UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA

JULIANA DOMINGOS DA SILVA

ANÁLISE SEMIÓTICA DE “DR. STONE” E A UTILIZAÇÃO DE ANIMÊS COMO PRODUTO EDUCACIONAL EM QUÍMICA

Rio de Janeiro
2024

JULIANA DOMINGOS DA SILVA

ANÁLISE SEMIÓTICA DE “DR. STONE” E A UTILIZAÇÃO DE ANIMÊS COMO PRODUTO EDUCACIONAL EM QUÍMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Waldmir Nascimento de Araújo Neto

Rio de Janeiro

2024

CIP - Catalogação na Publicação

S586a

Silva, Juliana Domingos da
Análise semiótica de "Dr. Stone" e a utilização de animês como produto educacional em química / Juliana Domingos da Silva. -- Rio de Janeiro, 2024.
106 f.

Orientador: Waldmir Nascimento de Araújo Neto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós Graduação em Ensino de Química, 2024.

1. Animé. 2. Ensino de Química. 3. Dr. Stone. 4. Charles Pierce. 5. Semiótica. I. Araújo Neto, Waldmir Nascimento de , orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA

INSTITUTO DE QUÍMICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA

ANÁLISE SEMIÓTICA DE "DR. STONE" E A UTILIZAÇÃO DE ANIMÊS COMO PRODUTO EDUCACIONAL NO ENSINO DE QUÍMICA

Juliana Domingos da Silva

Banca Examinadora:

Waldmir Nascimento de Araujo Neto (Orientador)

Krystal Cortez Luz Urbano

Rozana Gomes de Abreu

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Marildes, pelo amor incondicional e por ser minha melhor amiga.

À minha irmã, Jéssica, por ter compartilhado e tirado minhas dúvidas sobre a vida acadêmica e por ter me acolhido na sua casa durante inúmeros momentos dessa jornada. Ao Stark por ter me feito companhia e ter me dado muitos momentos de alegria nesse processo. Ao meu primo, Alex, pela preocupação e conselhos, mesmo à distância.

Ao meu orientador, Waldmir, vulgo Barroco, que aceitou me orientar quando eu pensava que ninguém levaria um trabalho sobre animações japonesas à sério. Obrigada por ter tornado a semiótica menos complicada e por todo conhecimento compartilhado nesses quatro anos de orientação. Pela paciência que teve comigo nos meses próximos à defesa e por estar sempre presente.

Aos integrantes do LESEQ. Obrigada pela companhia, conversas e risadas durante as reuniões do grupo em um momento tão difícil quanto à pandemia.

Às minhas companheiras de turma: Larissa Rangel, por sempre se lembrar e estar rezando por mim em suas orações, e Natália Werneck, pela troca de figurinhas e reclamações (só nós sabemos o que é ter aulas de pós-graduação no verão em plena pandemia), pelas risadas e ajuda.

Aos meus amigos de longa data, Vinícius Trovão, Ranay Nóbrega, Dyellen Queiroz e Igor Affonso que estão sempre torcendo por mim e por terem permanecido.

Aos alunos Gabryell Barbosa, Arthur Luís Amaral, Maria Clara Passos e Rafaela Aglio pelo carinho e apoio durante os últimos momentos dessa jornada.

À banca avaliadora da minha qualificação, Krystal Urbano e Rodrigo Volcan, pelas sugestões para o meu trabalho que me abriram os olhos para novos horizontes.

À banca avaliadora da minha defesa de dissertação, Rozana Gomes, Krystal Urbano, Alexandre Antunes e Rodrigo Volcan pela disponibilidade e pelas contribuições enriquecedoras.

RESUMO

Este estudo explorou o potencial do animê *Dr. Stone* (2019) como ferramenta educacional, focalizando sua capacidade de mediar conceitos científicos no ensino de Química através de uma análise semiótica baseada na teoria de Charles Peirce. A pesquisa centrou-se nos hipoícones – imagens, diagramas e metáforas – e como esses elementos visuais podem ser mobilizados em sala de aula. A análise revelou que a narrativa visual de *Dr. Stone* oferece uma expressividade singular, tornando-se um recurso poderoso para criar diálogos educativos que abrangem ampla gama de temas, desde a História da Química até a compreensão de fenômenos macroscópicos e reações químicas. O estudo também resultou na criação de um sítio da web como produto educacional, onde trechos selecionados da primeira temporada do animê foram codificados e acompanhados de sugestões de atividades pedagógicas. Esse produto visa facilitar a integração do animê ao currículo escolar, oferecendo uma abordagem visualmente envolvente que pode ser utilizada em diferentes contextos educativos. Além disso, a pesquisa destacou a importância da mediação docente, revelando que a interpretação dos diagramas e metáforas presentes no animê exige um olhar crítico e uma formação contínua de qualidade. Os diagramas, embora visualmente convincentes, requerem uma compreensão cuidadosa por parte dos professores para evitar que sejam tomados como representações completamente verossímeis, sem a devida contextualização. As metáforas, por sua vez, emergiram como recursos narrativos poderosos que permitem posicionar a ciência não apenas como instrumento de transformação, mas também como um campo que exige responsabilidade ética e social. *Dr. Stone* se apresenta como um animê que celebra a ciência como um bem de múltiplas dimensões, e convida a reflexões críticas sobre os desafios éticos do progresso científico. Concluímos que a narrativa visual do animê possui potencial educacional, que pode ser expandido para além dos episódios analisados, oferecendo oportunidades para o desenvolvimento de novos produtos educacionais em outras disciplinas. Essa combinação de ciência e narrativa visual é um campo fértil para a educação, devendo ser realizada sempre com o apoio crítico e reflexivo de educadores.

Palavras chave: Animê, Ensino de Química, Dr. Stone, Charles Peirce, Semiótica

ABSTRACT

This study explored the potential of the animê Dr. Stone (2019) as an educational tool, focusing on its ability to mediate scientific concepts in chemistry teaching through a semiotic analysis based on Charles Peirce's theory. The research focused on hypoicons - images, diagrams and metaphors - and how these visual elements can be mobilized in the classroom. The analysis revealed that Dr. Stone's visual narrative offers a unique expressiveness, making it a powerful resource for creating educational dialogues that cover a wide range of topics, from the History of Chemistry to the understanding of macroscopic phenomena and chemical reactions. The study also resulted in the creation of a website as an educational product, where selected excerpts from the first season of the animê were encoded and accompanied by suggestions for teaching activities. This product aims to facilitate the integration of animê into the school curriculum, offering a visually engaging approach that can be used in different educational contexts. In addition, the research highlighted the importance of teacher mediation, revealing that interpreting the diagrams and metaphors present in animê requires a critical eye and quality ongoing training. The diagrams, although visually convincing, require a careful understanding by teachers to avoid them being taken as completely credible representations, without proper contextualization. Metaphors, meanwhile, emerged as powerful narrative resources that allow science to be positioned not only as an instrument of transformation, but also as a field that demands ethical and social responsibility. Dr. Stone presents itself as an anime that celebrates science as a good with multiple dimensions, and invites critical reflection on the ethical challenges of scientific progress. We conclude that the anime's visual narrative has educational potential, which can be expanded beyond the episodes analyzed, offering opportunities for the development of new educational products in other disciplines. This combination of science and visual narrative is a fertile field for education and should always be carried out with the critical and reflective support of educators.

Keywords: Anime, Chemical Education, Dr. Stone, Charles Peirce, Semiotics

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Tríade signo (S), objeto (O) e interpretante (I) 35
Figura 2. Tríade Signo, Objeto e Interpretante (SOI) delimitada para o estudo 35
Figura 3. Mecha Senku aparece pela primeira vez (S01E03) para alertar sobre alertar sobre a periculosidade da “receita” de pólvora 56
Figura 4. Usina elétrica adquirida em uma das etapas da fabricação de celular (S01E21) ... 56
Figura 5. Imagens de destilação em Dr. Stone e na História da Química 75
Figura 6. Diagrama de produção de sulfa 76
Figura 7. Estrutura da sulfanilamida 77
Figura 8. Estrutura do Prontosil 78
Figura 9. Diagrama da fabricação de celular (S01E21) 80
Figura 10. Metáfora Visual em Dr. Stone 83
Figura 11. Imagens da Pose da Uroscopia 86
Figura 12. Exibição de Stone World em uma turma dos anos finais do Ensino Fundamental 93
Figura 13. Moradores de Caxias do Sul amassando uvas na Festa da Uva e Taiju realizando o mesmo processo para fabricar vinho 94
Figura 14. Atividade na SNCT 95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cadeias de busca e total de trabalhos.....23
Tabela 2. Resultado primário da busca.....24
Tabela 3. Resultados da busca expandida no Google Acadêmico.....24
Tabela 4. Resultados do refinamento da busca utilizando novos descritores 25
Tabela 5. Estudos resultantes da revisão de literatura 25
Tabela 6. Categorização dos estudos 26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. As três tricotomias da semiótica de Charles Peirce 35
Quadro 2. Principais personagens da primeira temporada de Dr. Stone 57
Quadro 3. Lista de episódios da primeira temporada de Dr. Stone 64
Quadro 4. Sequências (segmentos) atribuídos ao domínio da Química na primeira temporada de Dr. Stone 66
Quadro 5. Imagens selecionadas na análise de Dr. Stone 72
Quadro 6. Episódios no produto educacional 90

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 A FICÇÃO CIENTÍFICA NIPÔNICA 16
2 **REVISÃO DE LITERATURA** 21
2.1 DELIMITAÇÃO DAS QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO 21
2.2 FONTES DE PESQUISA 22
2.3 ESTRATÉGIAS DE BUSCA 22
2.4 SELEÇÃO DOS ESTUDOS PELO RESUMO DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO 23
2.5 SELEÇÃO DOS ESTUDOS PRIMÁRIOS 25
2.6 EXTRAÇÃO DOS DADOS DOS ESTUDOS SELECIONADOS 26
2.7 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA RSL 27
2.7.1 O que os estudos dizem sobre a utilização dos animês como ferramenta pedagógica 27
2.7.2 Metodologias e práticas implementadas por professores 28
2.7.3 Recepção dos alunos 28
3 **OBJETIVOS** 31
4 **ASPECTOS TEÓRICO E FILOSÓFICOS** 32
4.1 **A SEMIÓTICA DE CHARLES PEIRCE** 32
4.1.1 Hipoícones 38
4.2 TODA ANIMAÇÃO PRODUZIDA NO JAPÃO É UM ANIMÊ? 45
4.2.1 Transmidialidade do Animê 48
4.2.2 Concepção dos personagens e enredos 50
4.2.3 Gêneros e formatos 52
5 **O ANIMÊ *DR. STONE*** 54
6 **METODOLOGIA** 62
7 ANÁLISE SEMIÓTICA E OS HIPOÍCONES EM DE DR. STONE 70
6.1 (ALGUMAS) IMAGENS DE QUÍMICA E CIÊNCIA EM ‘DR. STONE’ 72
6.2 OS DIAGRAMAS EM DR. STONE 76
6.3 AS METÁFORAS EM DR. STONE 81
8 **PRODUTO EDUCACIONAL** 89
9 **CONSIDERAÇÕES FINAIS** 98
REFERÊNCIAS 101

1 INTRODUÇÃO

As animações japonesas ou animês, como são usualmente conhecidas, são um fenômeno da cultura pop[1] mundial que vêm desempenhando um papel cada vez mais importante no ramo das mídias eletrônicas. Desde os anos 90 os animês têm sido o carro-chefe das exportações de programas japoneses e vem atraindo públicos de diferentes faixas etárias ao redor do mundo. Segundo Iwabuchi (2009), o que torna esse tipo de animação tão única e atraente é o fato de ser um produto *cultural odorless* (sem identidade nacional), conter uma multiplicidade de gêneros e subgêneros, ser capaz de provocar e estimular a audiência com a sua estética – os personagens têm olhos grandes e a escala de cores é vívida e vibrante – e por suas narrativas abordarem temas profundos como *bullying*, ética, moral e a relação homem/natureza/tecnologia.

A trajetória do animê está intimamente relacionada a outra mídia japonesa: o mangá (histórias em quadrinhos). A transposição da narrativa do mangá Astro Boy – de Osamu Tezuka, "deus do mangá" – para a televisão nos anos 60 popularizou o animê a nível global e definiu um padrão de produção que é seguido até hoje. Por este motivo, raramente fala-se dos animês sem citar os mangás em conjunto, já que estes são, em grande maioria, adaptações dessas histórias em quadrinhos para a televisão. Além disso, após assistir a série televisionada o público geralmente busca pelas histórias em formato impresso. No entanto, o mangá nem sempre é a única fonte de inspiração para o animê. Suas fontes incluem lendas japonesas, peças antigas, contos recitados, livros infantis e até mesmo jogos. Como exemplo, tem-se Pokemón, série televisiva de grande sucesso nos anos 2000, que foi baseada no jogo da Nintendo (desenvolvedora e publicadora japonesa de jogos eletrônicos e consoles) de mesmo nome (Sato, 2007).

A indústria dos animês movimenta a economia do Japão e tornou o país um ator significante neste setor global. A produção dessa forma de animação envolve um esquema complexo de produtoras, agências de publicidade, distribuidoras e indústrias de alimentos, videogames, brinquedos e cosméticos, que lançam seus produtos

[1] A cultura pop pode ser definida como um entretenimento criado para grandes audiências, como os filmes populares, os shows, as músicas, os vídeos e os programas de TV, ou seja, é uma cultura produzida e consumida em massa (Giddens, Griffiths, 2006).

concomitantemente ao lançamento da animação. Esses produtos são exportados para diversos países do sul da Ásia, Europa, Estados Unidos e América Latina. Em relação à arrecadação de bilheterias, em 2004 a *Japan External Trade Organization* revelou que esta havia chegado a marca 53 bilhões de ienes em 2001 no Japão e, apesar do atual declínio deste número devido à facilidade de difusão e reprodução na internet, há um contínuo crescimento de criações (Sato, ibid).

Para além disso, o animê é um produto ubíquo. Seus elementos singulares como a trilha sonora e a estética dos personagens e dos cenários estão presentes por toda parte, sendo recorrente em jogos, videoclipes e longa-metragens de grande sucesso comercial. O jogo de rpg *Genshin Impact*, por exemplo, foi apelidado de "anime-game", pois, além de ter um enredo extremamente detalhado, seus personagens e interface possuem a estética animê. Já a produção do roteiro da aclamada trilogia *Matrix* (1999 – 2003) teve influência do universo futurista e questionador dos conceitos de realidade e existência de *Ghost in The Shell* (1995) enquanto que a dupla francesa de música eletrônica *Daft Punk* e a produtora *Toei Animation* (um dos estúdios de animação mais importantes do Japão) colaboraram na produção dos videoclipes das faixas do álbum *Discovery* (2001) da dupla, onde cada videoclipe deste álbum corresponde a um capítulo do filme *Interstella 5555: The 5tory of the 5ecret 5tar 5ystem* (2003). No entanto, o animê e seus elementos são utilizados em múltiplos sentidos que vão além da estética. Napier (2005) destaca o caso mais notável que ilustra esta multiplicidade deste universo: o uso de uma imagem da obra *Akira* (1988) como ícone de resistência política na cidade de Sarajevo em 1993.

A fim de responder questões como "quais e como suas histórias são criadas? ou "por que tantas pessoas os acham tão divertidos?" e de descobrir o que está por trás deste fenômeno, alguns acadêmicos têm se dedicado ao estudo dessas animações. Em seu livro *Anime from Akira to Howl's Moving Castle - Experiencing Contemporary Japanese Animation*, Napier declara que os "animês claramente são um fenômeno cultural que vale a pena ser levado a sério, tanto sociologicamente quanto aesteticamente" (2005, pág. 4). Já Mark MacWilliams, autor de livros sobre mangás e animês, ilustra dois motivos para justificar o estudo destas mídias: (1) eles são um objeto importante da cultura de massa nipônica e (2) eles são cada vez mais importantes no cenário midiático global que está "moldando a imaginação coletiva, as experiências e os sentimentos de pessoas em todo o mundo" (2008, pág. 5). Rayna Denison (2015) considera que o animê é mais do que um simples tipo de animação

ou um produto unicamente japonês: ele deve ser entendido mais amplamente como um fenômeno cultural cujos significados são dependentes do contexto (p. 24). Assim, o animê pode ser visto e estudado de muitas formas: como um produto cultural, como uma mídia, como um hipergênero, como um texto, entre muitos outros.

Segundo Berndt (2018) as principais tendências de investigação acadêmica estão nos campos cultural (língua, religiões, mitologia, representações da cultura e sociedade japonesa), das artes (história, estética) e industrial (processos de produção, distribuição, consumo, merchandising, técnicas, gêneros, etc). Em uma pesquisa recente em bases de dados, Hernández-Pérez (2019) mostrou que apesar do *anime boom* ter ocorrido no início dos anos 2000, as publicações começaram a alcançar um número significativo em meados desta década, com o Japão respondendo pela maior quantidade de publicações sobre o assunto (27,6%), seguido pelo Estados Unidos (23,3%) e o Reino Unido (9,3%). Assim, os estudos têm amadurecido paralelamente ao impacto social e econômico dessa mídia na comunidade internacional. Em relação às áreas, o animê é um objeto comum e recorrente em disciplinas referentes a Artes e Humanidades e Ciências Sociais. Os dados para o mangá são semelhantes, porém também há pesquisas fora desses campos, como na área de design de personagens e aplicações pedagógicas do mangá educacional (mangá *gakusai*). Nesse tópico, é importante ressaltar a Série Guia Mangá – guias ilustrados por mangakás e escritos por cientistas e matemáticos japoneses que abordam matérias técnicas e científicas de forma bem-humorada cujos volumes traduzidos para o português podem ser adquiridos no site da editora Novatec, e o trabalho acadêmico de Adriana Yumi Iwata, doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos, que possui dois projetos ilustrados no estilo mangá: a série “Sigma Pi”, que explora um clube de química do Ensino Médio e ilustra conceitos químicos no decorrer da história, e o projeto “Tirinhas de vidro”[2], cuja proposta é divulgar a ciência de materiais vítreos para o público em geral.

Assim, apesar de se integrar à rotina diária de crianças e adolescentes que dedicam horas assistindo a *One Piece* ou *Jojo’s Bizarre Adventures* e que cresceram expostos a franquias como *Naruto*, as investigações sobre os animês no âmbito educacional são escassas e os modos em que sua aplicação pode ocorrer no contexto

[2] A Série “Sigma Pi” foi interrompida e passará por uma reformulação em 2024. O projeto “Tirinhas de vidro” possui, até o momento, 40 edições que podem ser encontradas na página: https://tirinhasdevidro.wordpress.com/

escolar têm sido pouco explorados em relação a outras mídias visuais (Ryu et al., 2020). Alguns estudos (Dubeck et al., 1990; Efthilmiou, Llewellyn, 2006; Laprise, Winrich, 2010; Ruble, Lysne, 2010; Segall, 2002) têm mostrado que a utilização de elementos e referências da cultura pop em sala de aula promovem um maior engajamento atuando como uma conexão entre a aprendizagem de conceitos-chave com os interesses dos alunos, resultando em um maior desempenho. Nesse sentido, o universo animê oferece uma ampla gama de possibilidades, no entanto muitos educadores não estão cientes da opção de utilizá-los como ferramenta de ensino, e geralmente recorrem à séries de TV e filmes norte-americanos.

Em relação ao ensino de Ciências, os animês de ficção científica podem ser uma ferramenta valiosa para educadores As narrativas deste gênero geralmente expressam a tensão entre as esperanças e os pesadelos humanos que envolvem o mundo contemporâneo, examinam “nossos sentimentos ambivalentes sobre a tecnologia, nossas crescentes ansiedades acerca de nossa própria natureza em um ambiente cada vez mais tecnológico” (Telotte, 1995). Em vista disso, seus enredos contêm debates sobre o desenvolvimento da ciência, tecnologia e economia e a relação dos mesmos com o homem e o meio ambiente que podem ser incorporados à sala de aula.

1.1 A ficção científica nipônica

Para o público em geral, a ficção científica é um gênero involuntariamente ligado à ciência. No Japão isso não é diferente. No entanto, a visão entre cientistas e do que é artificial com a sociedade (governo, exército, cidadãos comuns, economia) é relatada de forma ambígua no cenário nipônico, principalmente nas animações (tanto para televisão quanto para o cinema) e mangás: concomitante à celebração de inovações, há a preocupação constante da presença cada vez mais forte da tecnologia no cotidiano (Brenner, 2007; Bolton, 2007; Denison, 2015).

O Japão encontrou na animação um meio de explorar essas questões enquanto “investiga as definições de identidade, a alma, a moralidade e a própria vida” (Brenner, p. 180, 2007; Bolton, 2007). Todas essas indagações são refletidas em títulos cujos

temas encobrem apocalipses, guerras, viagens ao espaço, sociedades distópicas, inteligência artificial, ambientalismo, entre outros.

A poluição e deterioração do meio ambiente tem sido um problema no Japão desde a industrialização e o boom econômico do país após a Segunda Guerra. Atualmente são diversas as leis e políticas de preservação de parques, rios e lagos. Muitas obras de ficção científica ilustram o balanço entre o desejo em explorar os recursos naturais e esta preocupação com sua destruição. No ramo das animações completas, os filmes de Hayao Miyazaki se destacam por apresentar essas questões de forma clara e objetiva através de jornadas mágicas como em *My Neighbor Totoro* e *Nausicaä of the Valley of the Wind* e introduzir um conceito de natureza com raízes no shintoísmo e budismo.

Enquanto alguns títulos de ação e aventura reverenciam guerreiros (geralmente samurais) e cenas de lutas, os de ficção científica demonizam a guerra e a consideram injustificável. Apresentam também uma visão pessimista da capacidade humana de se abster da mesma, tendendo a reportar as sociedades como instituições cegas por ganância. A destruição e mortalidade causados pelo ataque nuclear à Hiroshima e Nagasaki é considerada a principal causa desta visão negativa em relação à guerra, e os mangakás e animadores evitam utilizar a Segunda Guerra Mundial como tema de histórias. *Hadashi no Gen* (Gen Pés Descalços), de 1983 e *Hotaru no Haka* (Túmulo dos Vagalumes), de 1988, são os animês mais populares que fogem a este padrão (Brenner, 2007).

Alguns animês ilustram a preocupação homem-tecnologia com um caráter menos dual e mais profundo. Em um mundo onde o genoma humano pode ser manipulado e a tecnologia se torna cada vez menor e mais integrada ao cotidiano, a identidade e realidade da natureza humana são problematizadas em relação à máquina. Os espectadores são confrontados com histórias que contém um enorme senso de desesperança, paranoia e claustrofobia.

O limite entre a integração homem-máquina é uma questão recorrente neste gênero. Nesse universo, o subgênero *mecha* é o mais popular. De acordo com Brenner (2007, p. 181) as melhores obras *mecha* focam na relação cotidiana entre as personagens e a máquina, e apresentam as seguintes indagações (que geralmente não são respondidas) no desenrolar de sua história: “Qual a relação entre piloto e veículo? Quando a inteligência artificial se torna autoconsciente? As máquinas podem

ganhar almas e, se sim, o que isso nos torna? Qual a nossa obrigação para com as nossas próprias criações? ”

As representações da ciência são menos estereotipadas se comparadas àquelas usualmente relatadas nas ficções científicas ocidentais. Apesar de grande parte dos cientistas serem descritos como homens de cabelos bagunçados, vestidos com jaleco e gravata, esses personagens não são obcecados por respostas e/ou aplicações tecnológicas a ponto de perderem seu lado emocional e o tato com a sociedade, e o foco dessas narrativas não é de retratá-los como maus ou pessoas a que se deve temer. Geralmente esses sujeitos são apresentados trabalhando em seus laboratórios, desenvolvendo pesquisas por conta própria ou com outros colegas, sempre respeitando a hierarquia do grupo. Muitas vezes essas personagens também atuam como alívio cômico da narrativa.

Outro fato interessante é que, segundo o repositório on line *Scientists appearing in manga* (*Manga ni tojosuru kagakusha*), a engenharia foi a maior representante das profissões relacionadas à ciência nesse gênero durante os anos 70. Isso se deve ao fato de que após a guerra, as grandes indústrias e seus engenheiros foram responsáveis pelo desenvolvimento da economia e recuperação do país. Por outro lado, após essa década, as consequências da industrialização como a contaminação do ar e dos rios se tornaram um problema e profissões como biólogos, físicos e químicos emergiram nessas narrativas. Atualmente, os leitores demandam por realismo e por isso, é comum aparecerem cirurgiões, astronautas e até mesmo estudantes como representantes dos cientistas.

Apesar dos roteiristas possuírem liberdade criativa para modificar a velocidade e/ou facilidade da realização de algum experimento, máquina ou produto, as informações científicas que aparecem nessas histórias geralmente são precisas e estão constantemente atualizadas com as tendências da época em que são produzidas. A forma em que elas aparecem no enredo varia de acordo com o público-alvo das mesmas. O método científico por exemplo, aparece indiretamente em *Gigantor* e é mais explícito em histórias de detetives, como *Case Closed* (2003). Por outro lado, *Astro Boy* apresenta princípios como a expansão da água perto do ponto de congelamento ou absorção da mesma pelo poliéster para desenvolver a narrativa ou ser um alívio cômico (Van Drom, 2014; Mizuno, 2009).

Dentro deste universo, a narrativa de Dr. Stone (2019) se desenvolve em um mundo fictício, após todos os seres humanos terem sido petrificados por um fenômeno

misterioso. O protagonista, *Senku*, estudante do Ensino Médio e entusiasta da ciência, desperta de forma desconhecida 3700 anos depois do acidente, em um mundo onde a natureza reocupou grande parte dos ambientes urbanos. A fim de descobrir o que causou a petrificação, *Senku* utiliza seus conhecimentos científicos e com a ajuda de seus amigos inicia uma jornada a fim de restabelecer a humanidade.

Assim, além de entreter, as narrativas SF nipônicas são uma fonte abundante de representações da ciência e, ao mesmo tempo, promovem no telespectador uma reflexão acerca das definições de moralidade, identidade e alma em torno da relação entre homem, ciência e tecnologia.

Logo, a compreensão acerca da utilização dessa mídia é de suma importância no sentido de buscar novos métodos que contribuam para a prática docente que, atualmente, está pautada na valorização de um ensino informativo e teórico, sendo o livro didático o principal recurso utilizado pelo professor. Especificamente no Ensino de Química, seus conteúdos têm sido introduzidos a estudantes cada vez mais jovens e é exatamente nesta etapa em que têm sido reforçados os aspectos informativos, enciclopédicos e de memorização.

É importante salientar que a utilização de qualquer vídeo em sala de aula requer uma leitura consciente e crítica do docente. No caso dos animês, que possuem uma extensa variedade de títulos e temas além de apresentarem símbolos pertinentes à cultura japonesa, é preciso uma maior atenção do educador em relação à sua integração ao currículo escolar e na desconstrução da visão culturalmente já definida do discente acerca dessa mídia. Deste modo, este exercício crítico pode contribuir tanto para a prática docente quanto para a formação de professores.

Se tratando de *Dr. Stone* (2019), sua variabilidade de representações da ciência na forma de processos, projetos, símbolos, equações, entre outros pode contribuir na formulação e apreensão de conceitos já elaborados, no desenvolvimento do raciocínio científico e da capacidade de abstração. As reflexões no que se refere à ética na relação ciência-tecnologia-sociedade, da relação sujeito-meio e o levantamento de fatos históricos sobre a ciência podem fomentar discussões e direcionar a um olhar crítico em torno dessas questões.

Por se tratar de um animê recente, que chegou às plataformas de streaming e canais de televisão brasileiros[3] nos anos de 2019 e 2020, respectivamente, foram encontrados poucos estudos sobre o mesmo, como será apresentado na revisão de literatura a seguir. Deste modo, os elementos apresentados até agora permitiram o desenvolvimento de um produto único para o Ensino de Química. Esta pesquisa apresentará a codificação de conteúdos químicos que emergem na primeira temporada do animê, algo inédito na literatura.

[3] *Dr. Stone* foi exibido no bloco Toonami, dedicado a animações japonesas, no canal de televisão Cartoon Network, antes do mesmo ser descontinuado no Brasil em 2022.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Com o intuito de identificar quais estudos foram publicados sobre a temática e evitar a duplicação de pesquisa foi adotada novamente a estratégia de revisão sistemática de literatura (RSL). A RSL é uma modalidade de pesquisa que segue protocolos específicos e etapas que compõem seu desenvolvimento como a delimitação da questão a ser tratada na revisão, a seleção de bases de dados bibliográficos, entre outros. Além dos propósitos já citados, a RSL permite o reaproveitamento e a aplicação de pesquisas, investigar possíveis falhas em estudos já realizados, conhecer os métodos necessários para a construção de um estudo que possui características específicas, e assim por diante (Galvão, Ricarte, 2020).

2.1 Delimitação das questões de investigação

A fim de identificar as contribuições da comunidade científica sobre os benefícios e possíveis desafios acerca da utilização de animês no contexto escolar assim como as metodologias e estratégias adotadas pelos professores foram utilizadas novamente as seguintes questões de pesquisa:

Q1. O que tem sido feito em relação aos animês nas áreas de Ensino e Educação?

Q2. Especificamente, os animês têm sido utilizados em aulas de Química ou Ciências?

Q3. Quais as justificativas para o uso dessa mídia no contexto escolar?

Q4. De que forma essa mídia tem sido utilizada pelos docentes?

Q5. Os professores encontraram dificuldades em utilizar esse recurso? Em caso afirmativo, quais foram essas dificuldades?

Q6. Qual a recepção dos alunos frente ao uso de animês em sala de aula?

Q7. Quais as conclusões dos docentes/pesquisadores após utilizar os animês em suas aulas?

2.2 Fontes de pesquisa

As fontes de dados escolhidas para a revisão sistemática de literatura englobam as publicações científicas da Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO), o Centro de Informações de Recursos Educacionais (ERIC), o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e o Portal de Periódicos da CAPES, pois, estes espaços possuem uma expressiva quantidade de livros integrais, artigos de periódicos, patentes, normas, teses e dissertações, e revistas internacionais e nacionais.

2.3 Estratégias de busca

A busca foi realizada em duas etapas. A primeira etapa envolveu a pré-seleção de estudos publicados nas fontes de dados citadas, baseados em suas palavras-chaves e títulos. Os conceitos que integram a revisão foram traduzidos, visto que as bases de dados bibliográficos internacionais priorizam a língua inglesa como idioma de busca. Logo, foram utilizados os seguintes descritivos: (“animes”), ((“animes”) AND (“teaching” OR (“science”) OR (“chemistry”)) e os resultados foram filtrados para o ano de 2023 na área de Educação. Além disso, foram consideradas apenas publicações que passaram pela revisão de pares. Esta etapa identificou 87 publicações, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Cadeias de busca e total de trabalhos

Descritor	ERIC	SciELO	Catálogo De Teses e Dissertações da CAPES	Portal de Periódicos da CAPES	Total
Animes	2	0	11	29	42
Animes AND teaching	1	0	0	3	4
Animes AND science	0	0	0	33	33
Animes AND chemistry	0	0	0	8	8
TOTAL	3	0	11	73	87

Fonte: elaborado pelos autores

Na segunda etapa ocorreu a análise das publicações resultantes da busca e a cada uma delas foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão que serão apresentados a seguir.

2.4 Seleção dos estudos pelo resumo de acordo com os critérios de inclusão e exclusão

Para a inclusão de um trabalho no estudo foi realizada a análise do título, das palavras-chave e resumo para determinar sua relevância em relação às questões de investigação. Especificamente, dois critérios de inclusão foram definidos:

CI1. O trabalho apresenta reflexões acerca da utilização de animês nas áreas de Ensino e Educação.

CI2. O trabalho relata experiências de ensino e aprendizagem utilizando os animês como ferramenta pedagógica.

Os estudos que se enquadraram em alguns dos critérios descritos a seguir foram descartados:

CE1. Estudos indisponíveis para visualização ou download do trabalho completo;

CE2. Estudos com conteúdo irrelevante em relação aos domínios de pesquisa;

CE3. Estudos duplicados (resultantes em mais de uma fonte de busca ou da mesma pesquisa);

CE4. Estudos que tratavam dos animês, mas que não continham relatos ou reflexões sobre o seu uso no contexto escolar.

A Tabela 2 mostra o resultado geral da busca realizada em cada base de dados após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Foi encontrado apenas 1 trabalho pertinente ao escopo deste estudo dentre os 82 trabalhos resultantes da busca. No entanto, o mesmo está indisponível para visualização.

Tabela 2. Resultado primário da busca

Base de dados	**Total de publicações**	**Incluídos**	**Excluídos**				**Total de estudos pré-selecionados**
			CE1	CE2	CE3	CE4	
ERIC	3	0	0	2	1	0	0
SciELO	0	0	0	0	0	0	0
Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	11	0	0	11	0	0	0
Portal de Periódicos da CAPES	73	0	1	26	7	37	0
Total	87	0	1	39	8	37	0

Fonte: elaborado pelos autores

Devido à ausência de resultados, o Google Acadêmico foi adicionado como fonte de dados. Os descritores utilizados anteriormente foram novamente aplicados. No entanto, esta fonte não permite o refinamento da busca para a área da Educação. A Tabela 3 mostra os resultados encontrados.

Tabela 3. Resultados da busca expandida no Google Acadêmico

Descritor	**Google Acadêmico**
Animes	8930
Animes AND teaching	3600
Animes AND science	7220
Animes AND chemistry	660

Descritor	Google Acadêmico
TOTAL	20410

Fonte: elaborado pelos autores

A fim de refinar os resultados foi realizada uma nova busca utilizando os seguintes descritores: ((“anime”) AND (“Dr. Stone”)) cujo resultado se encontra na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados do refinamento da busca utilizando novos descritores

Descritor	Google Acadêmico
Anime AND Dr. Stone	7

Fonte: elaborado pelos autores

2.5 Seleção dos estudos primários

Os sete trabalhos incluídos na primeira fase pela análise dos resumos foram lidos por inteiro e aplicados novamente os critérios de exclusão. Dois deles foram excluídos. O primeiro por se tratar de e o segundo por ser de autoria dos autores deste trabalho. Assim, para a constituição do *corpus* de análise do estudo, foram considerados cinco (5) trabalhos, tal como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Estudos resultantes da revisão de literatura

Fonte	Revista	Título	Tipo	Metodologia	País
Google Acadêmico	-	Anime Dr. Stone como recurso educomunicativo para el aprendizaje de conocimientos de la ciencia	Trabalho de conclusão de curso	Qualitativa	Equador
	-	Animes como gerador de debates não estruturados na potencialização de princípios da	Trabalho de conclusão de curso	Qualitativa	

Fonte	Revista	Título	Tipo	Metodologia	País
		Educação Ambiental			
	-	Animes - Um recurso potencializador para o Ensino de Química	Trabalho de conclusão de curso	Qualitativa	
	-	Uma proposta de sequência didática para abordar ácidos e bases utilizando o anime Dr. Stone	Trabalho de conclusão de curso	Qualitativa	
	Revista Sapiens	O anime Dr. Stone como Ferramenta Lúdica em potencial para organização do conhecimento prévio	Artigo	Qualitativa	

Fonte: Elaborado pelos autores

2.6 Extração dos dados dos estudos selecionados

Os trabalhos foram categorizados em quatro tipos (Tabela 6) de modo a permitir uma análise diferenciada de acordo com o objetivo do estudo e responder às problemáticas de pesquisa: O que os estudos dizem sobre a utilização dos animês como ferramenta pedagógica, Metodologias e práticas implementadas por professores, Recepção dos alunos, Análise e conclusão dos estudos.

Tabela 6. Categorização dos estudos

Categoria	Descrição	Questões
1	O que os estudos dizem sobre a utilização dos animês como ferramenta pedagógica	Q1, Q2, Q3
2	Metodologias e práticas implementadas por professores	Q4, Q5
3	Recepção dos alunos	Q6

Categoria	Descrição	Questões
4	Análise e conclusão dos estudos	Q7

Fonte: Elaborado pelos autores

2.7 Apresentação e discussão dos Resultados da RSL

Esta seção apresenta os resultados encontrados nos estudos da revisão de literatura e as respostas às questões de pesquisa definidas anteriormente no protocolo de pesquisa.

2.7.1 O que os estudos dizem sobre a utilização dos animês como ferramenta pedagógica

Nesta categoria procurou-se respostas para as três primeiras perguntas: “O que tem sido feito em relação aos animês nas áreas de Ensino e Educação?, Especificamente, os animês têm sido utilizados em aulas de Química ou Ciências?, Quais as justificativas para o uso dessa mídia no contexto escolar?

A partir da busca descrita na seção 2.3 pode-se concluir que a utilização de animês no ensino de Química/Ciências ainda é pouco explorado. Aliado a isto, a falta de literatura, de relatos práticos e de manuais descrevendo como os educadores podem utilizar os animês como ferramenta de ensino foram relatados em todos os estudos selecionados na RSL.

Dos cincos estudos, dois (Gualpa, Zurita; Moraes, Santos, 2023) analisaram episódios de *Dr. Stone* a fim de encontrar conteúdos de química e/ou científicos, mas não apresentam relatos da sua utilização. Outros dois (Santana; Melo, 2023) apresentam sugestões de sequências didáticas utilizando trechos ou episódios do mesmo animê. Por último, um estudo (Santos, 2023) apresenta o relato de um debate não estruturado realizado a partir da exibição de trechos de diferentes animês.

No que diz respeito às justificativas, os autores apresentaram fatores similares àqueles descritos na introdução deste relatório: a animação japonesa atrai a atenção dos alunos auxiliando em seu engajamento, têm narrativas envolventes e

personagens cativantes, grande influência cultural e comportamental, são uma forma de identidade e pertencimento e têm abordado a ciência de forma lúdica e de fácil entendimento.

2.7.2 Metodologias e práticas implementadas por professores

Nesta categoria buscou-se responder à outras duas questões: De que forma essa mídia tem sido utilizada pelos docentes? Os professores encontraram dificuldades em utilizar esse recurso? Em caso afirmativo, quais foram essas dificuldades?

Dos cinco estudos selecionados, apenas dois apresentam relatos de atividades que envolveram o uso de animês em sala de aula. Melo (2023) aplicou uma sequência didática em aulas de Química de uma turma do 2º ano do Ensino Médio. A sequência contou com três momentos: apresentação em slides sobre o conteúdo das aulas, exibição de trechos do primeiro e segundo episódio da primeira temporada de *Dr. Stone* e por fim, a confecção de mapas mentais pelos alunos. No trabalho, o autor detalha o conteúdo dos slides utilizados e dos planos de aula elaborados para a sequência didática.

Santos (2023) utilizou dois trechos de dois animês que abordam a temática ambiental – *Yurei Deco* e *Nausicaä do Vale do Vento* – como geradores de um debate não estruturado em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental II. O ponto crucial do debate é a análise dos diálogos de alunos a fim de encontrar indícios de uma aprendizagem significativa. O autor não disponibiliza plano de aula e/ou manual para educadores. Apenas sugere que o docente deve assistir aos trechos previamente com o intuito de destacar as cenas/situações que serão utilizadas como base para as discussões. Também não foi realizado nenhum tipo de atividade posterior ao debate.

2.7.3 Recepção dos alunos

Nesta categoria buscou-se respostas à questão: Qual a recepção dos alunos frente ao uso de animês em sala de aula?

Na última etapa da sequência didática elaborada por Santana (2023), a autora recomenda e disponibiliza um roteiro de entrevista em grupo com intuito de validar e

verificar a aprendizagem dos estudantes. O roteiro contém perguntas acerca do uso de animês: “o uso do animê Dr. Stone agiu sobre a motivação em aprender e tornou mais interessante o conteúdo sobre Ácidos e Bases? Você já consumia animês antes ou a experiência te levou a começar a assistir tais produções midiáticas?” e “você gostaria que outros conteúdos e/ou outras disciplinas fizessem o uso de animês em suas abordagens? Se sim, explique porque”. No entanto, como o estudo não apresenta relatos da utilização desta sequência, não há respostas de alunos para serem apresentadas.

Em seu relato, Melo (2023) utilizou um questionário anterior à exibição dos trechos dos episódios de *Dr. Stone* a fim de analisar o interesse dos estudantes por animês e a sua opinião acerca da utilização dessa mídia no contexto escolar. Os estudantes relataram que os animês são um recurso audiovisual que, quando aliado ao conteúdo, pode ter impactos positivos e que o uso correto desta mídia proporciona dinamismo ao aprendizado. Em relação especificamente à *Dr. Stone*, os alunos acreditam que o animê pode incentivar o estudo de Química.

Gualpa e Zurita (2023) não apresentaram relatos do uso de animês, porém realizaram uma pesquisa com diferentes públicos – estudantes de cursos distintos, psicopedagogos, engenheiros, entre outros – da Universidad Técnica de Ambato, no Equador, em torno do animê *Dr. Stone*. Uma de suas questões consistia em saber a opinião deste público em relação ao potencial de aprendizagem de conhecimentos de ciência através deste animê. Entre as opiniões positivas se destacam que o animê pode ser tomado como referência para demonstrar aspectos da ciência básica, auxilia no entendimento de procedimentos e experimentos reais e pode ser um ponto de partida para que o aluno passe a indagar teorias e processos. As poucas ressalvas se deram ao fato de que o animê não pode ser utilizado como única fonte de aprendizado, e sim como um recurso alternativo/complementar.

Vale ressaltar que nenhum dos trabalhos selecionados apresenta a opinião de educadores acerca da questão.

2.7.4 Conclusão

A partir do que foi apresentado, pode-se concluir que há uma recepção positiva entre os estudantes acerca da utilização de animês por educadores. No entanto, faltam estudos, relatos, manuais e metodologias sobre a integração destas no

contexto escolar. Isso pode ser justificado pela falta de conhecimento ou afinidade dos docentes por este produto audiovisual, não permitindo que eles entendam seu potencial ou os associem à prática pedagógica.

3 OBJETIVOS

O objetivo principal desta pesquisa é investigar os animês como manifestações culturais que ressoam com o público adolescente e infanto-juvenil, e compreender seu papel na mediação de conceitos científicos e culturais. A pesquisa envolve o estudo do animê como um produto cultural e modalidade de mídia japonesa, e a análise dos episódios da primeira temporada sob a ótica da semiótica de Charles Peirce, com ênfase nos conceitos de hipoícones, incluindo assim: imagem, diagrama e metáfora. Para isso, foram selecionados e codificados trechos da temporada, que resultam na criação de um sítio da web que apresenta esses segmentos e oferece sugestões de atividades pedagógicas.

Os objetivos específicos podem ser organizados conforme a seguir:

- Estudar a utilização de animês como material audiovisual em situações de ensino, mas realizar uma análise específica de *Dr. Stone* e seu potencial para mobilizar conceitos científicos em atividades escolares.
- Codificar os trechos selecionados da primeira temporada de *Dr. Stone*, aplicando o conceito de hipoícones de Charles Peirce para categorizar exemplares de segmentos em termos de imagem, diagrama e metáfora.
- Estudar como o conteúdo do animê pode oferecer um espaço de mediação de debates sobre relações entre conhecimento científico, questões sociais e das humanidades, utilizando a semiótica de Peirce, no âmbito dos hipoícones, para destacar e aprofundar a compreensão dessas conexões.
- Criar um sítio da web que reúna os segmentos codificados de *Dr. Stone* e ofereça sugestões de atividades pedagógicas, com o objetivo de facilitar sua utilização como produto educacional e promover integração entre o Animê e o Ensino de Química.

4 ASPECTOS TEÓRICO E FILOSÓFICOS

Nesta seção serão apresentados os aspectos teórico-filosóficos que orientam e organizam a pesquisa. A primeira subseção descreve a semiótica de Charles S. Peirce em linhas gerais e situa os hipoícones como uma tipificação dos ícones, para podermos detalhar imagem, diagrama e metáfora como fundamentos da nossa análise semiótica. Nas subseções seguintes serão feitos apontamentos e reflexões que devem ser levados em consideração quando o animê é tratado pela perspectiva de uma mídia, como: o uso do termo “animê” para designar as animações japonesas dentro e fora do Japão, sua transmidialidade e a forma em que os enredos, personagens, formatos e gêneros são concebidos.

4.1 A Semiótica de Charles Peirce

A semiótica se trata de um campo desenvolvido no início do século 20 que, de forma simples, pode ser definida como o estudo dos signos. Seus principais teóricos são Ferdinand de Saussure (1857-1913), cujo trabalho abarcou a linguística, e Charles Sanders Peirce (1839-1914), que se dedicou à lógica e à filosofia. Os signos compreendem palavras, imagens, sons, gestos e objetos que não são analisados isoladamente, mas como parte de um sistema semiótico (Chandler, 1998). Santaella (1983, p. 02) afirma que a semiótica é a “ciência que tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis”, o objetivo desta teoria é o “exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno de produção de sentido”. A base da semiótica é a compreensão de que toda experiência humana é uma estrutura interpretativa mediada e sustentada por signos (Deely, Semetsky, 2016). Assim, pode-se compreendê-la como o estudo dos modos e produções de sentido que são criados e transmitidos através do uso de palavras, conceitos, imagens, sons, e assim por diante. Este estudo auxilia na compreensão do que não é óbvio, de como o inconsciente afeta a mente e de como algo (segundo Peirce, um fenômeno) chega a ela.

Peirce dedicou mais de trinta anos de sua vida à tentativa de chegar às categorias mais simples e elementares que pudessem explicar o “trabalho inteiro da razão humana” (Santaella, 1983, p. 06). Para isto ele se debruçou na fenomenologia (posteriormente chamada de faneroscopia), considerada pelo mesmo como o alicerce e primeira instância da filosofia que, segundo o filósofo, também é composta pelas ciências normativas e metafísica. A fenomenologia “é base fundamental para qualquer ciência, meramente observa os fenômenos e, através da análise, posta as formas ou propriedades desses fenômenos” (Santaella, 2012, p. 44). As ciências normativas, que partem da fenomenologia, são classificadas em outras três: a Estética, a Ética e a Semiótica ou Lógica, que “tem por função classificar e descrever todos os tipos de signos logicamente possíveis (Santaella, 1983, p. 06).

Para Peirce, um fenômeno seria tudo aquilo que aparece à mente, “de algum modo e em qualquer sentido” (2012, p. 41), podendo ser real ou não, interno ou externo. Foi na contemplação, distinção e generalização desses fenômenos que o filósofo encontrou as categorias mais universais e elementares do pensamento e as nomeou primeiridade, secundidade e terceiridade. Essas categorias não surgiram de suposições lógicas ou da linguagem, mas da análise minuciosa da experiência humana e são definidas uma em relação às outras em um estruturalismo triádico. Apesar da possibilidade de as classes de relações ocorrerem em número maior que três, Peirce afirmou que todas elas podem ser reduzidas a um complexo triádico (Houser, 1997; Santaella, 1983; Sonesson, 2019).

De maneira geral:

> Primeiridade é o modo de ser do que é tal como é, positivamente e sem qualquer referência a qualquer outra coisa. A secundidade é o modo de ser do que é tal como é, com respeito a um segundo, mas independentemente de qualquer terceiro. A terceiridade é o modo de ser do que é tal como é, ao colocar um segundo e um terceiro em relação um com o outro (CP 8.328, apud. Queiroz, 2004).

A primeiridade está associada ao presente imediato, é prévio a qualquer análise ou comparação, sempre uma possibilidade (ou infinitas) de algo que possa vir a ser. É um acaso, uma qualidade de sentimento, sentimento, originalidade. Um impacto emocional, uma cor, uma impressão ou uma sensação, ou seja, tudo que envolve a ideia de qualidade ou possibilidade, sem que relacione a um outro, pertence a essa

categoria sígnica. A secundidade é a dependência, relação, o agir-reagir, causa-consequência e é dualista: pressupõe a primeiridade e se constitui a partir dela. É a categoria do passado, da experiência ocorrida, que pode ser analisada. A terceiridade "relaciona um fenômeno segundo a um terceiro" (Nöth, 2005, p. 64). É a categoria que aproxima um "primeiro" a um "segundo" numa síntese intelectual (Santaella, 1983). É continuidade, lei, generalidade. Em suma, pode-se afirmar que a primeiridade é qualidade, a secundidade é relação e a terceiridade é representação.

Segundo Nöth (1996, p. 61), "Peirce defendia que toda ideia é um signo" e de acordo com Santaella (2012, p. 85), "o esforço de Peirce era o de configurar conceitos sígnicos tão gerais que pudessem servir de alicerce a qualquer ciência aplicada". Assim, se recorre ao uso de signos para articular qualquer conhecimento e esta concepção permite que a semiótica possa ser aplicada a diversos campos.

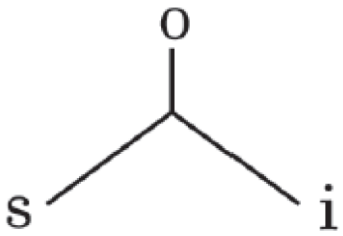
Peirce definiu o signo como:

> (...) um Primeiro que está em uma tal relação genuína com um segundo, chamado seu Objeto, de modo que seja capaz de determinar um Terceiro, chamado seu Interpretante, para assumir a mesma relação triádica com seu Objeto na qual ele próprio está com o mesmo Objeto. (CP2, 274)

Ele denominou o processo de ação, evolução e transformação dos signos de semiose (Deely, Semetsky, 2016). Santaella (1983, p.12) afirma que o signo só funciona como signo se possuir o "poder de representar, substituir uma coisa diferente dele", logo o signo é aquilo que representa algo (o objeto; que não se restringe a algo material, podendo ser um outro signo) para alguém. O modelo de signo de Peirce se fundamenta em uma relação irredutível entre três elementos: signo, objeto e interpretante (S-O-I) (Queiroz, 2004). Assim, um signo peirceano é tri-relativo: se refere a um objeto (segundo) e cria na mente interpretadora um outro signo, que traduz o significado do primeiro, o interpretante (terceiro).

Segundo Ransdell (apud Queiroz, ibid.) o processo da semiose requer um esquema gráfico. No entanto, Peirce não desenvolveu um modelo para a mesma e diversos autores têm proposto modelos distintos para representá-la. A Figura 1 mostra a interpretação mais frequente da semiótica de Peirce, cujo signo (S) indica ou substitui um objeto (O) e determina outro signo – o interpretante (I) – através do objeto (O) (Queiroz, ibid.).

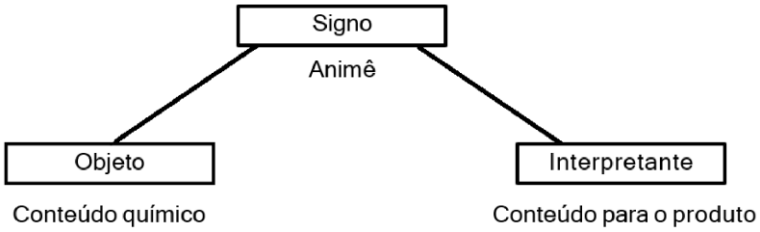
Figura 1. Tríade signo (S), objeto (O) e interpretante (I)



Fonte: elaborada pelos autores, adaptado de Queiroz (2004)

Neste estudo considera-se o animê como um signo potencialmente produtor de sentido em contextos voltados ao ensino de química (S), o objeto como o conteúdo químico presente no mesmo (O) e o interpretante como o conteúdo para o produto educacional que está sendo desenvolvido (I). A Figura 2 apresenta a dimensão triádica que foi delimitada:

Figura 2. Tríade Signo, Objeto e Interpretante (SOI) delimitada para o estudo



Fonte: elaborada pelos autores

Apoiado nas categorias fenomenológicas e na relação triádica do signo, Peirce elaborou diversas classes de signo, que descrevem “tipos” distintos de semioses. Foram estabelecidas dez tricotomias (divisões triádicas) cuja combinação resulta em 66 classes que o próprio Peirce não explorou totalmente (Queiroz, 2004; Santaella, 1983). Dessas tricotomias três são consideradas as mais gerais e são apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1. As três tricotomias da semiótica de Charles Peirce

Signo em si mesmo	Signo na relação com o objeto	Signo na relação com o interpretante
qualissigno	ícone	rema
sinsigno	índice	dicente
legissigno	símbolo	argumento

Fonte: elaborado pelos autores, adaptado de Santaella (1983)

A tríade ícone-índice-símbolo é a classificação mais fundamental e a que interessa para o escopo deste estudo pois descreve a relação que o signo (animê) tem com o seu objeto (conteúdo químico) (CP 2.275 *apud* Queiroz, 2004). Nesta relação encontra-se três categorias: ícone, índice e símbolo.

Se S for signo de O devido a uma qualidade, será um ícone. Qualidades não constituem, apenas apresentam. Logo, um ícone não representa efetivamente nada. Devido a isto, tem alto poder de sugestão e seu objeto, que pode ser real ou não, é sempre uma possibilidade. Como não representa coisa alguma, o ícone não pode atuar como signo. Assim, ele existe somente se houver um outro envolvido, se existir uma relação de similaridade, de comparação entre ele e seu objeto (Queiroz, ibid.; Santaella, 1983). Os diagramas, fotografias e pinturas são os exemplos mais comuns de ícones.

Um signo é índice se estiver de fato conectado ao objeto; se indicar algo a qual ele está realmente ligado; possuir conexão causal, física, concreta (Santaella, ibid.). O índice pode ser genuíno – se sua relação com o objeto é existencial – ou degenerado – se sua relação com o objeto é referencial (CP 2.283 apud Queiroz, ibid.). Um signo terá caráter indexical se possuir “princípios de causalidade (p. ex.: sintomas físicos), de contiguidade espacial (p. ex.: letras em geometria) e de conexão espaço-temporal (p. ex.: pronomes demonstrativos)” (CP 3.361-362 apud Queiroz, ibid.). Uma pegada na areia (indicando que alguém passou por ali), as nuvens escuras (indicando chuva) e o cheiro de fumaça (indicando que algo está queimando) são exemplos de índices.

Por último, o signo será símbolo se consistir em uma relação de terceiridade com o seu objeto, ou seja, se esta relação é mediada por um interpretante. Um símbolo representa seu objeto em virtude de uma lei, de uma convenção que determina que ele representa algo distinto dele. Ele não se relaciona com seu objeto a partir de uma qualidade ou conexão e é genérico, assim como o que ele representa.

O signo mulher (palavra) por exemplo, pode representar qualquer mulher (Nöth, Santaella, 1998; Santaella, 1983).

A análise de Dr. Stone (2019) permite observar que em sua narrativa emergem signos pertinentes ao domínio da química ou à prática dos químicos cuja relação com seu objeto se dá na primeiridade, em termos de iconicidade. Na terminologia de Peirce, um signo icônico “possui algumas das propriedades da coisa representada” (Peirce, 1931, p. 18 apud Hall, 1980, p.4) e “S é signo de O em virtude de uma qualidade que S e O compartilham” (CP 2.248 apud Queiroz, 2004).

No entanto, a existência de um “ícone puro” é uma impossibilidade, pois se existisse, presumiria secundidade e representaria plenamente seu objeto, tornando-se o próprio. Nesse sentido, Peirce apresenta os hipoícones ou signos icônicos, cuja relação com seu objeto se dá por semelhança (Farias, Queiroz, 2006).

Os hipoícones representam seu objeto por similaridade sem necessariamente terem o modo de ser um ícone, existindo também em outros níveis além da primeiridade pura. As relações de similaridade constituem o ícone, mas na iconicidade há múltiplas distinções. Assim, Peirce definiu três tipos de hipoícones de acordo com o nível em que acontecem: imagem, diagrama e metáfora. Em suma, “a imagem é uma similaridade na aparência, o diagrama, nas relações e a metáfora, no significado” (Nöth, Santaella, ibid., p. 62).

As imagens, na semiótica de Peirce, são ícones que exemplificam a primeiridade, ou seja, representam seu objeto através de qualidades imediatas e sensoriais, sem a necessidade de uma relação direta ou causal com ele. Essas imagens assemelham-se à aparência de seu objeto por meio de qualidades simples, que evocam uma semelhança superficial ou aparente (Farias e Queiroz, 2006). Como discutido por Lucia Santaella (1983, p. 14), a qualidade perceptual da imagem é análoga à qualidade da aparência do objeto representado, capturando o fenômeno em sua forma mais rústica e não (necessariamente) mediada.

Os diagramas, por outro lado, pertencem à secundidade. Eles representam relações estruturais entre as partes de um objeto, mantendo uma correspondência formal com as relações reais do próprio objeto, ainda que essa correspondência não seja diretamente sensorial. Nessa instância, a representação ocorre através da analogia entre as relações, e não pela semelhança física ou sensorial (Santaella, ibid.).

As metáforas, conforme articulado por Goran Sonesson (2013, 2019), são ícones complexos que operam na esfera da terceiridade. Elas representam seus objetos por meio de uma mediação que envolve aspectos de lei (regularidade), cultura, contexto ou regras gerais, conectando elementos de maneira simbólica e abstrata. A metáfora transcende a mera semelhança direta e estabelece um vínculo interpretativo que exige a inferência de relações mais complexas, refletindo a terceiridade na semiótica peirciana (Santaella, ibid.; Sonesson, 2013, 2019).

Segundo a lógica peirceana, as categorias mais complexas englobam as mais simples: terceiridade só é possível se existir secundidade, e esta pressupõe a primeirade. Perice implementa essa regra no âmbito do que considera como síntese triádica, que se opõe a uma visão dualista entre sujeito e objeto, há sempre, para Peirce, uma experiência completa quando temos o terceiro incluído. Portanto, o diagrama incorpora a imagem, enquanto a metáfora engloba ambos. Logo, o significado conotativo da metáfora produz efeitos imagéticos da mesma forma em que possui um processo diagramático fundido em si mesma (Nöth, Santaella, 1998, p. 62). Assim,

> (...) as metáforas dependerão de certa coerência diagramática interna para assumirem seu estatuto de ícones instanciados de leis. Da mesma forma, os diagramas devem depender da incorporação de imagens para serem reconhecidos como semelhantes à estrutura de seus objetos. Imagens minimamente complexas, por sua vez, a partir do momento em que podem ser analisadas como compostas de elementos mais simples, devem ser entendidas como diagramas. Finalmente, diagramas e imagens podem funcionar como metáforas, uma vez que seu uso e reconhecimento se tornam um hábito". (Farias, Queiroz, p. 09, 1999)

Dr Stone (2019) apresenta imagens de artefatos científicos, diagramas de síntese de produtos e construção de projetos, e carrega informações cuja compreensão dependerá da capacidade de reconhecimento e associação ao conteúdo químico e/ou a práxis química. Assim, o animê possui um conjunto de hipoícones e permite uma circularidade entre eles.

4.1.1 Hipoícones

A noção de hipoícone emerge na obra de Charles Sanders Peirce como parte de sua elaboração mais ampla sobre os modos de representação na teoria dos signos, que ele desenvolveu ao longo das últimas décadas do século XIX e início do século XX. Os hipoícones são introduzidos dentro da categoria dos ícones, ou seja, são tipos

de ícones. Enquanto os ícones são definidos de forma ampla pelo seu fundamento na semelhança com o objeto que representam, os hipoícones especificam e ampliam a forma de perceber essa relação através de semelhanças e propõe sua aplicação em manifestações mais estruturadas e complexas (Farias e Queiroz, 2006).

Este subconjunto do ícone é crucial para entender as nuances das possibilidades de representação pela forma icônica, pois os hipoícones não apenas retratam semelhança básica, mas também envolvem complexidades de estrutura e interpretação que transcende a mera replicação visual ou perceptual. Em sua taxonomia, os hipoícones ajudam a elucidar como os signos podem capturar e transmitir informações através de formas que imitam as relações internas e as propriedades dinâmicas dos objetos que representam, oferecendo uma ponte entre a representação superficial e a profundidade da abstração e inferência (Ransdell, 1979).

O potencial dos hipoícones para a análise semiótica é vasto e multifacetado. Eles permitem uma investigação detalhada de como os signos operam não apenas em um nível representacional direto, mas como eles estruturam e organizam a percepção e o entendimento. A abordagem de Peirce aos hipoícones fornece uma ferramenta analítica poderosa para desvendar processos cognitivos envolvidos na interpretação dos signos, especialmente na maneira como os signos encapsulam e refletem padrões de pensamento, relações lógicas e organização conceitual. Esta perspectiva é especialmente relevante no estudo de textos complexos, imagens, fenômenos culturais e interfaces digitais, onde a profundidade e a sofisticação da semelhança desempenham um papel crucial na comunicação e no entendimento (Nöth, 1995).

Peirce apresenta três tipos de hipoícones: imagens, diagramas e metáforas. Cada tipo significa uma forma diferente de semelhança com o objeto que o signo procura representar. As imagens são hipoícones que representam objetos por semelhanças diretas e imediatas em suas qualidades perceptíveis, como uma fotografia de uma paisagem. Os diagramas, por outro lado, mostram relações entre as partes de um todo, como um gráfico que mapeia conexões entre conceitos ou quantidades. A metáfora, o tipo de hipoícone que cria possibilidades de relação com o abstrato, transfere significado de um domínio de conhecimento para outro, revelando conteúdos e conceitos, muitas vezes através de conexões inesperadas. A discussão aprofundada desses tipos que realizamos à frente permitirá uma compreensão mais

detalhada de como os hipoícones facilitam a interpretação e a descoberta dentro de diversos contextos semióticos (Silva e Araujo Neto, 2021).

Existe uma complexa relação hierárquica entre imagens, diagramas e metáforas que reflete a profundidade e a sofisticação da representação icônica. As imagens, sendo a forma mais direta e perceptual de hipoícone, servem frequentemente como a base ou o substrato para os diagramas, que organizam e relacionam as semelhanças percebidas de maneira mais estruturada e abstrata. Por sua vez, os diagramas podem ser incorporados nas metáforas, que são as mais abstratas dentre os hipoícones e funcionam transferindo relações e estruturas de um domínio conceitual para outro. Essa configuração hierárquica permite que uma metáfora, ao transmitir uma ideia complexa, possa simultaneamente empregar a clareza estrutural de um diagrama e a imediatez perceptiva de uma imagem. Assim, a inter-relação entre esses tipos de hipoícones não apenas enriquece a capacidade de um signo de comunicar significados multifacetados, mas também amplia o escopo de como as semelhanças podem ser exploradas na prática semiótica (Borges, 2017).

4.1.1.2 Imagem, diagrama e metáfora

A imagem, como a categoria mais fundamental dos hipoícones, desempenha um papel crucial ao estabelecer a base perceptiva para as formas mais complexas de representação icônica. Imagens são hipoícones que capturam semelhanças diretas e imediatas entre o signo e seu objeto, baseadas principalmente em atributos visuais ou sensoriais. Por exemplo, uma pintura ou uma fotografia que reproduz a aparência física de uma paisagem, oferece uma representação baseada em semelhanças visuais mais diretas. Essa imediação perceptiva faz das imagens uma ferramenta poderosa na comunicação de informações concretas e na evocação de respostas emocionais, servindo como o primeiro ponto de acesso para o reconhecimento e a interpretação de signos.

O papel das imagens na semiótica de Charles Peirce se estende para além de sua funcionalidade imediata. Elas fornecem a estrutura básica sobre a qual os diagramas e metáforas podem construir relações mais abstratas e complexas. Diagramas, por exemplo, utilizam a representação visual concreta de imagens para estruturar relações espaciais ou lógicas, como um gráfico que ordena dados estatísticos e revela padrões ou tendências. Metáforas, por sua vez, podem ancorar

suas abstrações conceituais em elementos visuais concretos fornecidos por imagens, permitindo uma transferência de significado que engaja tanto conhecimento quanto a percepção sensorial. Esse entrelaçamento entre imagens, diagramas e metáforas ilustra como a semiótica de Peirce é intrinsecamente dinâmica, permitindo que signos operem em múltiplos níveis de abstração e complexidade, enriquecendo a interação entre o signo e seu interpretante.

A categoria da imagem, enquanto forma de hipoícone, é notavelmente expansiva e não se limita a retratação ou figuratividade visuais como representações diretas. Embora as imagens frequentemente envolvam reproduções visuais, a concepção que Charles Peirce apresenta de imagem se estende para incluir qualquer signo que opere pela semelhança com seu objeto, mesmo em modalidades sensoriais diferentes da visão. Textos e sons também podem ser considerados como imagens em contextos específicos, onde evocam ao seu interpretante condições para associações por semelhança de seus objetos. Por exemplo, uma descrição detalhada em um texto pode conjurar uma "imagem interior" tão vívida que o leitor percebe o cenário ou o objeto descrito. Esse tipo de texto, que evoca imagens através da linguagem, opera iconicamente como imagem, segundo Peirce, pela sua capacidade de gerar um novo signo no interpretante (Sonesson, 2017).

Mas um dos exemplos mais poderosos da iconicidade na produção textual é a poesia concreta (Santaella, 1993). A poesia concreta utiliza a forma e a disposição das palavras para criar uma experiência estética e semântica que vai além do texto escrito tradicional. Essa disposição espacial pode ser considerada uma "imagem visual", mas a poesia concreta também faz uso da sonoridade e do ritmo das palavras para criar significados adicionais. Quando a poesia concreta explora a repetição de sons, ritmos e cadências, está utilizando a iconicidade sonora. Aqui, o som das palavras se torna um ícone que representa seu significado ou a experiência estética desejada. Ou, a maneira como as palavras são dispostas na página pode formar imagens visuais que representam conceitos ou emoções.

A dimensão sonora, em específico, também podem funcionar como imagem quando evoca a presença de seu objeto de forma reconhecível. Um exemplo é uma gravação que reproduz o som de uma cachoeira; embora seja auditivo, este signo funciona iconicamente ao criar no interpretante sentidos que lhe permite associar por semelhança a cachoeira por meio do som. Este uso expandido do conceito de imagem sublinha a flexibilidade da iconicidade em Peirce, onde a semelhança com o objeto

pode ser mediada através de diferentes sentidos, não apenas o visual. A categoria de imagem em Peirce é ampla, e abarca qualquer forma de representação que mantenha uma ligação de semelhança com o objeto, independentemente do meio sensorial empregado.

Os diagramas desempenham um papel informativo e estrutural. Diferentemente das imagens, que dependem da semelhança direta e perceptiva com seus objetos, os diagramas operam através de relações entre partes. Manifestam-se em formatos como gráficos, mapas, e modelos estruturais. Esta categoria de hipoícone é essencial para a visualização e manipulação de relações abstratas, e isso torna os diagramas ferramentas cruciais no campo da ciência. Além disso, o potencial heurístico dos diagramas, isto é, sua capacidade de facilitar a descoberta de novos conhecimentos através da manipulação e reorganização de seus componentes, é uma das suas características mais valorizadas.

Os diagramas também se entrelaçam de maneira complexa com imagens e metáforas, criando uma rede de produção de sentidos que podem coexistir e se complementar em um único signo. Enquanto uma imagem pode fornecer a base perceptual ou o contexto visual para um diagrama, as metáforas podem expandir o significado dos diagramas ao transpor suas relações estruturais para diferentes domínios conceituais. Por exemplo, um diagrama que representa a dinâmica de um ecossistema pode ser usado metaforicamente para descrever sistemas sociais ou econômicos, onde similaridades estruturais sugerem paralelos funcionais. Esta capacidade de os diagramas servirem tanto como representações diretas quanto como pontos de partida para comparações mais amplas ilustra a versatilidade dos diagramas como hipoícones (Stjernfelt, 2007).

Peirce acreditava que os diagramas, ao permitirem a manipulação e a experimentação das relações representadas, funcionam como artefatos em que mobilizam categorias do pensamento, onde ideias podem ser testadas e novas conexões podem ser exploradas (Atã e Queiroz, 2021). Essa abordagem exploratória permite uma compreensão mais intuitiva dos fenômenos, o que coloca o diagrama como ferramenta importante na educação científica. Por isso, desempenham um papel crucial na construção dos chamados “nichos cognitivos”, espaços conceituais onde conhecimentos e ideias podem ser explorados e reestruturados. Esses nichos funcionam como ambientes propícios ao desenvolvimento de conceitos e ideias, pois

os diagramas permitem a visualização e interação com representações abstratas de uma forma manipulável (C.P. 3.468).

Um quadro de giz, a depender de como é organizado pelo professor, funciona como um nicho cognitivo. O uso de um frame de uma animação ou filme pode ser tomado em uma relação diagramática e ser mobilizado nesse espaço-suporte como um nicho cognitivo. A possibilidade de rearranjar e testar relações dentro de um diagrama reflete o conceito de nicho cognitivo, e permite que o professor desenvolva enunciados que testam hipóteses e abrem debates, com o apoio do ambiente estruturado que os diagramas proporcionam, permitindo uma exploração profunda e sistematizada dos conceitos selecionados para uma aula ou atividade escolar (Stjernfelt, 2007).

A metáfora, como uma forma de hipoícone, ocupa uma posição que consideramos especial. Ela facilita conexões inesperadas e reveladoras entre domínios conceituais distintos, e por isso abre portas para a transgressão. Metáforas são essenciais para a expansão do conhecimento porque transcendem a simples semelhança perceptível ou a relação espacial típica de imagens e diagramas. Ao mesmo tempo, a metáfora caminha também pelo terreno do imprevisível, e muitas vezes pode oferecer tensionamentos não previstos nos planos das aulas, o que por vezes se manifesta como uma opção pouco “didática” (Chiu e Chu, 2019).

Metáforas operam por meio de uma transferência de significado, um transporte, onde as qualidades ou relações de um objeto são interpretadas à luz de outro, frequentemente revelando novas perspectivas e entendimentos. Esta capacidade de transpor características de um domínio para outro enriquece a comunicação, e permite transgredir as fronteiras do conhecimento reconhecido. Animações como metáforas visuais permitem a criação de novas conexões entre ideias aparentemente desconexas, fomentando a criatividade. Elas possibilitam revelar relações que talvez permanecessem ocultas de outra forma. Tanto metáforas linguísticas quanto visuais, como as animações, são instrumentos semióticos fundamentais que moldam nossa percepção e interpretação do mundo (Sonesson, 2019).

O potencial de transformação das metáforas é amplamente reconhecido na forma como elas influenciam o pensamento e a linguagem (Lakoff e Johnsen, 2003). Ao reconfigurar nossa percepção e concepção de entidades durante a comparação, as metáforas nos engajam de maneiras que outros tipos de signos não conseguem (Gannon, 2001). Peirce considerava a metáfora crucial para o processo de abdução,

o qual ele definia como o estágio inicial da produção e internalização de novos conhecimentos. Metáforas, portanto, não são apenas estilísticas, mas epistemologicamente significativas (CP 7.590). As metáforas são fundamentais na mediação entre o concreto e o abstrato, e podem desempenhar papel vital na aprendizagem. Ao lado de Peirce, recolocamos seu destaque não apenas como elementos linguísticos ou literários, mas como construções epistêmicas que moldam nossa maneira de interagir com o mundo e compreender fenômenos. A metáfora, é um elo vital na cadeia de signos que conecta o tangível ao intangível.

Autores como Mary Hesse e Max Black já argumentaram já há mais de meio século que as metáforas podem revelar novos aspectos da realidade ao fazer emergir ontologias e formas de conhecimento que não são evidentes através de descrições literais ou representações diretas (Hesse, 1966; Black, 1962). É nesse caminho que vamos desenvolver nossa análise sobre as metáforas, em busca de objetos para o debate em sala de aula. Em contextos educacionais e científicos, a utilização de metáforas como ferramentas epistêmicas ainda é entrelaçada com a noção de analogia, havendo inclusive sobreposição de sentidos nesses dois conceitos.

Importante frisar, antes de seguir em frente, que metáforas não são equivalentes ou iguais às analogias, e a semiótica de Peirce nos ajuda a superar essa tensão, por vezes manifestada no ensino de ciências (Duarte, 2005). A analogia é uma entidade que opera predominantemente na esfera da secundidade. Ela estabelece uma correspondência direta entre duas ou mais partes de um objeto, focando na relação concreta e observável entre essas partes. Em uma analogia, a ênfase está na similaridade estrutural ou funcional entre os elementos comparados, sem a necessidade de uma mediação interpretativa. A analogia lida com a materialidade e a fatualidade das relações. Esse processo é típico da secundidade.

Já a metáfora transcende essa correspondência direta e entra na esfera da terceiridade. Como entidade da terceiridade, a metáfora envolve uma mediação interpretativa genuína, conectando não apenas as partes observáveis, mas fazendo delas o ponto de partida para o transporte do interpretante aos domínios conceitual, simbólico e normativo que vão além da simples relação factual. A metáfora opera por meio da transferência de significados de um domínio para outro. Ela cria relações de sentido que dependem da interpretação e da generalização. A analogia apenas, mas não pejorativamente, usa relações já embarcadas nos objetos analógicos. É através da metáfora que se dá a construção de novas compreensões, se expande

conhecimento e são criadas realidades semióticas, pois ela não apenas compara, mas também transforma e expande o entendimento ao introduzir uma lei ou um princípio, na ação do interpretante, que media a relação entre os elementos comparados (Sonesson, 1989).

4.2 Toda animação produzida no Japão é um animê?

Ao considerar toda a indústria de animação japonesa, existem obras que não possuem características, elementos, produção e distribuição inerentes ao que chamamos de animê. Afinal, pode-se referir a toda e qualquer animação produzida no Japão como animê?

As discussões sobre o que é o animê usualmente começam pela sua etimologia. Genericamente o termo é entendido como: (1) abreviação da palavra animação em japonês, utilizada pelos japoneses para se referir à todas as animações; (2) termo comumente usado fora do Japão para designar as animações japonesas e (3) animações produzidas em outros países que reproduzem o estilo da animação nipônica (Poitras, 2008).

A indústria de animação nipônica reconhece a importância em diferenciar os animês de outras produções. Persiste uma controvérsia sobre o uso do termo para se referir a todas as animações produzidas no país. O principal argumento utilizado pelos animadores japoneses é que esta é apenas uma parte constituinte do grande gênero animação. Para este grupo, os animês se constituem de desenhos animados em séries de TV, filmes ou DVDs cujo conteúdo está relacionado ao mangá, a jogos e músicas e que são produzidos e lançados em conjunto por diversas empresas. Já as animações de arte, as obras independentes e aquelas que não possuem relação com o mangá são designadas como animações. Por outro lado, fora do país alguns aspectos como o estilo, o design de personagens, as vozes e a trilha sonora são vistos como típicos da animação japonesa e são utilizados para distingui-la de outras produções (Gan, 2009).

A heterogeneidade do termo e a pluralidade do mesmo dentro e fora do Japão torna difícil a tarefa de promover um significado consistente para o animê e esta não é a intenção desta pesquisa. Como dito anteriormente, muitas vezes a mídia utiliza o

termo para representar toda a animação feita no Japão, enquanto na realidade esta é apenas uma das muitas formas de animação no país.

Do ponto de vista técnico, o historiador Nobuyuki Tsugata (2004) sugere que coexistem dois eixos ou polos de animação no Japão pós-guerra: as produções limitadas (serializadas para a televisão), desenvolvidas pela *Mushi Production* e as de longa duração, que visam o cinema e cujo pioneirismo pertence à *Toei Animation*. Apesar do termo animê ser geralmente aplicado a todas as animações comerciais japonesas, o historiador propõe uma definição mais estrita, que considera as especificidades deste tipo particular de animação. Tsugata afirma que o animê é um estilo de animação que é (1) baseada em acetatos (células transparentes de animação); (2) utiliza vários dispositivos que otimizam tempo e trabalho e dão uma menor contagem de células em comparação a maioria das animações não-japonesas, desenvolvendo um estilo de animação limitada; e (3) não se baseia apenas em piadas simples ou histórias centradas no bem versus mal, mas que apresentam uma forte tendência para o desenvolvimento de histórias, mundos e relações complexas. Em 2011, Tsugata retorna à estas questões em seu artigo "*Anime to wa Nani Ka?*" (O que é Animê?) e tal como seu título, o autor não fornece uma resposta. No entanto, propõe uma nova distinção tomando como parâmetro sua própria experiência. Animê, para o autor, consiste nos desenhos animados de TV assistidos em sua infância. Animações japonesas são as obras mais antigas e obscuras sobre as quais ele agora escreve como adulto, mas ocasionalmente seriam as "animações completas" ou filmes de animação.

Em *Anime's Media Mix: Franchising Toys and Characters in Japan* (2012) Steinberg apresenta três características essenciais que diferenciam a animação limitada das "animações completas" ou longas-metragens:

> estilo de animação limitada da *Mushi Production* diferia da animação completa da Toei ou Disney em diversas formas. Em primeiro lugar, diferia estilisticamente em seu amplo uso de quietude, em seus ritmos de imobilidade e movimentos extremos que são a base de suas cenas de ação dinâmicas e seu humor, em seu uso mínimo do multiplano de câmera e a minimização da sensação de profundidade da imagem, em seu design de personagem de estilo mangá e em seu formato de narrativa em série. Em segundo lugar, diferia em sua programação de produção, baseando-se em torno de episódios de televisão em vez de produções em grande escala anuais ou semestrais. E terceiro, diferia da Toei em particular em sua base comercial: havia o uso extensivo de merchandising de caráter e a criação de vínculos transmídia (p. 30, tradução nossa)

O autor ainda apresenta três situações primordiais para o desenvolvimento do estilo e formato das animações limitadas: o advento televisivo no Japão, a alta demanda por comerciais animados nos anos 50 e a produção da primeira animação serializada para a televisão (*Astro Boy*).

A animação limitada é um conjunto de técnicas e estilo visual que surgiu nos Estados Unidos no final da década de 40 e já estava sendo utilizada em desenhos animados famosos como *Popeye* e *The Jetsons*. Todavia, o Japão foi o pioneiro na produção dessas animações com o mangá sendo a base para a imagem em movimento. Foi nesta época que Osamu Tezuka fundou a *Mushi Production* (ou *Mushi Pro*) e transpôs a história do seu mangá de maior sucesso (*Astro Boy*) para uma série regular de TV. A fim de elaborar uma animação com 35 minutos de duração partindo de recursos limitados, os membros da *Mushi Pro* frequentemente utilizavam imagens estáticas para economizar o número de desenhos e aumentar a duração de tela dos mesmos. Para cobrir a imobilidade da imagem, os animadores recorriam aos diálogos e à trilha sonora. Isto proporcionava a ilusão de que o próprio mangá estava se movendo ou que as poses dos personagens eram animadas (Steinberg, 2012).

Como resultado, Tezuka e seus apoiadores criaram uma forma de animação limitada única que com o tempo adquiriu traços estilísticos distintos daquelas produzidas nos Estados Unidos. O método desenvolvido durante a produção de *Astro Boy* gerou o que é chamado de “técnicas de animação para a televisão”, ou seja, um padrão básico que possui o mangá como ponto de partida e a predominância da imobilidade, e que foi aplicado nos animês subsequentes.

Enquanto o animê tem uma relação direta com o mangá em seu formato pós-guerra e “depende da minimização do movimento, o uso extensivo de imagens estáticas e um ritmo único de movimento e imobilidade” (Steinberg, ibid, p. 5), as animações completas estão intimamente ligadas ao cinema. É importante ressaltar que algumas produtoras de longa-metragens também realizam séries para a TV e que, ainda que grande parte dos filmes de animação não tenham uma relação direta com o mangá, alguns deles são adaptados para o formato de quadrinhos após seu lançamento devido ao seu grande sucesso com o público.

Retornando à questão que fomentou esta seção, pode-se concluir que nem toda a animação produzida no Japão é animê. Como foi advertido pela própria Associação de Animações Japonesas (AJA) deve-se considerar todas as outras formas de produção, sendo o animê apenas uma parte do gênero de animação do

país. Alicerçando-se nos conceitos de Tsugata (2004) e Steinberg (2012) pode-se considerar o animê como as animações limitadas e serializadas para a televisão, que estão centradas em personagens, tem relação direta com o mangá e são intrinsecamente transmidiáticas.

4.2.1 Transmidialidade do Animê

Definir transmidialidade se trata de uma tarefa complexa, pois ao abordar diferentes mídias deve-se lidar com as singularidades de cada uma. Assim, diversos autores definem e utilizam o termo de forma particular. No entanto, o trabalho de Jenkins (2009), que trata da narrativa transmídia no contexto da cultura da convergência é um dos mais citados e utilizados para elucidar o tema.

Em Cultura da Convergência (2009), Jenkins cunha o termo *transmedia storytelling*, traduzido para o português como narrativa transmídia e, em linhas gerais, o define como:

> Uma história transmídia desenrola-se através de múltiplas plataformas de mídia, com cada novo texto contribuindo de maneira distinta e valiosa para o todo. Na forma ideal de narrativa transmídia, cada meio faz o que faz de melhor – a fim de que uma história possa ser introduzida num filme, ser expandida pela televisão, romance e quadrinhos; seu universo possa ser explorado em games ou experimentado com atração de um parque de diversões (p. 138)

Segundo o autor, a narrativa transmídia é um desdobramento da cultura da convergência, definida pelo mesmo como a colisão de velhas e novas mídias, onde os meios interagem cada vez de forma mais complexa, sem que haja a substituição dos mais antigos pelos mais novos (Jenkins, 2009).

Ao se tratarem de transposições de quadrinhos de grande sucesso comercial no Japão para a televisão cujo lançamento envolve a participação de diferentes indústrias como as de jogos digitais e videogames, os animês apresentam um caráter transmidiático. O enredo de suas narrativas discorre em diferentes meios de comunicação e se interconecta entre eles.

Geralmente as produções hollywoodianas são o foco de estudos sobre transmidialidade e convergência. Nesse contexto, esses conceitos são tratados como algo em ascensão e que tomaram força na internet (Primo, 2010). Todavia, em seu livro "*Anime Ecology: A Genealogy of Television, Animation, and Game Media (2018)"*

Thomas Lamarre esclarece que tanto a transmidialidade quanto a convergência não são novidade no contexto das mídias japonesas e que estão integradas a todos os períodos da televisão nipônica, desde o seu advento na década de 60 até os dias de hoje. Alguns acadêmicos como Allison (2006) e Mizuko Ito (2006) alegam que a convergência de mídias no contexto japonês possui distinções significativas em relação ao modelo norte-americano e esta recebe um outro nome: mídia mix.

Ao se apoiar na cultura de mídias japonesa infantil, Ito (2005) afirma que a mídia mix é composta pelo animê, o mangá, os jogos de cartas colecionáveis, os jogos eletrônicos, os brinquedos e o merchandising de personagens, e a relação entre essas mídias é muito mais integrada e sinérgica em comparação à que ocorre nos Estados Unidos. Ademais, a mídia mix possui dois aspectos singulares: a conexão estreita entre o mangá, a animação e os jogos, e o fato de o mangá ser (geralmente) o elemento gerador da narrativa e dos personagens dos outros dois meios. Assim, as revistas semanais de mangá fornecem a base narrativa para a série e são um espaço de divulgação de informações sobre torneios e novos lançamentos de jogos e brinquedos. As séries de tv atuam como um canal de marketing e possibilitam a ampliação do público e os jogos compilam o mesmo conteúdo, porém de forma mais interativa.

Em seus ensaios, Steinberg (2012) e Lamarre (2018) destacam a importância do animê no desenvolvimento da mídia mix. Steinberg (2012) propõe que o surgimento do animê nos anos 60 foi o ponto de partida para o amadurecimento da mídia mix. Para o autor, o lançamento de *Astro Boy* (1961) para a televisão permitiu "uma nova forma de publicidade, uma nova forma de venda de produtos e de organizar as relações com a mídia" (p. 9) desenvolvendo, assim, o que ele chama de "*anime media mix*" ou "*anime system*", que tem como essência o merchandising de personagens e a interconectividade de mídias.

Retornando a Jenkins (2009), o autor não considera a convergência como um processo somente tecnológico, mas principalmente cultural, pois ela ocorre nas pessoas e em suas interações sociais. Houve uma mudança no comportamento do público que, ao ajudar a construir um universo narrativo, deixou de ser passivo e se tornou participativo. Este "novo" perfil também possui um caráter migratório. O público se desloca entre as diferentes mídias e plataformas em busca de novas experiências de entretenimento. Apesar de esclarecer que a convergência não se limita à mudança tecnológica, o autor a considera como um fenômeno típico da cibercultura. No entanto,

esse comportamento não é novidade entre os fãs de animê, que sempre apresentaram (ou foram induzidos a ter) esse perfil já que as animações limitadas (animês):

> solicitam um alto grau de interação por parte do público, incentivando a produção e a participação do fã como componente-chave de uma franquia comercializada de forma estratégica mobilizando discursos sociais sobre o comportamento supostamente anti-social do *fandom* otaku (ou seja, "culturas de fãs" ou "subculturas"). Essas animações tornam-se ambientes interativos, fáceis de reaproveitar e fáceis de terceirizar" (Lamarre, 2018, p. 08)

Ito (2005) esclarece que esse comportamento dos fãs é impulsionado a partir do que ela denomina de hipersociabilidade: "princípio da cultura popular japonesa em que informações e experiências da história são planejadas para serem compartilhadas "ponto a ponto" pelos participantes, pessoalmente ou pela Internet" (p. 03).

Dessa forma, a mídia mix dispersa o conteúdo de uma narrativa que geralmente tem origem em mangá em diversas mídias, em tecnologias portáteis, itens colecionáveis brinquedos, vestuário, e centros de entretenimento como parques de diversões. No entanto, o animê é a peça-chave dessa estratégia. Para que ela ocorra, é indispensável o sucesso da animação. Enquanto esse sistema incentiva a interação social e várias formas de participação em seus consumidores, ela depende fortemente dessa hipersociabilidade.

4.2.2 Concepção dos personagens e enredos

Para compreender o êxito por detrás da estratégia da mídia mix e o porquê do sucesso dos animês entre públicos de diversas faixas etárias é preciso articular sobre os personagens e enredos que compõe essa mídia.

"Se os desenhos animê são japoneses, por que os personagens não possuem os olhos orientais?". Esta é uma questão recorrente entre o público durante seu primeiro contato com um animê. O uso de características ocidentais como os olhos grandes vai para além de melhorar a expressão das emoções e está relacionado ao "branqueamento étnico" (Sato, 2007) e ao mukokuseki, termo utilizado pelos japoneses para se referir a algo que não possui identidade nacional. O animê é um produto reconhecido como japonês, mas que é dissociado da imagem do país, que

não possui uma identidade nacional (“cultural ordoless”) e este fator pode ser adicionado à justificativa de sua popularidade.

Iwabuchi (2009) esclarece que embora um produto consiga esconder seu “odor cultural”, ele ainda contém traços que são indicadores sugestivos de sua cultura. No caso dos animês, suas histórias são repletas de questões, temas e ícones próprios da cultura nipônica. Grande parte delas são ambientadas em escolas (um dos principais eixos da sociedade nipônica) ou em cenários históricos japoneses (Napier, 2005) e frequentemente alguns hábitos culturais são ilustrados, como retirar os sapatos ao entrar em casa (símbolismo para limpeza física e espiritual), a saudação em curvatura (cumprimento *ojigi*) e o *asagohan* (café da manhã tradicional japonês).

O autor também associa o “*soft nationalism*” japonês a estes outros conceitos. Para ele, a produção dos animês (e outras mídias japonesas como o mangá e os videogames) são voltadas para o consumo em massa internacional e a chave do seu sucesso é que, ao mesmo tempo em que estes produtos sutilmente exportam a cultura nipônica, eles também podem ser moldados à preferência local.

Segundo Poitras (2008), o caráter, construção dos personagens e a ambientação das histórias são o ponto-chave para que haja identificação do telespectador. Suas narrativas se passam em locais comuns, retratam relações afetivas, sociais e profissionais e hábitos corriqueiros como acordar cedo para ir ao trabalho ou a escola, realizar uma tarefa de casa ou adormecer em transportes públicos.

Apesar de possuírem um conjunto de valores bem construídos, as personagens animê podem apresentar comportamentos ambíguos, característicos da natureza humana. Protagonistas bondosos e exemplares podem repentinamente se tornarem “ruins” ou vice-versa. Isso ocorre porque tanto o “herói” como o “vilão” são semelhantes, possuem determinação e coragem, mas que devido a acontecimentos da vida tomaram caminhos distintos, tendo por muitas vezes um ponto de vista diferente ou até mesmo distorcido.

O fluxo narrativo das séries, que geralmente possuem de 20 a 50 episódios, permite a construção desses sujeitos desde a infância. Seu envelhecimento ao longo dos episódios geralmente ocorre em paralelo à dos seus fãs. A intensidade de suas relações e o seu crescimento e amadurecimento psicológico também são sutilmente descritos ao desenrolar das histórias.

Ser projetado para o entretenimento não impossibilita que as narrativas animê sejam profundas ou impactantes, podendo ser consideradas até mesmo uma “fonte para reflexão crítica política, ética ou existencial” (MacWilliams, 2008). Seus enredos retratam o contexto social em que são produzidos e frequentemente fogem do arco bem *versus* mal. Desemprego, *bullying*, vícios e preconceitos estão presentes em suas histórias.

4.2.3 Gêneros e formatos

Enquanto fora do Japão “animê” se refere às animações produzidas no país ou que apresentem o “estilo japonês”, dentro do território nipônico esse termo designa qualquer tipo de desenho animado. De acordo com Sato (2007, p. 31), as animações nipônicas são produzidas em três formatos distintos: séries de televisão, longa-metragens e OVA (*Original Video Animation*).

As histórias contadas nos animês serializados para a TV têm sua origem em lendas, contos recitados, peças de teatro, livros, jogos de videogame, entre outros. No entanto, grande parte delas provém dos enredos de mangás. A diversidade de narrativas desses quadrinhos, que vão desde romance épicos e jornadas heroicas a temas como *bullying* e realizações profissionais, é um solo fértil para adaptações para animação (Poitras, 2008).

Frequentemente essas histórias são consideradas como “uma confusão de diferentes gêneros” ou um “mix de premissas de gêneros” (Brenner, 2007, p. 107; Denison, 2015, p. 136). Um título de ficção científica como *Dr. Stone*, por exemplo, explora as relações entre os personagens, seus medos e aspirações em relação ao futuro da humanidade com doses de comédia, romance e ação.

O humor é outro exemplo desta “confusão” descrita por Brenner (ibid.). Essa característica é enraizada nos enredos dos mangás desde seus protótipos, ainda no século VIII. No entanto, segundo o autor, este aspecto se manifesta em tantas obras que muitas vezes elas são classificadas em outros gêneros, como ação/aventura, mas que em sua essência são títulos de humor, cujo intuito final é fazer o leitor/espectador rir.

Posto isto, tentar categorizar os diversos títulos de animê em gêneros é uma tarefa árdua tanto para estudiosos quanto para fãs. Ao pesquisar as palavras-chave “gêneros de animê” em ferramentas de busca encontramos compilados de termos em

páginas de diferentes tipos (Wikipédia, editoras de mangás como JBC, portais criados por fãs, entre outros). Nenhum deles, no entanto, apresenta um consenso sobre quantos e quais são esses gêneros. Assim, neste relatório, serão apresentadas as classificações mais abrangentes descritas por autores dedicados ao estudo dos animês e mangás como Denison (2015), Brenner (2007), Clements e McCarthy (2006) e Schodt (1983).

Usualmente, os animês são categorizados de acordo com seu público-alvo e temática. A classificação por público se dá em: kodomo, voltado para o público infantil; shonen, direcionado a adolescentes do sexo masculino, como *Yu-Gi-Oh!* e *Death Note*; seinen, contém histórias mais maduras tanto em visual como em conteúdo e são direcionadas à jovens adultos do sexo masculino; shojo, destinadas a adolescentes do sexo feminino, cujas personagens são estudantes do Ensino Médio bondosas e empáticas que lidam com relacionamentos (amorosos e familiares); josei: é equivalente ao seinen para o público feminino. Ilustram as relações no trabalho, vida amorosa e familiar de forma menos fantasiosa e podem apresentar conteúdo explícito e focados nas relações de trabalho ou sexo; hentai, destinado ao público adulto, contém conteúdo pornográfico.

Diferentemente das categorias baseadas no mercado, existem aquelas desenvolvidas em termos de seus conteúdos. Em suma, as histórias são classificadas nos gêneros "*slice of life*", romance/drama, ação/aventura, fantasia, erótico e ficção científica.

A ficção científica se estabeleceu como o maior gênero dos animês na década de 60 e é tão presente neste universo que deixou de ser considerada um gênero importado e tornou-se nipônico (Denison, 2015; Poitras, 2008). Em suas narrativas ocorre a constante exploração de aspectos da existência humana. Mundos apocalípticos, sociedades distópicas e/ou futuristas são o ponto de partida para abordar a relação entre o homem, a natureza e a tecnologia (Napier, 2005). Alguns dos primeiros e maiores sucessos de obras animê pertencem a esse gênero, e suas narrativas têm sido moldadas por ele desde as primeiras produções.

5 O ANIMÊ *DR. STONE*

Dr. Stone é um mangá japonês escrito por Riichiro Inagaki, ilustrado por Boichi e publicado entre março de 2017 e março de 2022 na *Weekly Shonen Jump* (revista semanal de mangás). Seus capítulos individuais foram compilados em 27 volumes e divulgados pela editora *Shueisha* em formato de tankōbon aproximadamente no mesmo período. Além disso, o mangá possui dois spin-offs: “Reinicialização do *Dr. STONE: Byakuya*” (2019), cuja história é separada e não canônica da série principal, e “*Dr. STONE 4D Science*” (2023), sequência de série limitada que se passa após a história principal. Ambos também foram publicados pela *Weekly Shonen Jump* e posteriormente compilados em formato tankōbon. A série também possui duas *light novels*: *Stone Star's Dream, Earth's Song* (2019) e *Dr. Stone: The Voices That Face the Future* (2020), ambas escritas por Ichio Morimoto.

As obras de *Dr. Stone* são classificadas no gênero *shonen*, direcionadas ao público adolescente/infanto-juvenil. A animação é baseada no mangá de mesmo nome e é produzida pela *Toho Animation*. Contém três temporadas finalizadas e intituladas “*Dr. Stone*” (2019), “*Dr. Stone: Stone Wars*” (2021) e *Dr. Stone: New World* (2023), e um especial de televisão intitulado *Dr. Stone Ryusui* (2022) cuja história se situa entre a segunda e terceira temporada. As três temporadas estão disponíveis no *Crunchyroll*, canal de streaming voltado unicamente para animês. No final de 2023, a *Toho Animation* anunciou oficialmente uma quarta temporada e última temporada intitulada “*Science Future*” através do lançamento de um *teaser*. No entanto, a mesma não possui data de estreia.

Por ser classificada como uma ficção científica/aventura, a animação contém as características singulares de uma obra sci-fi nipônica. A primeira temporada inicia apresentando dois personagens principais: o adolescente entusiasta da ciência, *Senku*, e o expressivo e emocionante *Taiju*. Enquanto realiza experimentos com seus colegas em um laboratório, *Senku* é interrompido por *Taiju* que porta a notícia de que finalmente iria se declarar para seu amor de infância, *Yuzuhira*.

Após esse momento cômico, a história dá uma pista de que algo incomum aconteceu ou está para acontecer: *Taiju* encontra um pássaro petrificado e enquanto conversa com *Yuzuhira* descobre que ela havia encontrado um semelhante. Enquanto

tenta se declarar para *Yuzuhira*, uma luz verde misteriosa atinge o planeta e transforma todos os seres humanos em pedra.

O enredo gira em torno das tentativas de *Senku* e seus amigos em restaurar a humanidade em um mundo privado de tecnologia – denominado *Stone World* –, onde todas as invenções humanas foram destruídas, e totalmente reocupado pela natureza. Outros personagens aparecem no desenrolar da trama, cada um com características distintas que auxiliam no processo de descobrir o que está por trás do fenômeno misterioso, como força, habilidade de luta, artesanato, investigação, observação, entre outros.

A ciência e seu papel na sociedade são os temas principais de *Dr. Stone* (2019). Sua narrativa é permeada de conceitos que envolvem química, física, engenharia, biologia, astronomia, entre muitos outros. A animação também elucida conceitos como a práxis científica, a trajetória da ciência concomitante à evolução da humanidade, a descoberta de propriedades de substâncias, como o ácido sulfúrico, entre outros.

As informações, conceitos científicos e experimentos podem aparecer no enredo de forma indireta, através da fala de um personagem, ou direta, quando geralmente são explicados por *Senku* através de diagramas ou no estilo videogame, acompanhados de efeitos sonoros e uma estética vibrante e colorida. *Senku* possui uma versão robótica de si mesmo – *mecha Senku*, cujo nome remete ao subgênero *mecha* – que aparece em momentos distintos explicando procedimentos ou advertindo sobre a periculosidade de um experimento.

Figura 3. Mecha *Senku* aparece pela primeira vez (S01E03) para alertar sobre alertar sobre a periculosidade da “receita” de pólvora

Fonte: Elaborado pelos autores

A primeira temporada envolve dois grandes projetos: a fabricação de remédios e de celular, e cada um deles requer um número de etapas a serem percorridas. Frequentemente, quando um produto/máquina de difícil elaboração é construída, a narrativa apresenta um *disclaimer* avisando ao espectador que esta foi adquirida.

Figura 4. Usina elétrica adquirida em uma das etapas da fabricação de celular (S01E21)

Fonte: Crunchyroll

A narrativa da série descreve a ciência como um processo colaborativo e interdisciplinar, que necessita da experiência e ajuda de diferentes indivíduos e que ocorre durante atividades simples e cotidianas, mas que é significativa no contexto da história da humanidade. Os produtos e máquinas construídos envolvem todos os personagens, seja de uma forma mais complexa ou mais simples, como carregar recipientes com água. O design desses projetos é simples e/ou rústico e o objetivo de sua utilização geralmente é colocada em um contexto relativo à história.

As personagens se debruçam na ciência e têm como princípios a ética, o trabalho coletivo, e a conservação do meio ambiente. Dessa forma, apesar de possuir algumas cenas de lutas e batalhas características de um *shönen*, as personagens priorizam a preservação das vidas humanas e constantemente buscam evitar o uso da violência e causar o menor dano possível aos seus oponentes.

Questões acerca da relação entre o homem e a ciência/tecnologia como “o que é ciência?” ou “o que a ciência pode fazer pela sociedade?” são constantes no desenrolar da história. Muitas vezes *Senku* narra sobre as consequências do uso da ciência pelo homem e, apesar de apresentar uma visão otimista sobre a mesma, o adolescente é constantemente questionado se esta é a melhor opção para restaurar a humanidade.

A narrativa da primeira temporada é dividida em três Sagas: Prólogo, *Ishigami Village* (Vila Ishigami) e o início da saga *Stone Wars* (Guerra de Pedras), cada uma com os seus respectivos arcos. Também são apresentados reinos – sociedades com perfis distintos – e os personagens são apresentados de acordo com o reino a que pertencem. O Quadro 2 apresenta os principais personagens desta temporada.

Quadro 2. Principais personagens da primeira temporada de Dr. Stone

Personagem	Descrição
 Senku Ishigami *Reino da Ciência*	Estudante do Ensino Médio apaixonado por ciência e tecnologia. É a primeira personagem que aparece despetrificado em *Stone World*. Deseja restaurar a humanidade usando seus conhecimentos sobre ciência. É direto, confiante e lógico, no entanto, nunca menospreza aqueles que têm menos conhecimento do que ele.

Personagem	Descrição
 Taiju Oki *Reino da Ciência*	É o melhor amigo de Senku e o primeiro humano despetrificado por ele. É descrito como pouco inteligente porém é vigoroso, resistente e possui enorme força, que é usada como mão de obra nos primórdios da construção do Reino da Ciência.
 Yuzuriha Ogawa *Reino da Ciência*	É amiga de *Senku* e o grande amor de *Taiju*. Possui alta habilidade para artesanato e geralmente a utiliza para ajudar *Senku* a realizar suas invenções ou remontar humanos petrificados destruídos.
 Chrome *Reino da Ciência*	Jovem extremamente curioso e considerado braço direito de *Senku*. Mesmo sem saber o que é a ciência, é apaixonado por ela. Sempre se interessou em explorar cavernas, coletar minerais e experimentar diferentes materiais e por isso é chamado de feiticeiro e/ou cienceiro pelos moradores da Vila *Ishigami*.
 Kaseki *Reino da Ciência*	Ancião que possui habilidades de artesanato e extrema facilidade em aprender novas técnicas. Passou grande parte da vida isolado devido aos seus interesses. Após ser recrutado para ajudar no Reino da Ciência, passa a considerar *Senku* e *Chrome* como seus amigos íntimos, já que ambos são apaixonados por seus ofícios. É responsável pela produção dos artefatos de vidro (vidrarias) utilizadas nos grandes projetos.
 Kohaku *Reino da Ciência*	É a primeira moradora da vila a ter contato com *Senku*. Em um primeiro momento, possui grande desconfiança sobre o estudante mas após ser salva por ele através de uma de suas invenções, ela o convida para conhecer a vila.

Personagem	Descrição
 Ginro *Reino da Ciência*	É um dos guardas da *Vila Ishigami*. É um jovem de coração puro e ligeiramente covarde. Se distrai facilmente com coisas brilhantes e com as travessuras de *Senku* e, por isso, aceita a entrada do estudante na vila.
 Kinro *Reino da Ciência*	Irmão mais velho de *Ginro*. É um jovem musculoso que originalmente servia como guardião da vila. Segue as regras estritamente, por isso, em um primeiro momento, recusa a entrada de *Senku* na vila e é contra toda a forma de "feitiçaria". Rapidamente se juntou a *Senku* após o mesmo ter deixado a ponta da sua lança dourada. Possui miopia e se torna um dos personagens a usar uma das invenções de *Senku*: óculos.
 Suika *Reino da Ciência*	É uma pré-adolescente da Vila Ishigami. É excluída pelos membros da vila por usar um capacete de casca de melão. Rapidamente faz amizade com *Senku* já que o mesmo não a julga por sua aparência. Ao longo dos episódios é mostrado que a jovem usa este capacete para ajudá-la a enxergar melhor devido a sua "doença embaçada" (miopia). *Senku* a ajuda a recuperar sua visão através da fabricação de lentes.
 Tsukasa Shishio *Império do Poder*	É o primeiro antagonista de Dr. Stone. É estudante da mesma escola que *Senku* e *Taiju* e é conhecido como o "primata mais forte do Ensino Médio". Devido aos traumas que passou pela vida, se tornou um jovem frio e brutal. É despetrificado por *Senku* e *Taiju* e inicialmente se junta eles. No entanto, devido a filosofias diferentes, o jovem se volta contra os outros dois. Acredita que a ciência e a tecnologia destruíram a humanidade e seu objetivo é reconstruir uma civilização sem nenhum vestígio das mesmas.
 Gen Asagiri *Império do Poder, posteriormente Reino da Ciência*	No "mundo antigo" foi um jovem ilusionista famoso. É especializado em habilidades sociais e estratégias interpessoais. É despetrificado por *Tsukasa* para fazer parte do seu reino mas acaba sendo persuadido e se torna membro do Reino da Ciência.

Personagem	Descrição
 Hyoga *Império do Poder*	Jovem alto e forte que foi que foi revivido por *Tsukasa* por suas excelentes habilidades de lanceiro. Possui uma filosofia similar à do seu "mestre": categoriza os humanos como iluminados (ou fortes) e não iluminados (ou fracos) e acredita que as "massas incompetentes e sem cérebro" não deveriam poder viver e que apenas aqueles que se destacam deveriam.

Fonte: elaborado pelos autores

O prólogo introduz os elementos nos quais a narrativa irá se desenrolar: os primeiros personagens: *Senku*, *Taiju*, *Yuzuhira* e *Tsukasa* e as sagas que envolvem a produção de um fluido de reviver (líquido usado para despetrificar as pessoas) e de pólvora. Também apresenta a principal questão envolvendo ética: *Senku* e *Tsukasa* possuem ideologias conflitantes sobre a ciência e sua importância no avanço no mundo petrificado. Enquanto *Senku* pretende reviver o maior número de pessoas que conseguir, trazer o mundo de volta ao que era e reiniciar a ciência desde a Idade da Pedra, *Tsukasa* acredita que o modelo de sociedade do "antigo mundo" não foi eficiente e por isso defende o retorno de um modo de vida "não-civilizado" através da desindustrialização, da abolição da divisão do trabalho e com uma sociedade com pouca ou nenhuma tecnologia. Por isso, a personagem prefere reviver apenas aqueles que considera úteis para o novo mundo, com o objetivo de "limpar" a humanidade. No entanto, ele usa da brutalidade no seu propósito e *Senku* decide se opor diretamente a ele. Assim, no contexto deste animê, a ciência também é um lado a se escolher em um conflito.

Ishigami Village apresenta uma vila primitiva cujos habitantes nasceram em *Stone World* e desconhecem qualquer tipo de tecnologia. Esta saga é centrada no primeiro grande projeto elaborado por *Senku*: produção de antibióticos. Por isso, *Senku* apelida a vila de Reino da Ciência. Novos personagens chave são apresentados, como *Chrome*, um rapaz cujo *hobbie* reside principalmente na exploração de rochas e minerais. *Chrome* é extremamente curioso, o que o levou a criar reações químicas a partir das rochas que coletou por meio de tentativas e erros frequentes. Por isso é chamado de "cienceiro" pelos outros habitantes da vila. Outro personagem é *Kaseki*, um sábio ancião que possui habilidades de artesanato e que

aprende novas técnicas com extrema rapidez. Ambos os personagens são apresentados como os únicos moradores da vila que possuem algum tipo de conhecimento científico e por isso serão de suma importância para a execução dos projetos e fabricação de substâncias e ferramentas.

Em contraste ao Reino da Ciência, o antagonista *Tsukasa* funda seu império, que é citado de duas formas: Império *Tsukasa* e Império do Poder. Esta sociedade é composta por personagens com habilidades distintas, dentre elas, um ilusionista (*Gen Asagiri*) que no decorrer da história se torna aliado de *Senku*. Em *Stone Wars*, os dois Reinos se preparam para a batalha de formas distintas. Enquanto *Tsukasa* revive guerreiros fortes, o Reino da Ciência se concentra no segundo grande projeto da temporada: a construção de um celular primitivo. Esta saga também mostra como a *Ishigami Village* foi formada, sendo o pai de *Senku* (*Byakuya Ishigami*) um de seus fundadores. Além disso, um presente deixado por *Byakuya* para o filho em sua lápide se torna um componente-chave no plano do Reino da Ciência para evitar derramamento de sangue na batalha.

6 METODOLOGIA

Animês como *Dr. Stone* têm conquistado diferentes públicos, e podem ser assistidos de forma seriada em pelo menos duas plataformas de streaming. Cada uma oferece opções diferenciadas em termos de qualidade de vídeo, custo e recursos adicionais, como legendas e dublagens, o que impacta diretamente na experiência do espectador. É fundamental considerar que as plataformas de transmissão disponíveis não apenas facilitam o acesso ao conteúdo, mas também moldam a forma como receptores acessam a obra, podendo influenciar sua percepção e compreensão da narrativa.

Crunchyroll ® é uma das principais plataformas de streaming que transmitem *Dr. Stone*. Reconhecida por seu foco em animês, oferece as três primeiras temporadas, incluindo versões legendadas e dubladas. A primeira temporada foi ao ar em 2019, a segunda temporada, intitulada '*Dr. Stone: Stone Wars'*, foi lançada em 2021, e a terceira temporada, chamada '*Dr. Stone: New World'*, estreou em 2023. Além disso, e ao que tudo indica, a Crunchyroll também será a plataforma responsável por estrear a transmissão da quarta e última[4] temporada do animê, intitulada '*Dr. Stone: Science Future'*, que está em desenvolvimento e ainda sem data de lançamento confirmada.

Outra plataforma que passou a transmitir as duas primeiras temporadas desde 2024 é a Netflix ®. O fato de a Netflix também oferecer dublagem em português e legendas contribui para uma experiência de visualização acessível, especialmente para públicos mais jovens e aqueles que preferem assistir animês em sua língua nativa. A chegada de Dr. Stone e outros animês na Netflix demonstra o impacto cultural e econômico das produções televisivas japonesas no mercado global, com especial atenção ao contexto brasileiro, como considerado na literatura por. A popularidade desses conteúdos entre os consumidores brasileiros e a presença de comunidades de imigrantes do Leste Asiático no Brasil são fatores que contribuem para a relevância dessas produções no país. Além disso, esse movimento assinala um "desafio à hegemonia" dos conteúdos ocidentais nos fluxos globais de mídia (Urbano, 2020, p. 560).

[4] Discussões nas comunidades (veja https://www.reddit.com) contradizem esta poder ser a última temporada, uma vez que o mangá ainda tem bastante conteúdo a ser explorado.

Apesar de não estudarmos especificamente os impactos causados pelas diferentes plataformas na recepção desse tipo de mídia, consideramos necessário indicar a pertinência de tais estudos (Berndt, 2018). Diferentes plataformas podem impactar como os espectadores percebem e interpretam os elementos semióticos presentes no animê, particularmente no que diz respeito à visualização dos diagramas e metáforas científicas. Na perspectiva de Charles Peirce, hipoícones como diagramas e metáforas dependem de sua clareza e estrutura para comunicar efetivamente. A forma como esses elementos são percebidos pode variar com a qualidade da exibição. Uma plataforma que permite maior interatividade ou manipulação (como pausa ou zoom) pode facilitar tanto a mediação quanto a compreensão de signos que dependem de paralelismos para produção de sentido.

Defendemos que a recepção deve estar situada em estratégias didáticas que compreendam diálogo e co-presença entre docente e estudantes, como forma privilegiada para realização de atividades no ensino. Plataformas criam contextos específicos de consumo e influenciam a atenção e a imersão do espectador. A experiência de assistir a um animê em dispositivo móvel, por exemplo, pode ser menos imersiva do que em uma tela maior, impactando a percepção de detalhes visuais e a interpretação das metáforas, que mobilizam aspectos potencialmente abstratos, e conotativamente mais situados, ou seja, não imediatos.

Por sua vez, as plataformas que facilitam *binge-watching*[5] intensificam a imersão e a compreensão de sequências complexas ao longo de múltiplos episódios, mas esse tipo de relação com produtos de mídia, também conhecido como “maratonar”, tem sido problematizado na literatura (Starosta, Izydorczyk, 2020). Enquanto a visualização contínua pode sobrecarregar a percepção e diminuir a reflexão entre episódios, ela também permite imersão na trama, facilita a identificação de temas recorrentes, arcos narrativos complexos e coerência estética, componentes que podem passar despercebidos em uma recepção episódica convencional.

Nosso estudo focaliza a primeira temporada de *Dr. Stone* (2019), composta

[5] Binge-watching é o ato de assistir a vários episódios de uma série de televisão ou de um conteúdo similar consecutivamente, em uma única sessão. Esse comportamento se tornou popular com o advento das plataformas de streaming, como Netflix, que disponibilizam temporadas inteiras de séries de uma só vez, permitindo aos espectadores maratonar o conteúdo sem ter que esperar pela exibição semanal de episódios. Binge-watching pode intensificar a imersão na narrativa e modificar a experiência de visualização, influenciando a percepção e a interpretação do conteúdo.

por 24 episódios que exploram princípios científicos, como química, geologia, física e engenharia. Esses conceitos são codificados funcionalmente na narrativa, permitindo aos protagonistas, especialmente *Senku*, avançar em sua missão de recriar a humanidade. *Senku* cria artefatos e tecnologias essenciais, como máquinas, alimentos, medicamentos, armas e aparelhos celulares. O Quadro 4 apresenta os episódios estudados e seus respectivos títulos.

Quadro 3. Lista de episódios da primeira temporada de Dr. Stone

Episódio	Nome
S01E01	*Stone World*
S01E02	King of the Stone World
S01E03	Armas da Ciência
S01E04	Dispare o Sinal de Fumaça
S01E05	Stone World The Beginning
S01E06	Duas Nações do Mundo de Pedra
S01E07	Ode se passaram 2 milhões de anos
S01E08	*Stone Road*
S01E09	Faça-se a luz da ciência
S01E10	Tênue Aliança
S01E11	*Clear World*
S01E12	Amigos de costas contra costas
S01E13	Guerreiro Mascarado
S01E14	Master of Flame
S01E15	Cristalização de 2 milhões de anos
S01E16	Um conto de milhares de anos
S01E17	Cem noites e mil céus
S01E18	Stone Wars
S01E19	E em direção à modernidade
S01E20	A Era da Potência
S01E21	Clube de Artesanato Espartano
S01E22	O Tesouro
S01E23	Onda da Ciência
S01E24	Vozes a uma distância infinita

Fonte: Elaborado pelos autores.

Legenda. ‘S’ evoca a temporada e ‘E’ o episódio na série (S)

A criação dos artefatos é um ponto importante para o estudo do animê em termos metodológicos, pois é em torno deles que emergem uma boa parte dos ícones que estudamos. Isso é feito de forma cíclica, ao longo da narrativa, e conota a ciência como um repertório de conhecimento útil e intrinsecamente ligado à prática. *Senku*, como o cientista e portador desse conhecimento teórico, desempenha o papel de julgar e determinar quais soluções tangíveis são necessárias para reconstruir a humanidade no universo do animê.

O estudo dos episódios foi desenvolvido no VideoAnt®, um aplicativo gratuito baseado na web, desenvolvido pela Universidade de Minnesota, cujas funcionalidades dependem de uma conexão à internet. O VideoAnt® permite que o processo de registro e (de)codificação (Okuyama, 2015) dos trechos e sequencias da animação selecionados por um usuário possam ser dialogados ou revisados de forma colaborativa, devido aos seus recursos de compartilhamento. O processo de anotação e montagem do material foi conduzido por duas pessoas colaborativamente, uma que já conhecia toda a primeira temporada, e outra que estava recebendo o conteúdo do animê pela primeira vez.

> Nos estudos de mídia e cinema, codificação refere-se ao processo pelo qual uma ideia, conceito ou narrativa é transformado em uma linguagem audiovisual, utilizando códigos simbólicos, técnicos e culturais para criar significado. Esse processo envolve a seleção e organização de elementos visuais e sonoros que serão percebidos pelo espectador, e é influenciado por convenções culturais, gênero cinematográfico e intencionalidades dos autores. Para encontrar sequencias na narrativa que contenham ícones que possam ser mobilizados no ensino de química, codificados pelos criadores, que interessem ao estudo, criamos um fluxo de trabalho colaborativo e uma forma de assistir ao material nos quais cada anotação individual fosse revisada pelos dois analistas.

No processo de anotação, assumimos uma dupla intencionalidade: primeiro, nos permitimos contextualizar as cenas em metanarrativas que consideram o potencial pedagógico do animê, especialmente no ensino de química; segundo, criamos camadas de interpretação (interpretantes) que dialogam com nosso referencial teórico. Isso permite que as anotações sirvam como fonte para sentidos específicos de análise especialmente voltados ao produto educacional. A anotação

pode ser encarada assim como uma forma de mediação criativa, ao permitir que o receptor/analista reconstrua e ressignifique o conteúdo audiovisual a partir de objetivos específicos, como o ensino.

A anotação de material audiovisual refere-se ao processo de adicionar comentários, marcações e notas a segmentos específicos de um vídeo para facilitar a análise, interpretação ou discussão desse conteúdo. Essa prática é amplamente utilizada em contextos educacionais, acadêmicos e profissionais para destacar elementos relevantes, como aspectos técnicos, como uso de câmera, iluminação, narrativos como desenvolvimento de personagens, estrutura da trama, ou temáticos como símbolos, ícones e mensagens ideológicas. A anotação de um material bruto é normalmente a etapa que antecede ao processo de montagem.

A primeira temporada foi assistida e anotada a fim de encontrar conteúdos visuais pertencentes à Química. O primeiro movimento de anotação demarca, para um episódio, as sequencias que podem conter pelo menos um momento de ancoragem com os objetivos da análise. Nessa passagem de anotações foram selecionados 22 trechos pertinentes e que podem ser discutidos no Ensino de Química, por exemplo, nos anos finais do Ensino Fundamental, como apresentamos no Quadro 5.

Quadro 4. Sequências (segmentos) atribuídos ao domínio da Química na primeira temporada de Dr. Stone

Episódio	Trecho	Contexto	Objeto de conhecimento	Habilidade BNCC
S01E01 *Stone World*	13:59 – 14:25	*Senku* cita que retirou o sal da água do mar	Estados de Agregação da Matéria	EF09CI03
	16:16 – 17:08	*Senku* explica o método científico para *Taiju*	Práxis científica	EF09CI03
	17:31 – 18:30	*Senku* e *Taiju* produzem vinho a partir de uvas coletadas das árvores	Transformações químicas	EF06CI02
	18:43 – 20:39	*Senku* e *Taiju* destilam o vinho produzido para obter álcool	Misturas homogêneas e heterogêneas Separação de materiais	EF06CI01 EF06CI03

Episódio	Trecho	Contexto	Objeto de conhecimento	Habilidade BNCC
	20:36 - 22:07	Após conseguir produzir o nital, Senku e Taiju tentam despetrificar várias aves.	Práxis científica	EF09CI03
S01E02 *King of the Stone World*	14:54 – 17:21	*Senku* explica como obter carbonato de cálcio a partir de conchas do mar e descreve quatro aplicações desse sal	Funções Inorgânicas	EF09CI03
S01E03	16:10 – 18:27	*Senku*, *Taiju* e *Yuzuhira* encontram um Buda feito de bronze	Ligas metálicas	EF09CI01
S01E04 Dispare o sinal de fumaça	20:44 – 22:14	*Senku*, *Taiju* e *Yuzuhira* fabricam pólvora	Tabela Periódica Funções Inorgânicas	EF09CI03 EF09CI02
S01E06 Dois países no mundo de pedra	01:19 – 06:50	*Senku* demonstra as etapas do método científico	Práxis científica	EF09CI03
S01E07 Onde se passaram 2 mlhões de anos	09:01 – 11:44	Após encontrar alguns moradores de um vilarejo, *Senku* é apresentado ao "cienceiro" *Chrome* que, para impressioná-lo, lança sais de cobre, enxofre e sódio na chama de uma fogueira	Modelos Atômicos	EF09CI03
S01E08 *STONE ROAD*	11:58 – 12:10	*Senku* cita as proporções da reação de síntese do ferro	Leis Ponderais	EF09CI02
	12:11 – 13:27	Senku explica como funciona o sistema de oxigenação de uma fornalha	Reações Inorgânicas	EF09CI02
	17:35 – 18:20	O Reino da Ciência funde e molda uma folha de cobre. *Chrome* utiliza o coríndon para lixar a folha.	Propriedades da matéria	EF06CI02
S01E09 A luz da ciência nesta mão	17:15 – 17:58	O Reino da Ciência utiliza o corindon para lixar uma folha de cobre e transformá-la em um disco.	Propriedades da matéria	EF06CI02

Episódio	Trecho	Contexto	Objeto de conhecimento	Habilidade BNCC
S01E11 *Clear World*	05:10 – 05:52	O Reino da Ciência coleta areia de quartzo para produzir vidro	Propriedades da matéria	EF06CI02
	06:42 – 07:12	O Reino da Ciência utiliza coríndon para lixar o vidro na forma de lentes		
S01E12 Amigos de costas contra costas	03:50 – 07:04	A lança de prata muda de cor na presença de compostos de enxofre	Reações Inorgânicas Funções Inorgânicas	EF09CI02
	15:20 – 16:00	O Reino da Ciência tritura e filtra cinzas de madeira	Misturas homogêneas e heterogêneas	EF06CI02
S01E13 Guerreiro mascarado	02:28 – 04:18	*Senku* obtém os produtos para a produção de sulfa	Misturas homogêneas e heterogêneas Funções Inorgânicas	EF06CI02 EF09CI02
S01E21 *Spartan Crafts Club*	19:43 – 21:06	Um fragmento de sheelita (minério de tungstênio que brilha em azul sob luz ultravioleta) brilha na cor azul durante o pôr do sol	Cores e luz Tabela Periódica	EF09CI04 EF09CI03
S01E23 Onda de Ciência	03:35 – 03:37	O Reino da Ciência coloca diversos metais em ordem de resistência ao	Tabela Periódica	EF09CI03
	08:57 – 11:34	O Reino da Ciência trabalha em conjunto para conseguir derreter tungstênio		

Fonte: Elaborado pelos autores

O processo de anotação também é encarado como uma etapa preliminar à montagem do produto educacional. Durante a anotação, estamos envolvidos em encontrar os vínculos semióticos do animê, para emergência de imagens, diagramas e metáforas, e criar uma base de hipoícones para serem incorporados ao produto. O conjunto desses hipoícones será apresentado à frente, na sessão de análise, onde ofereceremos também os critérios para essa seleção.

Assim, consideramos, anotação e análise como unidade, uma espécie de “alimento semiótico” para um produto educacional que deve se manifestar prenhe de sentidos potencialmente relevantes à atividade de docentes de química. Ele está prenhe de sentidos, mas não se completa enquanto produto educacional apartado das vontades e escolhas dos professores aos quais se destina, tanto quanto reconhecemos, mas não conhecemos na totalidade, as limitações que cada espaço escolar encontra em sua cotidianidade.

7 ANÁLISE SEMIÓTICA E OS HIPOÍCONES EM DE DR. STONE

Com o objetivo de estudar o animê e delimitar as sequencias visuais da narrativa que potencialmente podem constituir janelas de trabalho no produto educacional, foi realizada uma análise semiótica no material correspondente à primeira temporada de ‘Dr. Stone’. Como destacamos anteriormente, a categoria semiótica que selecionamos na Teoria de Charles Peirce para guiar a análise foi o hipoícone. Essa escolha recorre aos debates e ideias que a noção de ícone tem manifestado como fundamento para delimitar e estruturar situações de estudo sobre fontes visuais e audiovisuais.

A seleção de pontos específicos nas sequências audiovisuais é justificada em diálogo com nosso enfoque teórico. Buscamos identificar imagens, diagramas e metáforas visuais, fundamentados na "síntese triádica" proposta por Peirce (Houser, 1998), que integra primeiridade, secundidade e terceiridade. A terceiridade (3) atua como mediadora, unindo qualidades icônicas da primeiridade (1) e ações relacionais da secundidade (2) em uma unidade relacional irredutível. Nossa metodologia segue essa estrutura: (1) **relevância visual** para imagens, (2) **estrutura visual** para diagramas, e (3) **resposta espectatorial** para metáforas.

A primeira camada é a relevância visual (Danesi, 2017; Molek-Kozakowska, 2019), com foco nos ícones presentes nas sequências do animê. Ícones visuais mantêm uma relação de similaridade com o objeto que representam, facilitando a identificação e o reconhecimento pelo espectador. No contexto do *Dr. Stone*, essa escolha se justifica pela necessidade de identificar momentos em que a representação visual da ciência, especialmente da química, se faz de maneira mais direta e acessível, utilizando elementos visuais que se assemelham aos conceitos científicos que se pretende ensinar. Por exemplo, a representação visual de uma reação química no animê, que se assemelha a experimentos ou formas de trabalho tradicionais de química. Esses momentos oferecem um repertório visual de objetos e conceitos do campo de trabalho dos químicos, e fazem isso de maneira imediatamente perceptível ao recepto/espectador, criando uma oportunidade de mediação pedagógica docente.

Em seguida, o conceito de estrutura visual para a seleção de diagramas. Diagramas são signos que representam relações e estrutura entre partes, no animê,

a estrutura visual foi analisada com o objetivo de identificar sequências que utilizam elementos diagramáticos para explicar processos científicos. Essa, das três, é a camada que, ao nosso ver, “salta” mais diretamente ao reconhecimento no processo de análise. Como nos exemplos que ofereceremos à frente, a maneira como o animê representa rotas de síntese, ou o funcionamento de dispositivos, emerge (e sabemos que essa foi uma estratégia de montagem da obra) como uma ruptura no fluxo visual com setas e flexas no desenho da animação. Essas sequências foram escolhidas por sua capacidade de desdobrar conceitos amplos e complexos de maneira visualmente clara. Essa estratégia visual de ‘Dr. Stone’ permite, como desejamos sustentar, pontos de análise mais detalhada de como o animê comunica ideias científicas complexas de uma maneira que pode vir a se tornar um estilo de produção para outros materiais audiovisuais, e um nicho de oportunidades para atividades em sala de aula (Danesi, 2017).

Em terceiro lugar, a resposta espectatorial (Collins e Lima, 2020) é o critério utilizado para a seleção de metáforas visuais, o terceiro tipo de hipoícone para Charles Peirce. As metáforas visuais em *Dr. Stone* conectam experiências emocionais dos personagens que podem ser transportadas ao campo científico e da química. Essas escolhas têm como objetivo engajar o receptor/espectador em um território de provocações e debates. A escolha desses pontos de análise se justifica pela capacidade das metáforas em suscitar respostas emocionais que podem ser transportadas ao debate para entendimento de conceitos. Por exemplo, a metáfora da "luz da ciência" em contraste com a "escuridão da ignorância", tipificada em ícones visuais em diferentes sequencias serve como território para situar o ponto de partida de um debate transportável ao progresso científico com valores positivos de conhecimento e iluminação. Esses momentos foram selecionados tanto por sua eficácia em capturar a imaginação (a imagem em ação) do espectador, quanto por darem passagem ao caminho de refletir como *Senku* e seus amigos ressoam, muitas vezes, uma perspectiva ufanista e ingênua sobre a atividade científica.

Ao incorporarmos esses conceitos semióticos em nossa análise, pretendemos configurar uma abordagem coesa e sistemática para examinar o animê *Dr. Stone* no contexto da educação em química. O uso de ícones visuais, diagramas e metáforas permite uma interpretação multidimensional das sequências, o que supomos fortalecer a credibilidade de nossas escolhas analíticas, mas também destacar *Dr.*

Stone como um espaço que combina aspectos visuais, estruturais e emocionais para mobilizar conhecimento químico e científico. Nas sessões à frente oferecemos exemplares de imagens, diagramas e metáforas situadas na primeira temporada.

6.1 (Algumas) Imagens de Química e Ciência em 'Dr. Stone'

Durante os cinco episódios do prólogo são construídas cerca de 15 ferramentas e itens essenciais como roupas de pele, cerâmica, cesta de vime, destilador de barro, sextante e jangada. Além disso, há a produção ou uso de substâncias químicas, como mostra Quadro 3.

Quadro 5. Imagens selecionadas na análise de Dr. Stone

Imagem	Substância	Descrição	Episódio
	Sal (NaCl)	Obtido por Senku através da evaporação da água do mar. Foi utilizado para aromatizar e conservar alimentos.	01
	Ácido Nítrico (HNO_3)	Encontrado por *Senku* na Caverna dos Milagres como subproduto do guano de morcego. É um dos principais componentes usados para fazer o fluido de reviver.	01
	Destilador de barro	Utilizado para destilar o vinho produzido por *Senku* e *Taiju*	01
	Vinho	Vinho elaborado por *Senku* e *Taiju* a partir do esmagamento e fermentação de uvas tintas durante três semanas, mexendo diariamente. Usado como fonte de álcool para fazer fluido de reviver após a destilação.	01

Imagem	Substância	Descrição	Episódio
	Etanol (C_2H_6O)	Obtido a partir da destilação do vinho e usado na produção de fluido de reviver.	01
	Fluido de reviver (HNO_3 + C_2H_6O)	O fluido de reviver é literalmente Nital, um agente decapante usado em metalografia, combinação de ácido nítrico com etanol (ou metanol).	01
	Carbonato de cálcio ($CaCO_3$)	Obtido na série a partir da trituração de conchas. Usado por *Senku* e *Taiju* na fabricação de sabão, argamassa e para aumentar a qualidade do solo.	02
	Argamassa	Obtida a partir do aquecimento de carbonato de cálcio e areia.	02
	Sabão	*Senku* usa o sabão de *Dr. Stone*, como alusão à capacidade do sabão em limpar e eliminar bactérias.	02
	Carbonato de Sódio (Na_2CO_3)	*Senku* mistura carbonato de sódio e óleo para produzir sabão.	02
	Bronze	Encontrado por *Senku*, *Taiju* e *Yuzuriha* no Buda de *Kamakura*. Usado por *Senku* para melhorar a precisão de seu sextante.	03
	Enxofre (S)	Encontrado por *Senku*, *Taiju* e *Yuzuriha* em fontes termais e áreas vulcânicas. Foi utilizado como ingrediente de fabricação da pólvora negra.	04

Imagem	Substância	Descrição	Episódio
	Nitrato de potássio (KNO_3)	Feito a partir do ácido nítrico da Caverna dos Milagres. Foi utilizado como ingrediente de fabricação da pólvora negra.	04
	Glicose ($C_6H_{12}O_6$)	Açúcar comum criado pelo aquecimento do álcool, encontrado na maioria das plantas. Usado para realçar a pólvora.	04
	Pólvora (S + C + KNO_3)	Usado para deter *Tsukasa*, sinalizar *Kohaku*, mais tarde para fazer as roldanas usadas para resgatar *Kohaku*, e em uma arma falsa para assustar *Hyoga* e suas tropas	04

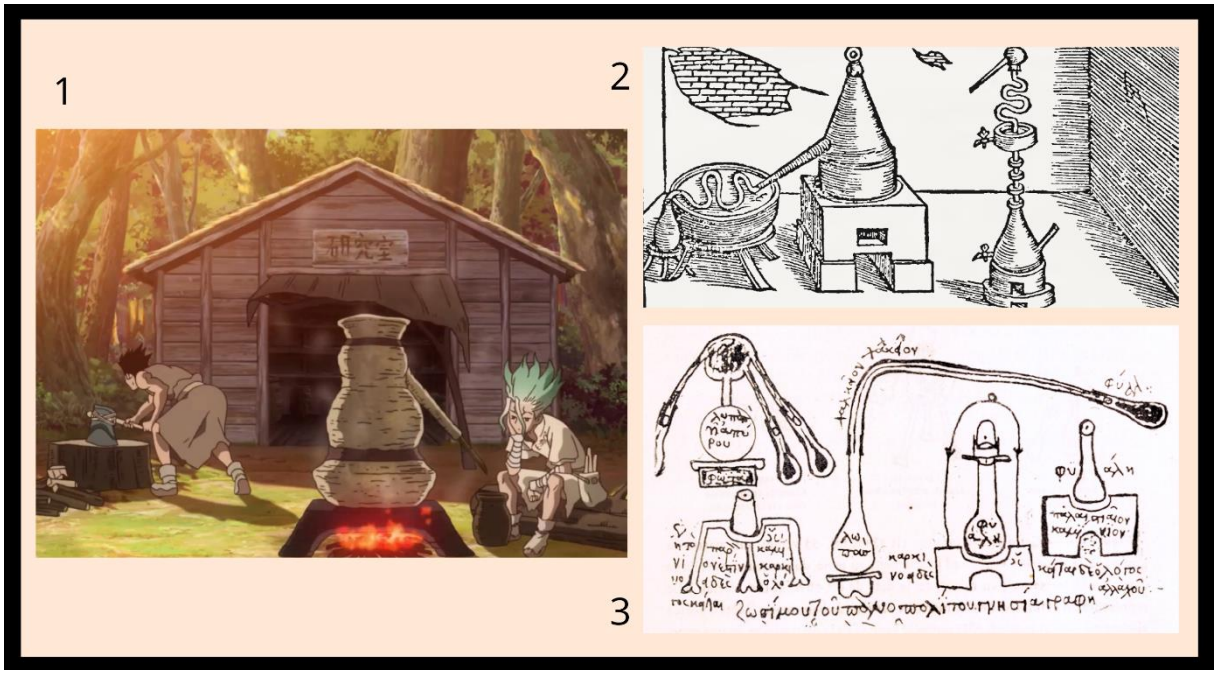
Fonte: Elaborado pelos autores

Apresentamos uma seleção de imagens que emergem das sequências da primeira temporada de *Dr. Stone*. O Quadro 3 apresenta uma interpretação da potência narrativa visual do animê como fonte de investigação ao ensino de química. O animê oferece um suporte versátil para a criação de diálogos na sala de aula que abrangem desde a história da química, aspectos macroscópicos até reações químicas, entre outros temas relevantes. Aprofundamos a análise da iconicidade imagética do primeiro episódio, disponível publicamente no YouTube, para destacar como ele pode ser utilizado para mobilizar conceitos científicos em sala de aula.

Nos permitimos, nas linhas à frente, instanciar a potência visual das imagens de *Dr. Stone*. Vamos estudar, brevemente, uma imagem do acervo indicado no Quadro 3 e mobilizá-la no contexto de uma atividade hipotética sobre “destilação” em diálogo com a história da química. Há na literatura do ensino de química muito boas problematizações sobre essa temática, nosso desejo é, meramente, oferecer um breve ensaio ao leitor sobre mais esse espaço visual de possibilidades.

Vamos estudar a imagem “destilador de barro”. Um aspecto interessante dessa imagem é que ela pode ser usada para contradizer o “sentimento” da destilação como técnica moderna. A destilação é a técnica de separação mais antiga que existe, com registros antropológicos de seu uso anteriores à 3.500 a.D. Existem destiladores ancestrais mais complexos do que o fabricado por Senku, como o alambique de Pyrgos (região no Chipre), com registro por volta de 2.000 a.D., usado para a produção de óleos essenciais e perfumes (Aufrére, et. Al., 2022). Mas essa imagem revela boas qualidades de um destilador ancestral de cerâmica, além disso, nesse momento da narrativa Senku demonstra ter dificuldade para “acertar” o ponto de cozimento do material, para que a cerâmica resistisse à pressão interna do processo de destilação, outro aspecto que pode ser mobilizado em diálogo com as imagens na sequência.

Figura 5. Imagens de destilação em Dr. Stone e na História da Química



Fonte: (1) Frame (minuto 19:43) do primeiro episódio da primeira temporada de Dr. Stone; (2) Destilação de álcool em: V. Biringuccio, *De la pirotechnia* (1540) p. 348; (3) Destilação nos papiros de Zósimo de Panápolis (300 d.C. – 370 d.C.) em: M. Berthelot, *Collection des anciens alchimistes grecs* (v. 1) (1887), p. 163.

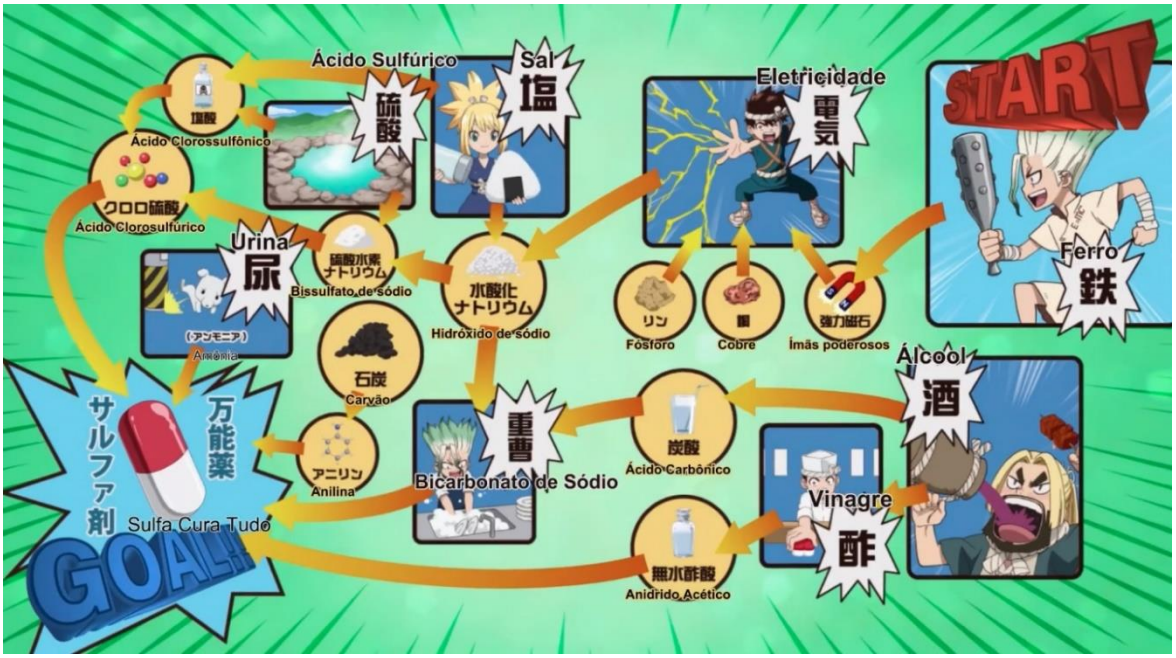
A Figura 5 composta por um frame do animê *Dr. Stone*, uma ilustração do processo de destilação de álcool de Biringuccio e uma imagem do papiro de Zósimo, conforme apresentado no livro de Berthelot, exemplifica uma relação entre hipoícones, onde cada imagem manifesta qualidades comuns e distintas relacionadas à

destilação. No diálogo com o ensino de química, essas imagens podem ser usadas para demonstrar as transformações técnicas do controle de calor e do processo de destilação. A relação entre esses hipoícones permite criar uma situação favorável a entrelaçamentos da história com a química, inclusive em uma abordagem interdisciplinar ao destacar diálogos entre ciência e cultura ao longo do tempo.

6.2 Os Diagramas em Dr. Stone

A primeira temporada possui dois grandes projetos: a produção de antibióticos (ao qual são dedicados grande parte dos episódios) e a de um aparelho tipo celular. O diagrama abaixo mostra a rota de produção de sulfa elaborada por *Senku*, com as substâncias que deveriam – e foram – produzidas durante os episódios.

Figura 6. Diagrama de produção de sulfa



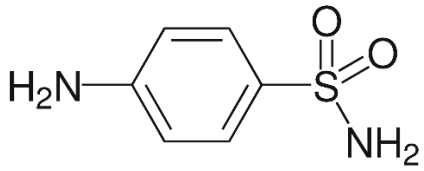
Fonte: Frame do episódio oito da primeira temporada

As sulfonamidas, ou sulfas, são uma classe de medicamentos que foram amplamente utilizadas no tratamento de infecções bacterianas. Elas funcionam inibindo a síntese de ácido fólico nas bactérias, um processo essencial para a reprodução e crescimento bacteriano. As sulfonamidas foram os primeiros antibióticos eficazes descobertos e revolucionaram o tratamento de infecções no início do século XX. Embora seu uso tenha diminuído com o surgimento de outros antibióticos, elas

ainda são usadas em determinadas condições, como infecções urinárias e outras infecções bacterianas específicas.

Com base nos reagentes mencionados no diagrama: anidrido acético, bicarbonato de sódio, anilina, amônia e ácido clorossulfônico, Senku estaria potencialmente tentando sintetizar uma sulfonamida, a anilina ($C_6H_5NH_2$) pode reagir com o ácido clorossulfônico (H_2NSO_2Cl) para formar uma sulfonamida básica, neste caso, a *sulfanilamida*.

Figura 7. Estrutura da sulfanilamida



Fonte: Elaborado pelos autores

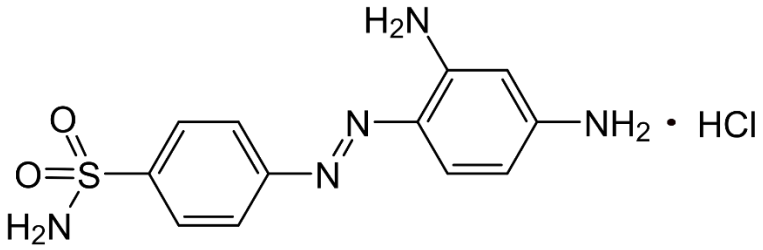
A síntese apresentada é quimicamente viável com os reagentes listados, embora, na prática, seria necessário controle preciso das condições de reação, como temperatura e pH, para garantir a formação eficiente e pura da sulfanilamida. Embora o diagrama simplifique o processo, ele representa uma rota química realista para a produção de sulfanilamida. Outro ponto positivo para *Senku* é que esse diagrama oferece (novamente) uma janela para a história, pois a sulfanilamida ocupa um lugar significativo na história dos antibióticos como uma das primeiras sulfonamidas a serem utilizadas no combate a infecções bacterianas.

Embora tenha sido sintetizada pela primeira vez em 1908 (Drews, 2000), sua eficácia como agente antibacteriano só foi reconhecida quase três décadas depois. Em 1935, a equipe de Daniel Bovet, do Instituto Pasteur em Paris, fez uma descoberta crucial: a sulfanilamida, cujo nome oficial é 4-aminobenzenossulfonamida, demonstrou ser eficaz tanto em estudos laboratoriais (in vitro) quanto em organismos vivos (in vivo). Esta descoberta marcou o início do uso terapêutico das sulfonamidas, revolucionando o tratamento de infecções bacterianas.

A sulfanilamida também é um composto que situa a sua história em uma relação complexa com a cultura, ética e política. O primeiro medicamento

antibacteriano introduzido clinicamente de forma eficaz foi o *Prontosil*. Desenvolvido na década de 1930 por Gerhard Domagk, bacteriologista alemão que trabalhava para o complexo de indústrias nazistas *IG Farben* (sindicato de indústrias de corantes). O *Prontosil* foi inicialmente testado como um corante sintético vermelho. Ao testar o composto em camundongos infectados com bactérias do gênero *Streptococcus*, Domagk descobriu que o *Prontosil* tinha uma potente ação antibacteriana, capaz de curar infecções que até então eram fatais.

Figura 8. Estrutura do *Prontosil*



Fonte: Elaborado pelos autores

A pesquisa de Domagk, no entanto, revelou que o *Prontosil* não era diretamente ativo; ao ser metabolizado no corpo, ele liberava a sulfanilamida, que era o verdadeiro agente antibacteriano. A *IG Farben* desempenhou um papel significativo na pesquisa e no desenvolvimento do *Prontosil*, assim como na produção do *Zyklon B* para as câmaras de gás de Auschwitz. Em 1939, Gerhard Domagk foi agraciado com o Prêmio Nobel de Medicina por sua descoberta. No entanto, devido às políticas do regime nazista, foi forçado a recusar o prêmio. Hitler tinha imposto restrições após o Prêmio Nobel da Paz de 1935 ter sido concedido a Carl von Ossietzky, um conhecido dissidente do regime nazista. Como resultado, Domagk nunca recebeu a recompensa do Nobel, apesar de ter ido pegar a medalha e o diploma em 1947, depois do fim da segunda guerra.

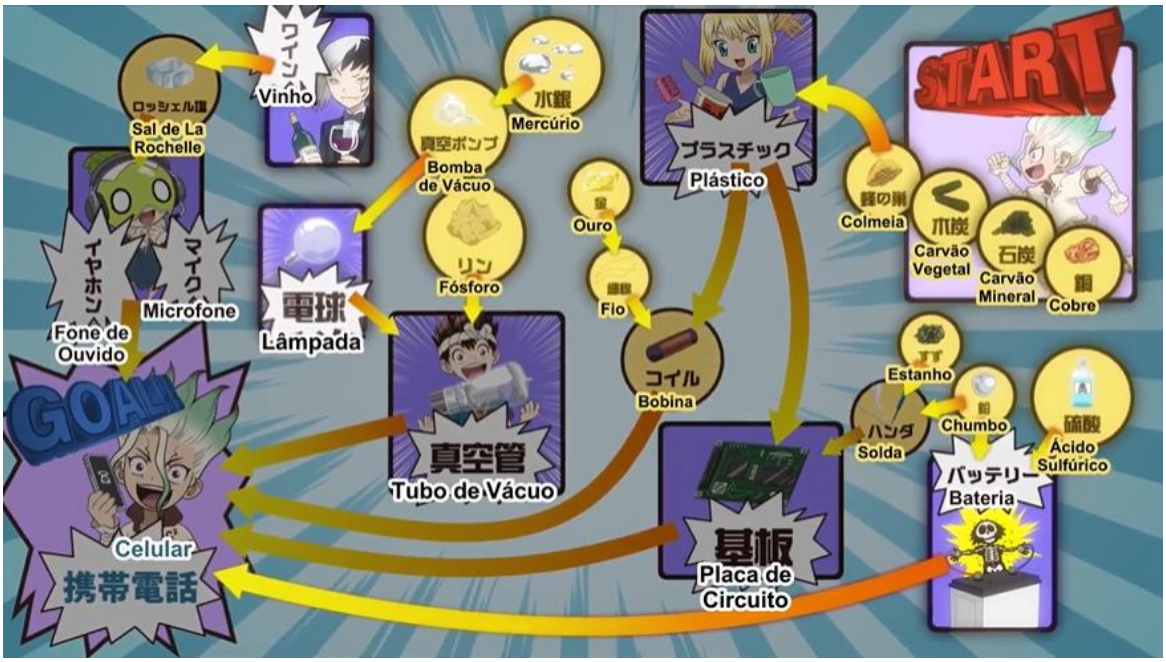
O uso clínico da sulfanilamida começou a declinar significativamente após a descoberta e o desenvolvimento de antibióticos mais eficazes e com menos efeitos colaterais, como a penicilina, na década de 1940. A partir dos anos 1950 e 1960, o uso de sulfanilamida foi amplamente substituído por outras sulfonamidas mais seguras e específicas. Embora a sulfanilamida não seja mais amplamente usada na

prática clínica, ela marcou o início da era dos antibióticos e permanece um marco histórico na medicina.

Quanta história cabe em um diagrama. Os diagramas, na narrativa de *Dr. Stone*, oferecem ao receptor um sistema de explicação que organiza conceitos científicos em etapas na produção de um objeto ou produto da ciência. Perceba que falamos somente de alguns aspectos postos no diagrama, praticamente há uma outra metade que também pode ser mobilizada em temas relacionados ao ensino de química. Cada agente ou instância diagrama é tratado como uma etapa ou desafio na jornada de *Senku* como herói. Esses hipoícones cumprem papel explicativo e estruturam a progressão da história, ao transformar a busca pelo conhecimento e a reconstrução da civilização em uma série de "missões" ou "fases" que *Senku* e seus aliados devem superar.

Esse tipo de abordagem que parece ser fixada no diagrama incorpora funções da gamificação (Szegletes, Koles e Forster, 2015) e pretende envolver ainda mais a atenção do espectador, pois cada diagrama marca um avanço na narrativa, representando conquistas que levam Senku um passo mais próximo de seus objetivos. Assim, os diagramas funcionam como mapas visuais que guiam tanto os personagens quanto o receptor através da narrativa, entrelaçando-os e pondo em destaque os desafios científicos como etapas na jornada heroica de *Senku*. Vamos ver ainda outro diagrama na Figura 9.

Figura 9. Diagrama da fabricação de celular (S01E21)



Fonte: Frame do episódio vinte e um (Z=21) da primeira temporada

Cada vez mais ousado, Senku agora quer fabricar uma espécie de aparelho celular, uma forma de comunicação móvel com válvulas. Embora o projeto seja ambicioso e, em muitos aspectos, irrealizável com os recursos limitados do mundo pós-apocalíptico de *Dr. Stone*, ele oferece um espaço rico para explorar alguns conceitos. A criação de uma bateria utilizando ácido sulfúrico, chumbo, e outros elementos é quimicamente viável. Essa parte do diagrama reflete corretamente princípios básicos das baterias de chumbo, ainda usadas em muitos dispositivos. A fabricação de uma placa de circuito e tubos de vácuo é mais complexa. Esses componentes requerem tecnologias de precisão.

A construção e utilização das ferramentas utilizadas para conseguir essas substâncias são mostradas ao longo dos episódios, algumas com mais destaque do que outras. Um aspecto importante de se ressaltar nesse diagrama é que ele se manifesta como uma síntese de uma etapa da jornada de *Senku*, a partir do encontro com os moradores da Vila *Ishigami*. A narrativa pontua a construção dessas ferramentas como resultado de um ativo processo de colaboração que envolve um grupo de personagens, que tem suas habilidades são reconhecidas por *Senku*. O desafio do tipo de vácuo, por exemplo, só é possível, pois nessa vila encontra-se um ancião *Kaseki*.

A habilidade de *Kaseki* em trabalhar com vidro torna a criação de tubos de vácuo viável. Tubos de vácuo, usados em eletrônica antiga, requerem vidro de alta qualidade e técnicas de vedação precisas, algo que *Kaseki* pode fornecer. Isso melhora significativamente as chances de *Senku* conseguir fabricar esses componentes essenciais. Assim, esse diagrama destaca a importância da interdisciplinaridade, combinando conhecimentos e habilidades artesanais. Isso pode mobilizar atividades em sala de aula sobre como diferentes campos da ciência e da tecnologia são coordenados para criar produtos complexos.

Nos diagramas apresentados em *Dr. Stone*, observamos uma convergência entre a função diagramática hipoicônica e sua função semântica dentro da narrativa. Como hipoícone, o diagrama serve para representar visualmente as relações e processos necessários para a criação de um objeto. Cada objeto (nesta sessão a Sulfa e o Celular) é uma síntese agregadora das funções do diagrama, essa representação icônica organiza as informações do conhecimento científico subjacente, mas também atua como signo visual que estrutura a progressão da história. O diagrama funciona como um mapa conceitual tanto para os personagens quanto para os espectadores, guiando o desenvolvimento da narrativa e demonstrando como cada etapa contribui para o objetivo. Essa fusão entre função diagramática e semântica marca a progressão da narrativa ao representar algo como estados discretos do avanço do conhecimento e da capacidade humana, aglutinados em *Senku*.

6.3 As metáforas em Dr. Stone

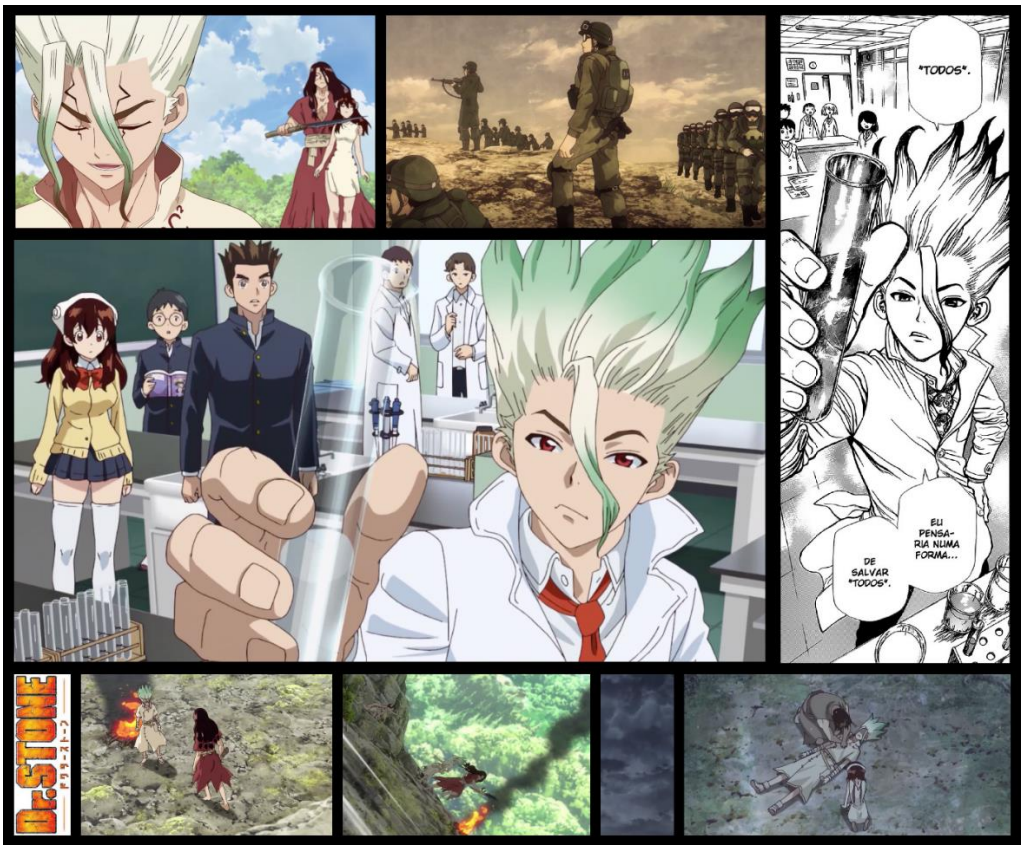
O repertório de imagens em *Dr. Stone* relacionáveis à química e ao trabalho dos químicos proporciona um território que consideramos fértil para identificação e análise de metáforas. A série utiliza conceitos científicos para impulsionar sua narrativa e os traduz em ícones visuais que repercutem no engajamento do espectador. Essas imagens estão carregadas de sentidos que transcendem qualquer função ilustrativa e podem atuar como metáforas que oferecem novas oportunidades a debates na sala de aula de química.

Ao criar endereços de sentido para conceitos abstratos como metáforas visuais, *Dr. Stone* cria também um espaço no qual a ciência se torna tangível e emocionalmente ressonante, facilitando discussões sobre o papel da metáfora na

construção e transmissão do conhecimento científico. Nesse sentido, a série oferece uma oportunidade única para explorar como as metáforas funcionam como formas de transportar os receptores entre dimensões do abstrato e do concreto, entre o conhecimento científico, suas formas de uso e a questões mais profundas da psiquê humana, tornando a ciência palco para debates que ecoam na contemporaneidade.

Vamos estudar um segmento no episódio cinco da primeira temporada. Nesse ponto da narrativa, *Tsukasa* confronta *Senku*, e após uma tentativa de resolverem suas divergências sem sucesso, ele ataca *Senku*, o matando. Esta cena pode ser interpretada como uma metáfora visual que encapsula os conflitos centrais e os temas da série. A imagem é rica em significados, representando o choque entre passado e futuro, além de servir como uma inflexão no debate filosófico sobre a ética na ciência química contemporânea. O ato de *Tsukasa* ao atacar *Senku* simboliza o conflito entre a preservação de um mundo "puro" e "natural", que *Tsukasa* almeja, e o avanço científico, personificado em *Senku*. Ao tentar eliminá-lo, *Tsukasa* não está apenas tentando matar um indivíduo, mas erradicar o futuro científico, na tentativa de manter a humanidade em um estado primitivo que ele considera ideal.

Figura 10. Metáfora Visual em *Dr. Stone*



Fonte: Elaborado pelos autores com frames do episódio cinco do animê e um quadro do capítulo doze (Z=12) do mangá

Tsukasa não se apresenta como um antagonista convencional; ele encarna uma resistência profunda ao avanço científico, personificando a tensão entre o desejo de preservar um estado de pureza natural e a inevitável marcha do progresso científico. Sua visão de manter a humanidade em um estado purificado, livre das complexidades e contradições da modernidade, revela não apenas medo, mas uma desconfiança enraizada na capacidade da ciência de servir como guia para um futuro promissor. Nesse sentido, *Tsukasa* vê a ciência como uma força ambígua, potencialmente corruptora e desestabilizadora, que irá reconduzir a humanidade a um ciclo de preconceito, pobreza e opressão.

O ato de *Tsukasa* ao atacar e aparentemente matar *Senku* (fique tranquile pois ele não morre!) vai além de uma simples luta física; ele é carregado de sentidos simbólicos. Este momento funciona como uma metáfora visual que encapsula a luta entre dois paradigmas: de um lado, a visão de *Tsukasa*, que busca retornar a uma

sociedade idealizada e harmoniosa, livre das intervenções científicas que ele considera perigosas; do outro, a visão de *Senku*, que representa o “impulso inabalável” do conhecimento, da inovação e do progresso tecnológico.

A narrativa visual aqui reflete um conflito filosófico profundo sobre o papel da ciência na sociedade. *Tsukasa* percebe a ciência, personificada por *Senku*, não como um caminho para o futuro, mas como uma ameaça ao seu ideal de um mundo natural e intocado. Em termos semióticos, o ato de *Tsukasa* simboliza uma tentativa de romper com a trajetória da história que ele acredita levar inevitavelmente à corrupção e à desigualdade. Ao tentar eliminar *Senku*, ele está simbolicamente tentando suprimir o futuro científico-tecnológico que poderia, na sua percepção, desestabilizar a ordem que ele deseja preservar.

Na primeira linha da montagem que oferecemos na Figura 10, o primeiro frame mostra *Senku* de olhos fechados e cabeça baixa, enquanto *Tsukasa*, ao fundo, mantém uma espada no pescoço de *Yuzuriha*. Esta imagem é carregada de tensão, representando a resignação momentânea de *Senku* diante da força bruta de *Tsukasa*. A escolha de mostrar *Senku* de olhos fechados sugere um estado de aceitação, ou talvez um sacrifício aceitado, onde ele temporariamente cede ao poder físico de *Tsukasa*, e consciente do conflito filosófico em jogo.

Ao lado desse frame, a imagem de uma cena de guerra, estilisticamente distinta do animê, introduz um contraste visual que expande a metáfora. A cena de guerra funciona como um símbolo de devastação e ruptura, lembrando ao receptor que os conflitos filosóficos e a ética na ciência não estão isolados, mas fazem parte de uma linha contínua na história da humanidade, onde as escolhas em torno do uso da ciência trazem repercussões duradouras. O contraste entre o estilo visual do animê e a imagem de guerra sublinha as decisões de *Senku* e *Tsukasa* como equivalentes às decisões tomadas em tempos de guerra. Isso é uma estratégia de montagem que considera a hipoiconicidade diagramática, que implica uma relação entre as duas imagens. Ela nos permite pensar atividades praticamente transdisciplinares e incluir uma reflexão sobre a história e o papel que a ciência desempenha nesses momentos de crise.

Na segunda linha da colagem na Figura 10 tomamos a liberdade de pôr lado a lado um frame do animê e um quadro do mangá, que reforça o poder dessa imagem (agora nós mesmos usando a potência do diagrama e embarcando-o em nossa metáfora). Ela emerge, tanto no animê, quanto no mangá, quando *Taiju* e *Yuzuriha*, ao lamentar a morte de *Senku*, lembram-se dele em uma pose emblemática, metáfora histórica da ciência a partir da medicina, e chave para a ressureição do nosso herói. *Senku*, morto e em um estado de vulnerabilidade, é rememorado na figura clássica do cientista, olhando atentamente para um tubo de ensaio, o que reforça sua identidade com a ciência. Aqui a metáfora, atrelada nesse ponto da narrativa, nos permite dizer que a ciência não é apenas um conjunto de conhecimentos, mas uma força vital imanente à *Senku*, e que, por extensão, continuará a viver mesmo diante da adversidade.

A imagem clássica da pose de cientistas refere-se à antiga técnica da uroscopia. É um processo no qual os médicos examinavam a urina dos pacientes em busca de sinais diagnósticos, acreditando que a cor, o cheiro e a aparência da urina podiam revelar o estado de saúde do corpo. Na uroscopia, o médico, segurando um frasco ou tubo de vidro contendo urina, simboliza a observação cuidadosa e a busca pelo conhecimento oculto nas funções internas do corpo humano. Essa prática, baseada na crença de que a urina podia refletir o equilíbrio ou desequilíbrio dos humores, estabeleceu-se como uma técnica diagnóstica central em uma época em que o entendimento do corpo era limitado (Schummer, Bensaude-Vincent, van Tiggelen, 2007). Na figura 11, apresentamos exemplos dessas imagens de ciência.

Figura 11. Imagens da Pose da Uroscopia

Fonte: Elaborado pelos autores; (1) Caricatura de John Dalton por James Stephenson (1808-1886), provavelmente de 1882 (ambas da Coleção Edgar Fahs Smith); (2) Avicena (980–1037) realizando uma uroscopia, ilustração do *Liber chronicarum* ("A Crônica de Nuremberg") de Hartmann Schedel, 1493; (3) Relevo do lado sul do Campanário no Domo de Florença, representando a Medicina, por Giotto di Bondone (1267-1337) 1334-37 Mármore Museu dell'Opera del Duomo, Florença; (4) Marcelin Berthelot (1827-1907), óleo sobre tela de Harry Salomon (em artsdot.com); (5) Retrato de Louis Pasteur (1822-1895) em seu laboratório. Gravura vintage, aproximadamente do final do século XIX.

No entanto, com o tempo, a imagem do médico segurando um frasco de urina começou a adquirir conotações mais críticas. A prática da uroscopia, quando associada à uromancia, uma forma de adivinhação que utilizava a urina para prever o futuro, foi alvo de sátira, particularmente em charges e gravuras dos séculos XVI e XVII. Essas representações satíricas frequentemente retratavam os médicos como charlatões ou figuras tolas, que, em vez de praticarem uma ciência séria, estavam envolvidos em práticas supersticiosas. As críticas eram uma forma de contestar a

autoridade dos médicos e, de questionar a validade das práticas científicas da época, de certa forma, no mesmo caminho de *Tsukasa*.

Na terceira linha da colagem na Figura 10, a transição visual da conversa entre *Tsukasa* e *Senku* ao ataque fatal, seguida pela lamentação de *Taiju* e *Yuzuriha* sob um céu que se torna cinza e chuvoso, reforça uma visão maniqueísta da ciência como a única força capaz de trazer clareza e progresso à humanidade. A narrativa de *Dr. Stone* promove uma visão onde a ciência, representada por *Senku*, é a única força moralmente correta e necessária para a salvação da humanidade, sem considerar a complexidade ética e social que acompanham seu avanço. *Tsukasa*, ao tentar suprimir a ciência, é vilanizado, mas sua visão, de que o "progresso" (e aqui também podemos ler "mercado") desenfreado pode levar à repetição dos erros do passado, merece problematização.

O uso da chuva e da escuridão podem, então, ser reinterpretados não apenas como luto pela ciência que morre na carne de *Senku*, mas como momento de reflexão sobre a necessidade de uma nova aliança. Será que o "progresso científico" é sempre benéfico? Será que a "luz da ciência" sempre ilumina, ou também cega? A tempestade que segue a morte de *Senku* simboliza o caos que surge quando as complexidades éticas são ignoradas em nome do "progresso científico". A tentativa de *Tsukasa* de preservar um estado "natural" da humanidade não deve ser vista apenas como uma barreira ao progresso, mas como uma voz que alerta contra os perigos de um futuro que não considera as lições do passado. A mudança de tempo e clima, então, poderia servir para abrir um debate em sala de aula sobre as implicações mais amplas do avanço científico, evitando a armadilha de uma visão excessivamente ufanista da ciência como salvadora incontestável.

Ao problematizarmos essa sequência como metáfora visual em *Dr. Stone*, é importante reconhecer que a ciência, enquanto produto da atividade humana, não é isenta de desafios éticos e sociais. Este trecho, ao retratar o conflito entre *Senku* e *Tsukasa*, nos convida a refletir sobre as implicações do avanço científico, e lembrar que aquilo que é considerado "progresso" deve ser acompanhado por consideração cuidadosa de seus impactos sobre o mundo ao nosso redor. Portanto, ao invés de uma visão simplista que glorifica a ciência como única força redentora, esta metáfora pretende encorajar a adoção uma postura reflexiva, ao ponderar os dilemas éticos que

emergem no cruzamento entre inovação científica e valores humanos. A metáfora em *Dr. Stone* celebra o poder da ciência, e nos desafia a pensar sobre como podemos equilibrar o desejo “por mais” com a necessidade de sermos responsáveis ética e socialmente.

8 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto resultante desta dissertação é um sítio da web intitulado “Dr. Stone e o Ensino de Química”[6], e reúne a codificação de episódios selecionados da série. Este recurso é voltado para professores de Química dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Foram escolhidos cinco episódios para compor o site: (1) *Stone World*, (2) *King of the Stone World*, (3) Onde se passaram 7 milhões de anos, (4) Amigos de costas contra costas e (5) Onda da Ciência. A seleção dos episódios foi baseada em critérios como a quantidade de conteúdos abordados, a abrangência dos objetos de conhecimento, a riqueza de detalhes e a contextualização dos temas tratados. Buscamos, ainda, alinhar o conteúdo às diversas habilidades propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2015).

O provedor *Webnode* foi selecionado por ser de fácil acesso, sem custos e permitir a criação de sites sem necessidade de conhecimentos de programação ou design. O site foi dividido em cinco seções de navegação: (a) Início, (b) Trechos, (c) Hipoícones, (d) Caixa de Sugestões, (e) Sobre Nós. O endereço do site direciona o leitor para a página “Início”. Esta introduz informações sobre a série: o tipo de público, gêneros, criadores, número de temporadas atuais e *streamings* de exibição. Ainda, há dois botões com os logos das plataformas que oferecem acesso ao animê. Ao clicar em cada um deles, o leitor é direcionado para a página da série nesses ambientes. Adiante, há uma breve sinopse sobre a série e sua relação com a ciência e tecnologia.

A seção “Trechos” organiza os episódios da série em posts individuais, cada um dedicado a um episódio específico. Cada post inclui o título do episódio, acompanhado por uma breve descrição do enredo ou do ponto de desenvolvimento narrativo abordado. Além disso, são destacados os conteúdos químicos presentes no episódio, com uma análise de como esses conceitos se conectam às habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Para colaborar no uso por parte de professores e professoras, também é fornecida a minutagem exata em que cada conteúdo é abordado. Os títulos dos episódios foram estilizados de maneira

[6] “Dr. Stone e Ensino de Química” pode ser acessado pelo link: <dr--stone-e-ensino-de-quimica0.webnode.page/>

semelhante àquela utilizada nos mangás da série, como uma referência visual aos números atômicos dos elementos químicos.

No Quadro 6, apresentamos a organização dos episódios em uma proposta de correlação com os objetos de conhecimento que podem ser explorados por docentes em atividades pedagógicas no segmento do Ensino Fundamental. Os episódios foram dispostos em ordem crescente, seguindo a sequência da série. No entanto, os conteúdos abordados foram organizados de acordo com a cronologia dos objetos de conhecimento estabelecidos para os anos finais do Ensino Fundamental, conforme indicado no próprio quadro.

Quadro 6. Episódios no produto educacional

Episódios	Objetos de Conhecimento	Habilidades BNCC
S01E01 *Stone World*	Práxis científica	EF09CI03
	Estados de agregação da matéria	EF09CI01
	Transformações químicas	EF06CI02
	Misturas homogêneas e heterogêneas	EF06CI02
	Separação de materiais	EF06CI03
S01E02 *King of the Stone World*	Funções Inorgânicas	EF09CI03
S01E07 *Onde se passaram 7 milhões de anos*	Modelos Atômicos	EF09CI03
	Espectro Eletromagnético	EF09CI06
S01E12 *Amigos de costas contra costas*	Tabela Periódica	EF09CI03
S01E23 *Onda da Ciência*	Tabela Periódica	EF09CI03
	Ligações Químicas	

Fonte: Elaborado pelos autores

A organização proposta no Quadro 6 visa sugerir aos docentes possíveis espaços de integração dos conteúdos do segmento, ao ter em vista a expectativa de como o produto pode dialogar com as demandas contingenciadas pela BNCC. A ideia é permitir sua utilização de maneira alinhada às expectativas de aprendizagem e ao desenvolvimento das habilidades previstas para cada etapa de ensino. Observe-se que há temas que indicamos como associados ao Ensino Fundamental que também podem ser apropriados em atividades do Ensino Médio.

Os direitos autorais impõem restrições à criação de vídeos que utilizem trechos específicos da série, inviabilizando a produção de conteúdo audiovisual diretamente extraído dos episódios para o sítio da web, estratégia que era nossa intenção original. Em conformidade com a Lei de Direitos Autorais (Lei nº 9.610/1998), optamos por uma abordagem alternativa. Assim, em vez de incluir vídeos completos, imagens são apresentadas em formato de *slideshow*, ao final de cada post. Este recurso permite que docentes e outros usuários do ambiente visualizem os momentos-chave dos episódios, sem infringir as limitações legais, destacando-se aspectos educacionais e interpretativos de cada conteúdo.

Além de identificar os conteúdos presentes em cada trecho, organizamos na seção "Caixa de Sugestões" um conjunto de ideias para a utilização desses materiais em sala de aula. Vale ressaltar que nosso objetivo não é fornecer planos de aula prontos ou um manual de instruções detalhado, mas sim oferecer pontos de partida inspiradores para professores e professoras. Essa seção visa compartilhar a criatividade docente e estimular autonomia pedagógica nessa direção, ao sugerir atividades que devem ser adaptadas às necessidades e contextos específicos de cada turma. Nossa intenção é promover reflexões, ao encorajar docentes a explorar novas formas de integrar o audiovisual, e animês especificamente, ao cotidiano escolar.

Com o intuito de promover interação continuada entre os autores e os leitores do sítio, foi disponibilizado um canal de comunicação. As ideias e sugestões enviadas por meio desse espaço serão encaminhadas diretamente para o e-mail dos autores, permitindo um diálogo aberto e colaborativo. Posteriormente, após curadoria, as contribuições mais relevantes poderão ser compartilhadas no site, enriquecendo o conteúdo e criando um espaço dinâmico de troca de experiências.

De forma ampla, e a partir de “Dr. Stone e Ensino de Química” pretendemos abrir caminhos para (re)pensar o Ensino de Química ao demonstrar que o potencial para despertar o interesse dos alunos pode vir daquilo que eles já procuram para entretenimento. Assim, apresentamos sugestões e exemplificamos, utilizando um animê, como abarcar esse conceito na prática.

6.3 Ensaios piloto

Realizamos dois tipos de ensaio piloto durante o período desse projeto de dissertação. A primeira atividade ocorreu no início do ano letivo de 2023, no âmbito de uma escola privada confessional na Zona Norte do município do Rio de Janeiro. O segmento escolhido foi o nono ano[7] do Ensino Fundamental, cujo currículo de Ciências é composto pelas disciplinas Química e Física. A atividade foi aplicada em das turmas deste segmento, cada uma com aproximadamente 35 alunos.

O primeiro episódio (*Stone World*) foi selecionado por conter objetos de conhecimento abordados em séries anteriores: (a) Práxis científica, (b) Transformações químicas, (c) Misturas homogêneas e heterogêneas e (d) Separação de materiais.

A atividade ocorreu no primeiro dia letivo, após uma breve discussão sobre a origem da ciência, tipos de conhecimento e os assuntos que seriam abordados no episódio.

Ao perceberem que a mídia utilizada seria um animê, as duas turmas manifestaram a mesma reação: espanto acerca da mídia escolhida, seguido de indagações e sugestões sobre títulos que a docente assiste/deveria assistir. A maioria demonstrou interesse e alguns deles comentaram que já acompanhavam *Dr. Stone*, ou tinham conhecimento sobre a série. Nesse momento, houve uma breve dispersão entre os alunos que passaram a comentar sobre o desenho e outros títulos de animês que estavam acompanhando no momento. Apenas uma aluna de uma das turmas manifestou que não gostava desse tipo de mídia pois considerava infantil.

A exibição do episódio ocorreu sem pausas e, antes de iniciá-la, a docente instigou os alunos a encontrem os momentos onde as personagens aplicariam os conceitos relembrados.

[7] A escolha desta série ocorreu após análise do currículo escolar dos anos finais do Ensino Fundamental II. Os alunos do nono ano já haviam sido apresentados a alguns dos objetos de conhecimento abordados no primeiro episódio de Dr. Stone.

Figura 12. Exibição de *Stone World* em uma turma dos anos finais do Ensino Fundamental

Fonte: elaborado pelos autores

Durante a discussão foi perceptível que os momentos em que *Senku* exerceu a práxis científica e a transformação das uvas em vinho foram os mais evidenciados pelos alunos. Um deles relacionou a cena em que *Taiju* amassa as uvas com uma atração típica da Festa da Uva[8], que ocorre a cada dois anos no estado do Rio Grande do Sul.

[8] Festa da Uva ou Festa Nacional da Uva é uma celebração realizada desde 1931 em Caxias do Sul, que celebra as raízes sulistas e conta a história dos imigrantes italianos que chegaram à região. Amassar uvas em grandes tanques de madeira é uma atividade relacionada à colheita das uvas e produção de vinhos que se tornou um dos símbolos da feira.

Figura 13. Moradores de Caxias do Sul amassando uvas na Festa da Uva e Taiju realizando o mesmo processo para fabricar vinho

Fonte: elaborado pelos autores

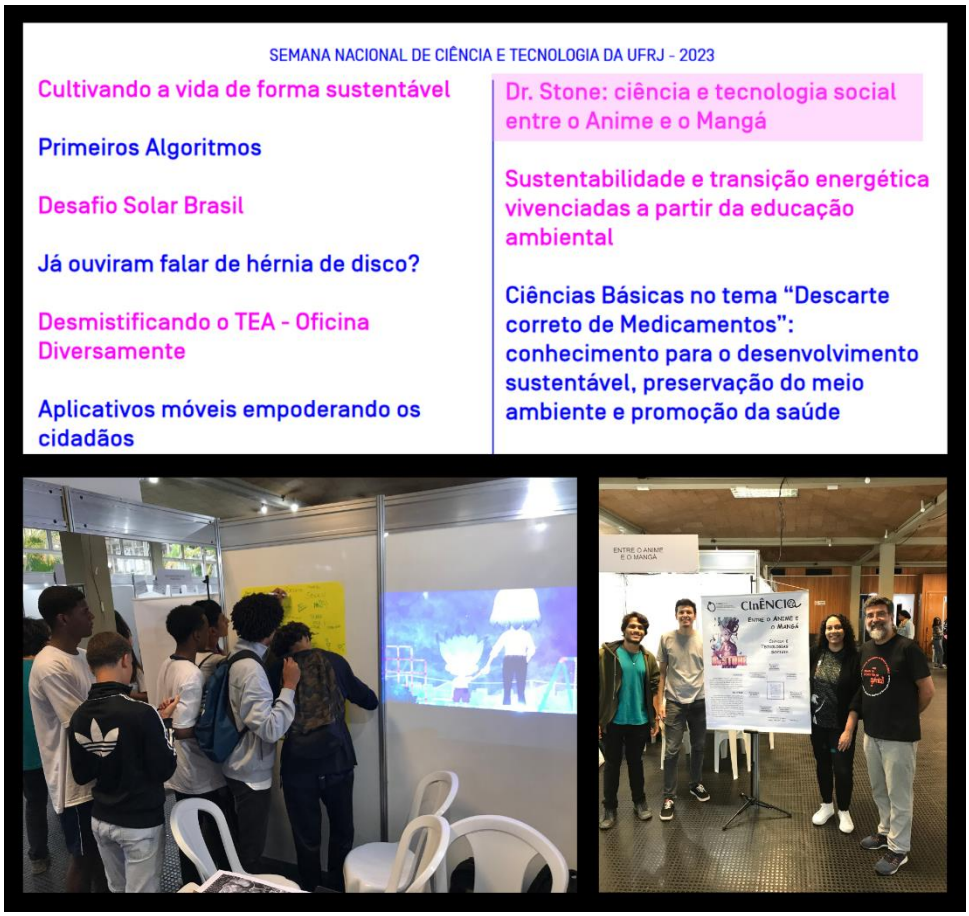
Alguns conseguiram identificar que houve um processo de separação de misturas (retirar álcool do vinho) mas não reconheceram o processo, o que é compreensível já que este tópico não é aprofundado em séries anteriores. Após mediação, os alunos perceberam que se tratava de uma mistura homogênea e que a destilação seria o método mais adequado para separá-la. Ainda, a docente comentou sobre a similaridade entre o aparato de barro construído por *Senku* e um aparelho de destilação atual.

O resultado da atividade foi considerado além de satisfatório em ambas as turmas. Os alunos mantiveram sua atenção direcionada ao animê durante toda sua exibição, comentando não apenas as cenas com teor humorístico mas também àquelas voltadas ao conteúdo químico. Ainda, muitos ficaram curiosos sobre o desenrolar da narrativa: como ocorreram as petrificações; se *Senku* e *Taiju*

conseguiram despetrificar os pássaros; se *Taiju* conseguiu se declarar para *Yuzuhira* e se o mistério sobre o fenômeno da luz misteriosa havia sido solucionado. Por fim, em algumas aulas que ocorrem durante o ano os alunos relembraram de forma espontânea alguns dos tópicos abordados nesta primeira aula.

O segundo ensaio foi uma atividade na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) no ano de 2023 na UFRJ. A atividade intitulada "*Dr. Stone*: ciência e tecnologia social entre o Animê e o Mangá", conforme Figura 9, dialogou com o tema do evento na UFRJ: ciências básicas para o desenvolvimento sustentável – tecnologias sociais e inovação. A atividade foi realizada como uma atividade do projeto de extensão da UFRJ "CinÊNCIA".

Figura 14. Atividade na SNCT



Fonte: Elaborado pelos autores

Durante a atividade, exibimos alguns trechos de episódios de *Dr. Stone* e criamos *big mangás* (impressões em A3) para os participantes folhearem e

procurarem por evidências na narrativa de tecnologias sociais, em uma e/ou outra modalidade de mídia. Os mediadores abriam a atividade dialogando com os participantes sobre o que são tecnologias sociais, e desafiando-os a encontrar esses tipos de tecnologias em *Dr. Stone*.

A atividade foi um grande sucesso, alcançando mais de oitenta participantes durante três dias, atingiu estudantes de escolas públicas e privadas de diferentes regiões do estado do Rio de Janeiro, desde o primeiro segmento do ensino fundamental até o ensino médio. Em torno de 9% dos participantes que iniciaram a atividade conseguiram identificar, de forma autônoma, as tecnologias sociais em momentos do animê corretamente. Com algum tipo de indução, o percentual de acertos sobe para aproximadamente 60%. Nesse caso, o participante tinha que concordar, ou não, com uma determinada correlação feita pelos mediadores.

Os tipos de tecnologia social na atividade envolviam: educação, alimentos, saúde, produção sustentável, inclusão social, gestão e habitação, e comunicação (Drum, 2024). Situamos os trechos do animê nos episódios da primeira temporada quando a narrativa é ambientada na Vila *Ishigami*. Nela, *Senku* desempenha um papel aglutinador no desenvolvimento da comunidade ao aplicar seu conhecimento sobre ciências para melhorar as condições de vida dos habitantes. Ele introduz inovações tecnológicas que impactam a vida na vila, como produção de medicamentos, criação de ferramentas mais avançadas, e introdução de novos métodos de produção e conservação de alimentos.

Senku, em boa medida, adota uma abordagem inclusiva ao integrar todos os membros da *Vila Ishigami* em seus projetos científicos, independentemente de suas habilidades ou conhecimentos pré-existentes. Essa maneira de se colocar em relação à comunidade está em sintonia com os debates na literatura sobre tecnologias para a inclusão social (Chaves; Almeida; Chaves, 2024), que têm como objetivo envolver a comunidade de forma ampliada no processo de desenvolvimento, garantindo que todos possam contribuir e serem beneficiados das inovações introduzidas. *Senku* também implementa técnicas de cultivo e métodos de conservação de alimentos, contribuindo para que a vila se torne autossuficiente nesse aspecto. Esse esforço está alinhado com as tecnologias para a produção sustentável, que promovem práticas agrícolas integradas ao ambiente e asseguram a segurança alimentar (Magalhães e Coelho, 2023). Assim *Senku* permite que os habitantes da Vila *Ishigami* prosperem, mesmo nas condições adversas que virão nos próximos episódios.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa investigou os animês como manifestações culturais e buscou compreender como o animê Dr. Stone (2019) pode mediar conceitos científicos. Analisamos episódios da primeira temporada sob a perspectiva da semiótica de Charles Peirce, com ênfase no conceito de hipoícones (imagem, diagrama e metáfora). Como parte do processo, foram selecionados e codificados trechos específicos da temporada, culminando na criação de um sítio da web, como produto educacional, que reúne esses segmentos e oferece sugestões de atividades pedagógicas.

Com esta pesquisa, e em acordo com levantamento na literatura, elucidamos que apenas duas formas principais de abordagem dos animês em sala de aula têm sido exploradas: no ensino de línguas estrangeiras (japonês e inglês) e/ou ensino da cultura japonesa. Nesse sentido, o produto educacional elaborado tem como objetivo suprir uma demanda por outro tipo de abordagem. Ainda que recentemente tenham sido divulgadas iniciativas de uso de Dr. Stone em contexto pedagógico no ensino de química (Costa, 2021; Sousa, Oliveira & Sales, 2021; Silva, Ferraz & Bedin, 2023), não tem sido relatadas pesquisas que se fundamentem no campo da semiótica.

A análise da primeira temporada de *Dr. Stone* revelou que sua narrativa visual possui uma expressividade que a torna ferramenta eficaz para a mobilização de conceitos no ensino de Química. Através da seleção e interpretação dos hipoícones, as imagens emergentes das sequências analisadas, foi possível identificar como o animê pode ser utilizado como ponto de partida para diálogos em sala de aula. Esses diálogos podem abranger uma variedade de temas, desde a História da Química e Fenômenos Macroscópicos até a explicação de Reações Químicas e outros conceitos fundamentais, oferecendo uma abordagem visualmente envolvente para o ensino de ciências.

Ao concluirmos a análise dos diagramas presentes em *Dr. Stone*, constatamos que as propostas de síntese e desenvolvimento de produtos estão baseadas em processos que, em certo sentido, são viáveis. Contudo, é importante destacar que a aplicação prática desses processos exigiria controle rigoroso das condições de execução. Embora os diagramas no animê sejam simplificados e apresentem rotas que parecem realistas, é crucial que os educadores estejam atentos ao fato de que a

forma visual desses diagramas não necessariamente confere verossimilhança. O perigo reside na possibilidade de que alunos interpretem esses diagramas como representações absolutamente críveis, sem uma compreensão crítica das limitações e das simplificações inerentes. Portanto, ao utilizar essas referências visuais no ensino, é essencial que professores forneçam o contexto necessário para que os estudantes possam discernir entre a representação visual estilizada e a complexidade real dos processos científicos.

Na narrativa de Dr. Stone, os diagramas cumprem um papel fundamental ao oferecerem um sistema explicativo que organiza conceitos científicos em etapas. Isto se manifesta como um estilo próprio, além de ser uma forma especial de vinculação do receptor à narrativa. Cada diagrama se apresenta como uma etapa ou desafio na jornada de Senku, estruturando a progressão da história ao transformar a busca pelo conhecimento e a reconstrução da civilização em uma série de "missões" a serem superadas. O uso de diagramas, ao nosso ver, representa a principal ferramenta semiótica do animê para integrar Química à narrativa, tornando o diálogo com a ciência uma parte essencial e intrínseca da aventura do protagonista

A metáfora em *Dr. Stone* serve como um recurso narrativo poderoso, expande, cria novas ontologias e abre possibilidades de debates. Além disso, oferece uma reflexão profunda sobre as complexidades inerentes ao avanço científico. Ela destaca os dilemas éticos e sociais que surgem no cruzamento entre inovação e valores humanos, convidando os espectadores a considerar as implicações do progresso tecnológico de maneira crítica. Em vez de promover uma visão simplista ou glorificada da ciência, a metáfora sugere a necessidade de uma postura mais reflexiva, onde o entusiasmo pelo conhecimento e pela inovação é equilibrado com a responsabilidade ética e social. Nossas análises revelaram que as metáforas em *Dr. Stone* permitem posicionar a ciência como um instrumento de transformação que também exige responsabilidade ética e social (Chamizo e Ortiz-Millán, 2024).

Nossa análise corrobora o que já foi sugerido na literatura: a metáfora não se concretiza plenamente sem mediação (Jungk, 2020). Dessa forma, argumentamos que professores desempenham papel crucial como interpretantes e articuladores dos complexos significados que podem emergir de ícones visuais, como os encontrados em um animê. Essa realidade sublinha a importância de manter viva a nossa promessa de investir em uma formação docente de qualidade, levando os professores a refletirem sobre essas situações e a navegarem pelos desafios que elas

apresentam. Vemos, assim, uma imbricação essencial entre o uso das metáforas em *Dr. Stone* e a necessidade de uma formação contínua para educadores que possa pautar o debate sobre o potencial da visualidade no ensino de químicas.

Dr. Stone (2019) é um animê de ficção científica que coloca a ciência no centro de sua narrativa. Ao apresentar a ciência como um bem humano de múltiplas dimensões, inestimável para a sociedade, e retratar os cientistas como indivíduos empáticos, com personalidades cativantes e carismáticas, o animê defende a relevância da ciência e a importância de suas aplicações práticas, tornando-o uma ferramenta potencialmente valiosa para educadores. Além disso, o animê abre espaço para discussões sobre outros temas importantes, como a ausência de mulheres no papel de cientistas e as implicações éticas do progresso científico, frequentemente associado à ambição humana.

Assim como *Senku* insiste em reviver, o potencial educacional de *Dr. Stone* se recusa a ser contido apenas nos cinco episódios selecionados. Embora o produto educacional tenha focalizado um segmento específico da Educação Básica, os outros 18 episódios, bem como as temporadas subsequentes, estão repletos de visualidades que poderiam dar origem a novos produtos educacionais. A força do animê reside precisamente na sua capacidade de comunicar ideias complexas através de suas sequências visuais, que oferecem um campo fértil para serem exploradas em diferentes disciplinas e segmentos. Quem sabe, em breve, não nos vejamos resgatando outros hipoícones que aguardam pacientemente para serem redescobertos e transformados em novas aventuras educativas? Afinal, tal como Senku, a educação sempre encontra uma maneira de seguir em frente. Até o próximo capítulo!

REFERÊNCIAS

AJA (*Association of Japanese Animations*). *Anime no Text; Anime Gyōkai o Mokushisu Hito no Tame ni* (**Anime Text: For Those Aiming for the Japanese Animation Industry**). Tokyo: AJA, 2008.

ALLISON, A. **Millennial monsters**. University of California Press, 2006.

Atã, P., & Queiroz, J. Nicho de artefatos semióticos e externalismo cognitivo. **DeSignis**, 35, 211-227, 2021.

AUFRÈRE, S. H.; JOHNSON, C.; MARTELLI, M.; BERETTA, M. Art and Representation: The Iconographic Imprinting of Ancient Chemical Arts. **A Cultural History of Chemistry**, v. 211, 2022.

BERNDT, J. Anime in Academia: Representative Object, Media Form, and Japanese Studies. **Arts**, v. 7, no. 4: 56. 2018.

BERTHELOT, Marcellin. **Collection des Anciens Alchimistes Grecs**. Paris: Georges Steinheil, 1887. 3 v.

BIRINGUCCIO, Vannoccio. **De la Pirotechnia**. Veneza: Venturino Roffinello, 1540.

BOLTON, C.; CSICSERY-RONAY JR, I.; TATSUMI, T. (Ed.). **Robot ghosts and wired dreams: Japanese science fiction from origins to anime**. U of Minnesota Press, 2007.

BORGES, P. M. As subdivisões do ícone e os sistemas de classes de signos de C. S. Peirce: uma investigação a respeito do modo de representação das qualidades. Tríade: **Comunicação, Cultura e Mídia**, v.5, n.10, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018

BRENNER, R. E. **Understanding Manga and Anime.** Westport, Conn: Libraries Unlimited, 2007.

CHAMIZO, J.A., ORTIZ-MILLÁN, G. Ethics of the future of chemical sciences. **Foundations of Chemistry**. 2024. https://doi.org/10.1007/s10698-024-09500-6

CHANDLER, D. **Semiótica para principiantes**. Editorial Abya Yala, 1998.

CHAVES, M. P. S. R.; ALMEIDA, A. L. S; CHAVES, J. M. R. Social Technologies for Social Inclusion in Traditional Communities in the Amazon. **Inclusão Social**, *[S. l.]*, v. 17, n. 2, 2024.

CHIU, H-Y.; CHU, W-L. Analysis of the Narrative types of metaphor in animated short films. **Art and Design Review**, v. 7, p. 206-224.

CLEMENTS, J.; MCCARTHY, H. **The anime encyclopedia: a guide to Japanese animation since 1917**. Stone Bridge Press, Inc., 2006.

COLINS, Alfredo Taunay; DE LIMA, Morgana Gama. Etnografia de tela e semiopragmática: um diálogo entre metodologias de análise fílmica. **Avanca cinema**, p. 430-437, 2020.

COSTA, N. M. S. **Construção ativa do conhecimento químico através de animes e séries** [Monografia de licenciatura, Universidade Federal Fluminense]. Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, 2021.

DANESI, Marcel. Visual rhetoric and semiotic. In: **Oxford research encyclopedia of communication**, 2017.

DEELY, J.; SEMETSKY, I. Semiotics, Edusemiotics and the Culture of Education. **Educational Philosophy and Theory**, v. 48, n. 9, p. 872-882, 2016.

DENISON, R. **Anime: A critical introduction**. Bloomsbury Publishing, 2015.

DREWS, Jürgen. Drug Discovery: A Historical Perspective. **Science**, v. 287, n. 5460, p. 1960-1964, 17 mar. 2000.

DRUM, Duskin. Surprising Pedagogy through Japanese Anime. **Performance Matters**, v. 10, n. 1, p. 94-106, 2024.

Duarte, M. C. Analogias na educação em ciências, contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 5, 2005.

DUBECK, L. W et al. Science fiction aids science teaching. **Phys. Teach**. Vol 28, p. 316-318, 1990.

EFTHIMIOU, C.; LLEWELLYN, R. A. Avatars of Hollywood in physical science. **Phys. Teach**. Vol 44, p. 28-33, 2006.

FARIAS, P.; QUEIROZ, J. **Images, diagrams, and metaphors: Hypoicons in the context of Peirce's sixty-six-fold classification of signs**. 2006.

GAGALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M**.** Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.

GAN, S. H. To Be or Not to Be: The Controversy in Japan over the “Anime” Label. **Animation Studies**, vol. 4, p. 35 - 43, 2009. GIDDENS, A.; GRIFFITHS, S. **Sociology**. Polity, 2006.

GANNON, M. J. **Cultural Metaphors: readings, research translations and commentary**. New York: Sage, 2001.

HALL, S. et al. Codificar y decodificar. **Cultura, media y lenguaje**, p. 129-139, 1980.

HERNÁNDEZ-PÉREZ, M. Looking into the “Anime Global Popular” and the “Manga Media”: reflections on the scholarship of a transnational and transmedia Industry. In: **Arts**. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2019. p. 57.

HOUSER, N. Introduction: Peirce as Logician. In: HOUSER, N; ROBERTS, D.; E., J. (eds.). **Studies in the logic of Charles Sanders Peirce**. Bloomington/In, Indiana University Press. pp. 1-22. 1997.

ITO, M. Techonologies of the Childhood Imagination: Yugioh, Media Mixes and Everyday Cultural Porduction. In: KARAGANIS, J.; JEREMIKENKO, E., **Structures of Participation in Digital Culture**. Duke University Press, 2005.

ITO, M. **The Gender Dynamic of the Japanese Media Mix**. Girl ‘n’ Games Workshop and Conference. University of California, Los Angeles, 2006.

IWABUCHI, K. Feeling Glocal: Japan in the global television format business. In: **Television across Asia: Television industries, programme formats and globalization**. England: Routledge, p. 21-35, 2009.

JENKINS, Henry. **Cultura da convergência**. São Paulo: Aleph, 2009 (2006). Tradução de: Suzana Alexandria.

JUNGK, I. V. G. Metaphoric semiosis: a Peircean perspective. **Revista de Estudos da Linguagem**, 28(2), p. 957-980, 2020.

LAKOFF, G.; Johnsen, M. **Metaphors we live by**. London: University of Chicago Press, 2018.

LAMARRE, Thomas. **The anime ecology: A genealogy of television, animation, and game media**. U of Minnesota Press, 2018.

LAPRISE, S.; WINRICH, C. **The impact of science fiction films on student interest in science**. J. Coll. Sci. Teach. Vol 40, p. 45-49, 2010.

MACWILLIAMS, M. W. **Japanese visual culture: explorations in the world of manga and anime**. Routledge, 2008.

MAGALHÃES, Bruno Dias; COELHO, Fernando Souza. De Volta ao Mapa da Fome no Brasil: Reaprendendo com as inovações locais a partir da política pública de segurança alimentar de Belo Horizonte. **Gestão & Regionalidade**, v. 39, 2023.

MIZUNO, H. **Science for the Empire**. Stanford: Stanford University Press. 2009.

MOLEK-KOZAKOWSKA, Katarzyna. Making biosciences visible for popular consumption: Approaching image–text relations in Newscientist.com through a critical multimodal analysis. **Qualitative Inquiry**, v. 25, n. 4, p. 379-392, 2019.

NAPIER, S. J. **Anime from Akira to Princess Mononoke: Experiencing contemporary Japanese animation**. New York: Palgrave. 2005.

NÖTH, W. **Panorama da semiótica: de Platão a Peirce**. 4. ed. São Paulo: Annablume, 2005.

NÖTH, W. **Panorama da semiótica: de Platão a Peirce.** São Paulo: Annablume, 1995.

NÖTH, W.; SANTAELLA, L**. Imagem: Cognição, Semiótica, Mídia.** São Paulo: Iluminuras, 1998.

OKUYAMA, Yoshiko. Japanese Mythology in film: a semiotic approach to reading japanese film and anime. Lexington Books, 2015.

PEIRCE, C. S. (1931-1935/1994). **The Collected Papers of Charles Sanders Peirce. Edição eletrônica**. Ed. de C. Hartshorne e P. Weiss. Charlotterville, Intelex Corporation. Cambridge/Ma, Harvard University Press. (1866-1913). v. 1-6.

PEIRCE, C. S. (1958). **The Collected Papers of Charles Sanders Peirce.** Ed. de A. W. Burks. Edição Eletrônica. Charlotterville, Intelex Corporation Cambridge/Ma, Harvard University Press. v. 7-8.

PEIRCE, C. S. **Semiótica.** 4. ed. Trad. José Teixeira Coelho Neto. São Paulo: Perspectiva, 2012.

POITRAS, G. Contemporary Anime in Japanese Pop Culture. In: MACWILLIAMS, M. W. (Ed.), **Japanese visual culture: explorations in the world of manga and anime**. Routledge, 2008.

PRIMO, Alex. Interação mútua e interação reativa: uma proposta de estudo. **Revista da Famecos**, Porto Alegre, v. 1, n. 12, p. 81-92, 2000.

QUEIROZ, J. **Semiose segundo CS Peirce**. São Paulo: EDUC, 2004.

RANSDELL, Joseph. “The epistemic function of iconicity in perception.” **Peirce Studies**, Institute for Studies in Pragmaticism, 1, 51–66, 1979.

RANSDELL, J. **Peircean semiotic**. Mímeo, 1983.

RUBLE, J.; LYSNE, K. **The animated classroom: Using Japanese Anime to engage and motivate students**. English J. 100, p. 37–46, 2010.

RYU, S. et al. Fluid Mechanics Education Using Japanese Anime: Examples from “Castle in the Sky” by Hayao Miyazaki. **The Physics Teacher**, v. 58, n. 4, p. 230-233, 2020.

SANTAELLA, L. O que é a Semiótica. **Coleção Pequenos Passos**: 103 - Editora Brasiliense, 1983.

SANTAELLA, Lucia. Palavra, imagem & enigmas**. Revista USP**, n. 16, p. 36-51, 1993.

SANTAELLA, L. **O que é Semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 2012.

SATO, C. A. **Japop: o poder da cultura pop japonesa**. NSP-Hakkosha, 2007.

SCHODT, F. L.; TEZUKA, O. **Manga! manga. The world of Japanese comics.** Tokyo, New York, and San Francisco: Kodansha International, 1983.

SCHUMMER, J.; BENSAUD-VINCENT, B.; VAN TIGGELEN, B. **The Public Image of Chemistry**. London: World Scientific Publishing, 2007.

SEGALL, A. E. **Science fiction in the engineering classroom to help teach basic concepts and promote the profession**. J. Eng. Educ. Vol 91, p. 419-423, 2002.

SILVA, J. D., & ARAUJO NETO, W. N. Dr. Stone e ensino de química: Uma análise semiótica entre o anime e o mangá. In Editora da UFF (Ed.), **Práticas educativas em ensino de ciências** (pp. 244-263). Editora da Universidade Federal Fluminense, 2022.

SILVA, L. O.; FERRAZ, V. G.; BEDIN, E. Mangá Dr. Stone como estratégia de atividade lúdica para o ensino de química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 9, n.1, p. 40-55, 2023.

SONESSON, Göran. **Pictorial concepts: Inquiries into the semiotic heritage and its relevance to the analysis of the visual world**. Lund: Lund University Press, 1989.

SONESSON, Göran. The natural history of branching: Approaches to the phenomenology of firstness, secondness, and thirdness. **Signs and Society**, v. 1, n. 2, p. 297-325, 2013.

SONESSON, G. Mastering phenomenological semiotics with Husserl and Peirce. In K. Bankov & P. Cobley (Eds.), **Semiotics and its masters**, Volume 1 (pp. 83-102). Boston: De Gruyter Mouton, 2017.

SONESSON, G. Elements of Peircean phenomenology: From categories to signs by way of grounds. **Semiotica**, v. 2019, n. 228, p. 259-285, 2019.

SOUSA, L. A., OLIVEIRA, P. F., & SALES, G. P. **Análise do anime Dr. Stone como recurso didático no ensino de química**. Trabalho apresentado no VII Congresso Nacional de Educação, CONEDU, 2021.

STAROSTA, Jolanta A.; IZYDORCZYK, Bernadetta. Understanding the Phenomenon of Binge-Watching—A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 12, p. 4469, 2020.

STEINBERG, M. **Anime's media mix: Franchising toys and characters in Japan**. U of Minnesota Press, 2012.

STJERNFELT, F. **Diagrammatology: An Investigation on the Borderlines of Phenomenology**. Dordrecht: Springer, 2007.

SZEGLETES, L.; KOLES, M.; FORSTNER, B. Socio-cognitive gamification: general framework for educational games. **Journal of Multimodal User Interfaces**, v. 9, p. 395–401, 2015.

TELOTTE, J. P. **Replications: A Robotic History of the Science Fiction Film** (Urbana and Chicago: University of Illinois Press, 1995), 51.

TSUGATA, N. '*Anime to wa Nani ka*' ['What Is Anime?'], In: TAKAHASHI M.; TSUGATA N. (eds), *Anime-gaku* [**Anime Studies**]. p. 3-23. Tokyo: NTT Shuppan, 2011.

TSUGATA, N. *Nihon animeeshon no chikara: 85 nen no rekishi wo tsuranuku futatsu no jyaku* (**The Power of Japanese Animation: The Two Pivots that Persist through Its 85-Year History**). Tokyo: NTT Shuppan. 2004.

URBANO, Krystal. Produções televisivas japonesas e sul-coreanas na Netflix Brasil: apontamentos iniciais. **Comunicação, Mídia e Consumo**, v. 17, n. 50, 2020.

VAN DROM, E. The Role of Manga in the Diffusion of Technoscientific Information into the Modern Japanese Society. **Journal of Humanities and Natural Sciences, Hannan Ronshu** (阪南論集. 人文・自然科学編). Vol. 49, nº 02, p. 13-44. 2014. Disponível em: < http://id.nii.ac.jp/1104/00000458/>

WILLIAMS, W. R. **Examining Studio Ghibli's Animated Films: A Study of Students' Viewing Paths and Creative Projects**. Journal of Adolescent & Adult Literacy, v. 63, n. 6, p. 639-650, 2020.