio 13	Choque hemorrágico (Parte 2)
Episódio Especial	Gripe Comum

Fonte: Dados retirados de <http://crunchyroll.com.br>

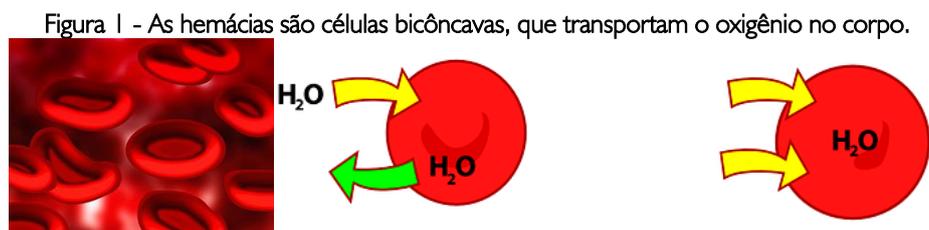
O anime conta com uma grande quantidade de personagens, representando todos os tipos de células do corpo, como macrófagos, dendritos, plaquetas, células cancerígenas, entre outros, mas os dois personagens principais são: uma célula vermelha (chamada também de eritrócito ou hemácia) e uma célula

branca (no caso ela é um neutrófilo, um tipo de célula branca). Vale ressaltar que o *anime* possui classificação para maiores de 13 anos, devido a cenas de violência, que acontecem principalmente quando as células brancas estão lutando contra os antígenos dentro do corpo.

3.1 O design dos personagens e o cenário

Lodish *et. al.* (2003, p. 25) conceituam “célula” como “um compartimento com interior líquido que é separado do ambiente externo por uma membrana que permite o fluxo de moléculas”. As células possuem uma composição básica e organelas que são características, porém possuem várias formas, tipos e funções diferentes. Eroschenko (2011) afirma que todos os seres vivos possuem uma enorme variedade de células cuja principal função é manter a homeostase, ou seja, o ambiente interno do corpo em um estado constante de equilíbrio.

Segundo Eroschenko (2011), as células sanguíneas se dividem, majoritariamente, em dois tipos: as células sanguíneas vermelhas e as células sanguíneas brancas. As células sanguíneas vermelhas, também chamadas de hemácias ou eritrócitos são mais numerosas. Elas não têm núcleo, o que faz com que apresentem a forma de disco bicôncavo quando analisadas no microscópio e são encontradas dentro dos vasos sanguíneos, onde desempenham suas funções, que envolvem principalmente carregar oxigênio e gás carbônico para várias partes do corpo (EROSCHENKO, 2011), como pode ser observado nas imagens abaixo (Figura 1).



Fonte: Imagens retiradas de <https://pixabay.com/pt/>

O *design* de personagem se foca nas características morfológicas das hemácias: a boina usada pelas hemácias antropomorfizadas tem uma concavidade (Figura 2). Também vale notar que sua roupa é majoritariamente vermelha para representar a hemoglobina presente nessas células, que é a proteína que dá a sua cor avermelhada e que está relacionada com o transporte de gases (EROSCHENKO, 2011). Para representar a função de carregadoras de gases, todas as células vermelhas têm a função de entregadoras. É possível observar, em todos os episódios, que há um número grande delas e todas carregam caixas nos braços ou em carrinhos, sendo que essas caixas apresentam rótulos dizendo que contêm oxigênio ou gás carbônico dentro. Essa atenção aos detalhes, tanto relacionado às roupas como ao emprego que as

hemácias antropomorfizadas têm no *anime* demonstram uma sensibilidade dos autores aos detalhes dos conceitos científicos, algo, que pode ser explorado com os alunos em sala de aula.

Figura 2 - As hemácias antropomorfizadas são as entregadoras de oxigênio na grande cidade que é o corpo humano.



Fonte: Imagem retirada de <https://hataraku-saibou.com>, gentilmente cedida pelos criadores para uso educacional e sem fins lucrativos.

No episódio seis, chamado “Reticulócitos e Mielócitos”, o processo de maturação das células vermelhas é demonstrado. Lodish *et. al.* (2003) afirmam que durante esse processo de maturação as hemácias imaturas, chamadas de reticulócitos, expõem seus núcleos e entram na corrente sanguínea, onde permanecem para executar suas funções. Esse processo é representado por uma cerimônia de graduação, onde os reticulócitos, parecendo adolescentes, tem o detalhe de suas boinas, que parece um “pompom”, retirado (Figura 3).

Figura 3 - Os pequenos reticulócitos com os “pompons” em suas boinas.



Fonte: Imagem retirada de <https://hataraku-saibou.com>, gentilmente cedida pelos criadores para uso educacional e sem fins lucrativos.

O anime se passa dentro de um corpo humano e é interessante notar que as células sabem que estão dentro de um corpo, que muitas vezes chamam de mundo, que pertence a alguém e que devem mantê-lo saudável para a sobrevivência do lugar onde moram e de si mesmos. Contudo, como nós espectadores, os personagens nada ou pouco sabem sobre o humano em que vivem, além de não saberem o que exatamente está acontecendo com ele, pois somente observam as mudanças ao seu redor e cumprem suas funções.

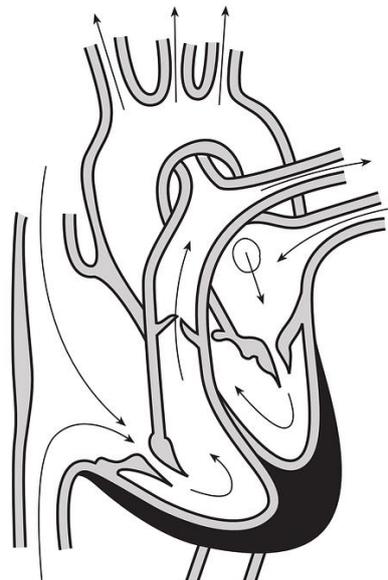
O interior do corpo humano é representado como uma grande cidade, com vários níveis de pontes e passarelas, além de tubos, canos, apartamentos e outros tipos de construções que representam,

na maioria das vezes, órgãos, como por exemplo, a medula óssea vermelha, o coração e o baço. No primeiro episódio as hemácias mencionam que a cidade está sempre em processo de construção e reconstrução. As ruas, pontes e passarelas aparentam ter vários níveis, representando artérias, veias, arteríolas e vênulas e as hemácias são normalmente vistas andando por essas estruturas. As ruas que representam as veias, inclusive, possuem passagens, chamadas na realidade de válvulas venosas (EROSCHENKO, 2011), que são de mão única e não permitem o retorno do sangue com gás carbônico. A noção de movimento e da grande quantidade das células vermelhas também é demonstrada de jeito sutil, já que elas estão presentes em, basicamente, todas as cenas, andando de um lado para o outro ao fundo. Todos esses detalhes estéticos e escolhas de *design* e representação podem ser discutidos e utilizados em atividades em sala de aula, para junto com os alunos refletir e discutir sobre todas essas características tanto dentro do mundo abstrato e cartunesco do *anime* quanto no funcionamento real do corpo humano.

3.2 Episódio oito: Circulação sanguínea

○ que você lembra quando alguém se refere à circulação sanguínea? Talvez algum programa de televisão que tratava de doenças relacionadas ao sistema cardíaco? Ou talvez um esquema mostrando o caminho do sangue pelo corpo? Como por exemplo, parecida com essa imagem abaixo (Figura 4):

Figura 4 - Esquema da circulação dentro do coração.



Fonte: Imagens retiradas de <https://pixabay.com/pt/>

Esse tipo de esquema é bastante comum em livros de ciências e biologia, afinal, ajudam no entendimento de vários processos biológicos de maneira cronológica e sistematizada. Algo interessante que esse anime faz é transformar exatamente esse tipo de imagem em uma narrativa, utilizando, como foi

mostrado anteriormente, vários recursos visuais e de áudio que proporcionam uma situação de aprendizado diferente, mais lúdica e envolvente. Dito isso, vamos explorar o oitavo episódio da série, que trata da circulação do sangue, focando nas hemácias, mostrando a personagem principal e suas aventuras para conseguir completar a grande circulação.

Nesse episódio, a hemácia protagonista, que tem uma personalidade atrapalhada e geralmente anda perdida, está procurando para onde deve ir, quando se depara com um grupo de hemácias fazendo um *tour* pelo corpo para poderem começar os seus trabalhos. Isso leva nossa protagonista a querer mostrar para si mesma que consegue fazer sua entrega de gás carbônico no coração sem se perder ou depender de alguém. Realisticamente falando, hemácias indo parar em lugares errados ou não sabendo para onde ir não têm muito sentido, mas, no caso, a construção da personagem funciona quando ela apresenta essa falha, bastante relacionada com sua função, abrindo assim precedentes para que, durante os episódios, ela tente melhorar sua condição, gerando expectativa e até mesmo encorajamento por parte dos espectadores, que se apegam à personagem, entendem seus desafios e simpatizam com sua jornada, fazendo com que esse processo de antropomorfização vá além do *design* dos personagens. Com motivação redobrada, ela começa sua jornada até o coração.

O episódio traz, durante sua duração, um mapa da circulação sanguínea, que a própria personagem está usando para se localizar. Essa estratégia narrativa é interessante, pois trabalha com a localização de diferentes veias e artérias importantes, além de detalhar sobre a movimentação do sangue por elas. A personagem começa sua rota para o coração na veia cava inferior, que transporta o sangue venoso (rico em gás carbônico) dos membros inferiores e abdômen para o átrio direito do coração (SCANLON; SANDERS, 2007). Outros dois aspectos que são notavelmente parte da estrutura do anime são: a narradora, que explica para o espectador alguns conceitos relacionados à função das células e à fisiologia e as explicações que aparecem no canto da tela, geralmente utilizadas junto com a narradora, aparecendo aqui e ali, elucidando algumas ações das células e falando de estruturas do corpo. Nesse episódio, os dois recursos são bastante utilizados, até mais do que em outros, talvez devido ao fato de que são muitos lugares diferentes, com nomes diferentes e em uma ordem específica. Assim, antes de começar sua jornada até o coração, a hemácia olha seu mapa do corpo humano e resume o caminho para si mesma: veia cava inferior (onde está), depois coração e, por último, pulmão. Ela descreve, de forma simplificada, uma parte da grande circulação ou circulação sistêmica (SCANLON; SANDERS, 2007).

O coração dos humanos é um órgão feito totalmente de tecido muscular e que se divide em quatro cavidades, dois átrios e dois ventrículos: os átrios direito e esquerdo e os ventrículos direito e esquerdo (SCANLON; SANDERS, 2007). No anime ele é representado como uma estrutura que se assemelha aos grandes templos e castelos históricos encontrados no Japão (Figura 5), que são lugares turísticos muito famosos, como, por exemplo, o *Tsuruga-jo*, na região de Fukushima, dando uma impressão

de imponência e importância. O átrio direito, por onde o sangue venoso que vem do corpo entra, também tem uma estrutura arquitetônica japonesa e é possível ouvir as batidas do coração, quando as hemácias estão passando por ali, que soam como batidas de um sino. Considerando essas representações significativas, vale a reflexão: que tipo de representação os estudantes brasileiros dariam para o coração, além das imagens e formas mais comuns? Se eles tivessem que representar o órgão como uma construção, como ela seria? Esse tipo de discussão também pode ser feita por professores e até mesmo utilizado em atividades artísticas e autorais feitas pelos próprios estudantes.

Figura 5 - A arquitetura clássica dos castelos japoneses é utilizada para representar o coração. Qual representação os estudantes brasileiros fariam desse órgão?



Fonte: Imagem retirada de <https://pt.freeimages.com/>

Dentro do coração, a hemácia fica amontoadada junto com as outras células vermelhas, esperando a válvula tricúspide se abrir. Scanlon e Sanders (2007), afirmam que em um coração saudável, as válvulas cardíacas fazem o sangue circular dentro do órgão em um fluxo único e contínuo, evitando o refluxo. Passando pela válvula tricúspide e entrando na artéria pulmonar, a hemácia só precisa entrar no pulmão, ir até os alvéolos e trocar sua caixa de gás carbônico por oxigênio. O pulmão é representado por uma grande estrutura tecnológica, que lembra uma fábrica, onde os gases são retirados e colocados dentro de recipientes de metal para que as hemácias possam entregar em outras áreas do corpo. O caminho que o sangue faz do coração para o pulmão e de volta para o coração é denominado “Circulação Pulmonar” ou “Pequena Circulação” (SCANLON; SANDERS, 2007).

A aorta é representada como uma grande e rápida esteira, já que é a mais importante e maior artéria, que leva sangue rico em oxigênio para todas as partes do corpo (SCANLON; SANDERS, 2007). Depois vemos nossa personagem principal descendo a esteira utilizando um teleférico, chegando em um dos capilares para fazer a sua entrega, com seu amigo neutrófilo ajudando indiretamente e eliminando algumas bactérias no caminho. Ela segue determinada, passando por vários lugares em construção, para poder finalmente entregar o oxigênio para outra célula. A constante reforma e construção que é mostrada pode acontecer, devido aos capilares serem vasos bastante finos, compostos por uma única camada de células epiteliais e assim sofrem lesões ou deformações mais facilmente (SCANLON; SANDERS, 2007). Depois de finalmente conseguir entregar o oxigênio, temos a cena dela comemorando alegremente sua

entrega perfeita, algo tão raro para essa personagem. Junto com ela, o espectador comemora e se emociona, mesmo sabendo que o neutrófilo a ajudou. Ele não está muito longe, observando, orgulhoso, a felicidade da amiga.

Essa representação lúdica feita no *anime* lembra o trabalho do biólogo Luciano Queiroz e o quadrinista Marco Merlin que resultou na transformação de um artigo científico de um experimento feito com insetos no interior de Goiás em seis páginas de quadrinhos, que segundo os autores, seria uma nova forma de divulgação científica [Moreno, 2019]. O que pode nos fazer refletir se o ensino de biologia poderia ir além do quadro e dos esquemas do livro didático e se voltar um pouco para as representações que os próprios alunos poderiam fazer dos conceitos científicos, relações e fenômenos biológicos e até mesmo da própria ciência.

Piassi & Pietrocola (2009) afirmam que as condições e processos de criação e produção de discursos ficcionais são, na maioria das vezes, ignorados e somente se vê os problemas dos erros conceituais e falta de realismo. Embora, o trabalho dos autores se foque em filmes e literatura de ficção científica, o ponto continua pertinente nesta situação, afinal, talvez precisemos de um novo olhar a essas produções. Fontanella (2004) complementa que desenhos animados (e por quê não outras formas de entretenimento?) podem ser explorados dentro de suas características específicas, como seus roteiros, suas mensagens e técnicas, sendo a produção de sentidos feita pelas mais variadas perspectivas e levando em consideração cada sujeito, sua cultura, história, ambiente, experiências de vida, medos e preconceitos.

Assim, fica a pergunta: que tipo de representações nossos estudantes fariam dos conceitos científicos que ensinamos? Trabalhar essas representações próprias, a partir de algo que já existe, como esse *anime*, poderia ser uma estratégia interessante de ensino e algo que está muito ligado à mídia-educação, que não só propõe aprender com as mídias (ou seja, utilizando em sala de aula), mas também aprender sobre elas e através delas.

4 CONCLUSÃO

Com essa breve análise realizada tentou-se demonstrar o valor educativo e criativo do *anime* em questão, demonstrando como os conceitos científicos foram explorados em sua narrativa e estética, além de explorar como um recurso tão diferente, inclusive culturalmente, poderia ser utilizado no ensino de ciências. O episódio escolhido para análise tem um caráter bastante educativo, com exposição de conceitos científicos referentes às células e aos processos fisiológicos relacionados à circulação sanguínea. Contudo, voltamos nosso olhar à parte criativa, da criação desses personagens e narrativas que os envolvem, tanto o aspecto humano quanto os científicos provenientes de sua condição de células antropomorfizadas. A proposta foi inspirar uma visão educativa para colocar esse produto que faz sucesso entre crianças e jovens

para dentro da sala de aula, buscando explorar novas formas de ver, entender e se expressar a partir de um recurso próximo do cotidiano dos estudantes.

A análise tenta demonstrar que há uma quantidade surpreendente de pesquisa e estudo por trás da criação das histórias, dos personagens, dos cenários e seus *designs*. Apesar de um ou outro erro conceitual, como por exemplo, as hemácias carregando cestas de comida representando nutrientes - o que não acontece - ou a representação exageradamente maligna das bactérias e parasitas - que pode dar uma visão muito dualista de bem e mal para os organismos - a quantidade de informações que são passadas, tanto pelo narrador quanto pelas narrativas e recursos audiovisuais têm um grande potencial para ser utilizado dentro da sala de aula. Por serem ricos em cultura e informações, podem ser explorados com os alunos das mais variadas formas, tanto pelos debates como por trabalhos autorais, que podem ser internos à obra (o que acontece dentro do *anime*) ou externos a ela (características culturais e de produção, por exemplo). Além disso, as autoras tinham como um dos objetivos discutir a representação lúdica dos conceitos científicos.

Como nesse artigo o foco foi uma das personagens principais, a hemácia, sugere-se a análise dos outros personagens, cenários, objetos e situações que os envolvem, afinal, o *anime* é bastante rico nesse sentido e seriam interessantes mais olhares sobre ele. Assim, a partir das limitações deste estudo, que foi voltado a apenas alguns aspectos de um episódio, seria recomendável que mais análises fossem feitas com diferentes pontos de vista, não somente sobre esse *anime*, mas sobre tantos outros que podem ser explorados e render discussões interessantes. A análise que se realizou aqui foi, ao mesmo tempo, proposta e exemplo do que pode ser feito com esse gênero audiovisual na prática pedagógica.

Esses recursos e objetos culturais podem servir de inspiração para os professores gerarem atividades de autoria ou de reflexão e debate com seus estudantes na sala de aula, como por exemplo, o analisado no presente trabalho que lida com a representação de conceitos científicos em um desenho animado, que não tem como principal objetivo ser educativo, mas, que demonstra uma sensibilidade com os detalhes científicos e culturais (no caso a cultura japonesa, mas, será que não poderíamos adaptar? O que mudaria se um desenho como esse fosse feito no Brasil? O que nossos estudantes poderiam criar?), além de aparentar uma pesquisa extensa e entendimento destes conceitos.

Para finalizar, vale retomar a ideia de que a formação de professores pode ser pautada em uma visão mais contextualizada, dinâmica e, por que não, curiosa e criativa, da mídia, algo incentivado pela mídia-educação, por exemplo: aprender com a mídia, através da mídia, sobre a mídia e para a mídia, e, dessa forma, estimular a procura de novas estratégias e recursos pedagógicos, trazendo vantagens e resultados tanto para a vida profissional dos educadores que têm de competir com a rápida e cheia de informações cultura digital quanto para os alunos.

REFERÊNCIAS

- BÉVORT, E.; BELLONI, M. L. **Mídia-educação: Conceitos, história e perspectivas**. Educação Social, vol. 30, nº 109, p. 1081 – 1102, 2009.
- CATAPAN, A. H. **Pedagogia e tecnologia: A comunicação digital no processo pedagógico**. Educação Porto Alegre, PUCRS, vol. 26, nº 50, p. 141 – 153, 2003.
- CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. **A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem**. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, p. 684 - 692, 2009.
- COMENIUS, J. A. **Didática Magna**. 2001. Digitalização do Original de 1621 – 1657. Introdução, tradução e notas de Gomes, J. F., Fundação Calouste Gulbenkian, 179 p.
- CRUZ, D. M. Construção de narrativas e a criação de jogos digitais: uma proposta de novos letramentos no espaço escolar. In: **Jogos Digitais em Contextos Escolares**, Ramos, D. K. & Cruz, D. M. (Orgs.), 1ª edição, Curitiba: Editora CRV, p. 193 -207, 2018.
- EROSCHENKO, V. P. **diFiore's Atlas of Histology with functional correlations**, 11th Edition, 2011. Estados Unidos: Lippincott Williams & Wilkins, 552 p.
- FANTIN, M. **Audiovisual na escola: abordagens e possibilidades**. In: **Escritos de alfabetização audiovisual**. Orgs: Barbosa, M. C. S. & Santos, M. A., Porto Alegre: Libreros, 2014.
- FONTANELLA, G. S. **Animação na Educação: O entre-entendimento na teia da produção do sentido e sua mediação na educação**. Actac do III SOPCOM, VI LUSOCOM e II IBÉRICO, vol. 4, p. 343 – 351, 2004.
- GLADDEN, J. **Animania: Inside the world of Japanese Animation and Comic Art**. Art Education, vol. 367, nº 1, 1997.
- GRAVETT, Paul. **Mangá: Como o Japão reinventou os quadrinhos**. Conrad Editora do Brasil, São Paulo, 2006.
- GUSMAN, S. **Mangás: hoje, o único formador de leitores do mercado brasileiro de quadrinhos**. In: Luyten, S. B. (Org.). **Cultura Pop Japonesa**. Hedra, São Paulo, 2005.
- HATARAKU SAIBOU [Anime]**. Direção: Senichi Suzuki. Japão: Estúdio David Production, 2018. Adaptação do mangá criado por Akane Shimizu, lançado em 2015.
- HATARAKU SAIBOU**, Akane Shimizu (autora), Tóquio: Shounen Sirius, nº 1, 2015.
- KNAUL, A. P.; RIBEIRO, S. P.; SCHNELL, R. F.; RAMOS, D. K. Jogos digitais educativos em contextos escolares: características e contribuições. In: **Jogos Digitais em Contextos Escolares**, Ramos, D. K. & Cruz, D. M. (Orgs.), 1ª edição, Curitiba: Editora CRV, p. 193 -207, 2018.
- LISINGEN, V. L. **Mangás e sua utilização pedagógica no ensino de ciências sob a perspectiva CTS**. *Ciência& Ensino*, vol. 1, 2007.
- LODISH, H.; BERK, A.; MATSUDAIRA, P.; KAISER, C. A.; KRIEGER, M.; SCOTT, M. P.; ZIPURSKY, L.; DARNELL, J. **Molecular Cell Biology**, 5th Edition, 2003. 961 p.

LUYTEN, S. M. B. **Mangá produzido no Brasil: Pioneirismo, experimentação e produção.** Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. XXVI Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. Belo Horizonte, 2003.

LUZ, F. **Mangá Hataraku Saibou, que retrata o que acontece dentro do corpo humano, ganha vídeo comercial.** Disponível em: <https://www.crunchyroll.com/pt-br/anime-news/2017/07/02/mang-hataraku-saibou-que-retrata-o-que-acontece-dentro-do-corpo-humano-ganha-video-comercial>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2019.

MOLINÉ, A. **O grande livro dos mangás.** Editora JBC, São Paulo, 2006.

MÓRAN, J. M. **O vídeo na sala de aula.** Comunicação e Educação, vol. 2, p. 27 a 35, 1995.

MORENO, A. C. Biólogo e quadrinista transformam artigo científico sobre o ciclo de vida dos insetos em história em quadrinhos. **GI – Ciência e Saúde**, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2019/02/20/biologo-e-quadrinista-transformam-artigo-cientifico-sobre-o-ciclo-de-vida-dos-insetos-em-historia-em-quadrinhos.ghtml>. Acesso em 20 de março de 2019.

NAGADO, A. **O mangá no contexto da cultura pop japonesa universal.** In: Luyten, S. B. (Orgs.). *Cultura Pop Japonesa*. Hedra, São Paulo, 2005.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. In: For, Inovação e Informação - **Revista do Núcleo de Educação a Distância da Unesp**, São Paulo, vol. 2, nº 1, p. 355 - 381, 2016.

OLIVEIRA, B. J. **Cinema e o imaginário científico.** História, Ciências, Saúde – Manguinhos, vol. 13, p. 133-150, 2006.

PENAFRIA, M. **Análise de filmes – conceitos e metodologia(s).** VI Congresso SOPCOM, p. 2 – 10, 2010.

PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. **Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de ‘encontrar erros em filmes’.** Educação e pesquisa, São Paulo, vol. 35, nº 3, p. 525 – 540, 2009.

RODRIGUES, J. L. M.; ROCHA, C. B. R. Mangá e animê: um recurso para a aprendizagem do ensino de ciências. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, vol. 14, nº 8, p. 65-85, 2018.

RONCA, A. C. C.; ESCOBAR, V. F. **Técnicas Pedagógicas: Domesticação ou desafio à participação?**, 3ª edição, Petrópolis: Editora Vorazes, 1984.

SATO, C. A. **A cultura popular japonesa: anime.** In: Luyten, S. B. (Org.). *Cultura Pop Japonesa*. Hedra, São Paulo, 2005.

SANTOS, J. C. F. **Aprendizagem significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor.** 2008, Porto Alegre: Mediação, 93 p.

SCANLON, V. C.; SANDERS, T. **Essentials of Anatomy and Physiology.** 5th Edition, 2007. Estados Unidos: F.A. Davis Company, 622p.

SECCO, M.; TEIXEIRA, R. R. P. As leis da física e dos desenhos animados na educação científica. Sinergia – **Revista do Centro Federal de Educação e Tecnologia de São Paulo**, vol. 9, nº 2, 2008.

SAINT SEIYA [Anime]. Direção: Yasuhito Kikuchi. Japão: Estúdio Toei Animation, 1986. Adaptação do mangá criado por Masami Kurumada, lançado em 1985.

SAMURAI KID. Nome original: Shounen Ninja Kaze no Fujimaru [Anime]. Direção: Sanpei Shirato. Japão: Estúdio Toei Animation, 1964.

SILVA, K. G. O universo dOs Simpsons: o poder da marca entre os seus consumidores. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Comunicação Social, Publicidade e Propaganda), Faculdade Estácio de Sá, Vitória - ES, 2008.

SILVA, S. A. Os animês e o ensino de ciência. Universidade de Brasília, Mestrado profissional em ensino de Ciências, Brasília, 2011.

SILVA, M. A. S. **Utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizado de Ciências Naturais em turmas de 8º e 9º anos de uma escola pública de Teresina no Piauí.** In: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, Palmas, 2012.

SOUTH PARK [Desenho animado]. Criadores: Trey Parker e Matt Stone. Produção: Vernon Chatman. Estados Unidos: Produtora South Park Studios, 1997.

TANAKA, N. D. O mangá como material alternativo no ensino de japonês como língua estrangeira em nível de graduação. Dissertação (Mestrado em Letras), Instituto de Letras, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

THE SIMPSONS [Desenho animado]. Criador: Matt Groening. Estados Unidos: Produtora Fox TelevisionAnimation, 1989.

THOMPSON, J. **Manga: The Complete Version.** 2012. E-book. Estados Unidos: Editora Del Rey, 594 p.

XAVIER, I. Um cinema que “educa” é o cinema que (nos) faz pensar. Entrevista com Ismail Xavier. *Educação & Realidade*, vol 33, nº 1, p. 13-20, 2008.

WILSEK, M. A. G; TOSIN, J. A. P. **Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas.** Estado do Paraná, vol. 3, nº 5, 2012.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPQ).

As imagens do anime *Hataraku Saibou* aqui mostradas foram gentilmente cedidas pelo site oficial (<https://hataraku-saibou.com/>), que disponibilizou uma série de imagens para serem usadas em trabalhos acadêmicos, aulas e outras atividades educativas sem fins lucrativos. As autoras ressaltam que *Hataraku Saibou* é criação, pertence e tem todos os direitos reservados à Akane Shimizu/Kodansha/Aniplex/davidproduction©.