



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS MACEIÓ
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

MAURO SÉRGIO DA SILVA FILHO

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA ATRAVÉS DOS ANIMES: UMA ANÁLISE DO ANIME
DR. STONE**

**MACEIÓ, AL
2025**

MAURO SÉRGIO DA SILVA FILHO

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA ATRAVÉS DOS ANIMES: UMA ANÁLISE DO ANIME
DR. STONE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de graduação em
Licenciatura em Física no Instituto Federal
de Alagoas, *Campus* Maceió, como
requisito parcial para a obtenção do título
de licenciado em física

Orientador: Prof. Dr. Frederico Salgueiro
Passos

MACEIÓ, AL
2025



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Maceió
Biblioteca Benevides Monte

530.07
S586d

Silva Filho, Mauro Sérgio da.

Divulgação científica através dos animes [recurso eletrônico] : uma análise do anime Dr. Stone / Mauro Sérgio da Silva Filho. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 32,5 MB). – 2025.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Internet.

Orientação: Prof. Dr. Frederico Salgueiro Passos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Maceió*, Maceió, 2025.

1. Física – Ensino-aprendizagem. 2. Animes – Divulgação científica. 3. Dr. Stone – Anime. 4. Teoria da Aprendizagem Significativa. I. Título.

Franciane Monick Gomes de França
Bibliotecária – CRB 4/1831

MAURO SÉRGIO DA SILVA FILHO

Divulgação científica através dos animes: Uma análise do anime Dr. Stone

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal de Alagoas, *Campus Maceió*, como requisito parcial para a obtenção de grau de Licenciado(a) em Física.

Aprovado em: 10/12/2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



FREDERICO SALGUEIRO PASSOS

Data: 25/03/2026 19:59:14-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Frederico Salgueiro Passos (Orientador)

Documento assinado digitalmente



JORGE LUIZ ARAUJO ROCHA

Data: 26/03/2026 12:05:20-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Jorge Luiz Araujo Rocha

Documento assinado digitalmente



DENILSON DE MORAIS SILVA

Data: 25/03/2026 22:51:30-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Denilson de Moraes Silva

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, em primeira instância, aos meus pais, por me apoiarem em toda a jornada acadêmica e serem meus pilares de sustentação. Sem eles, não seria possível chegar até aqui.

Em seguida, agradeço a toda a honrosa equipe de professores que forma o quadro do curso de Licenciatura em Física, de forma especial aos professores Alex Costa, Frederico Passos, Jorge Luiz e Adriano Malta, os quais foram peças fundamentais não só para a minha formação, como para a construção da minha identidade enquanto docente.

Agradeço também ao grande técnico de laboratório Jeremias Costa, que nunca mediu esforços para me auxiliar dentro ou fora do laboratório, sendo uma engrenagem fundamental para a minha formação.

Agradeço alegremente à minha noiva Eduarda Amorim que esteve presente nos últimos anos de minha formação e, com seu coração abundante, me deu forças para continuar.

Por fim, gostaria de expressar imensa gratidão a todo o grupo de estudos Bonde da Madrugada, que permitiu, através dos laços de companheirismo, formar, além de excelentes profissionais, verdadeiros amigos.

“Ninguém baterá tão forte quanto a vida. Porém, não se trata de quão forte pode bater, se trata de quão forte pode ser atingido e continuar seguindo em frente. É assim que a vitória é conquistada.”

Rocky Balboa

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) realizou um estudo no anime Dr. Stone, buscando compreender os principais aspectos de sua trama e o impacto que ela tem na divulgação científica, além de explorar parcialmente a veracidade dos temas abordados. Traz uma investigação sobre a função do principal personagem, Senku Ishigami, no papel de mediador dos conteúdos, traçando paralelos com teorias de ensino-aprendizagem já consolidadas, como a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a práxis de Paulo Freire. Não se limitando ao ensino-aprendizagem, o trabalho também faz um apanhado da evolução científica que ocorre no anime e o seu impacto social, que serve não somente como analogia para o desenvolvimento científico, mas também para demonstrar as principais problemáticas que surgem com o progresso científico. Por fim, é apresentado um apanhado geral dos principais conceitos físicos abordados durante o anime e sua coerência com a literatura, permitindo, assim, observar a acurácia dos conceitos científicos desenvolvidos durante o anime.

Palavras-chave: anime; Dr. Stone; ensino-aprendizagem; divulgação científica.

ABSTRACT

The present Undergraduate Thesis (*Trabalho de Conclusão de Curso - TCC*) carried out a study on the anime *Dr. Stone*, seeking to understand the main aspects of its plot and the impact it has on science communication, in addition to partially exploring the veracity of the themes addressed. It brings an investigation into the function of the main character, Senku Ishigami, in the role of content mediator, drawing parallels with consolidated teaching-learning theories, such as David Ausubel's Meaningful Learning Theory and Paulo Freire's praxis. Not limited to teaching and learning, the work also provides an overview of the scientific evolution that occurs in the anime and its social impact, which serves not only as an analogy for scientific development but also to demonstrate the main problems that arise with scientific progress. Finally, a general overview of the main physical concepts addressed during the anime and their coherence with the literature is presented, thus allowing the observation of the accuracy of the scientific concepts developed throughout the series.

Keywords: anime; Dr. Stone; teaching-learning, science outreach.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mangá Doctor Stone X HQ do Superman.....	14
Figura 2 - Senku petrificado.....	16
Figura 3 - Sistema de polias produzido pelo Senku.....	18
Figura 4 - Sextante produzido para auxiliar na localização.....	19
Figura 5 - Arquimedes sendo contextualizado na elaboração do sistema de polias..	20
Figura 6 - Chrome realizando transferência de cargas por atrito.....	23
Figura 7 - Vilarejo dos “nativos”.....	25
Figura 8 - Etapas de produção do antibiótico.....	26
Figura 9 - Produção do ímã.....	26
Figura 10 - Lâmpada de Edison e o gerador de energia.....	27
Figura 11 - Processo de confecção da lente.....	28
Figura 12 - Gerador de energia conectado ao moinho d’água.....	29
Figura 13 - Processo de confecção da bateria.....	30
Figura 14 - Confecção de lâmpadas modernas.....	30
Figura 15 - Utilização de tubos de cobre nos tubos de vácuo.....	31
Figura 16 - Explicação do funcionamento de um sifão.....	32
Figura 17 - Senku no observatório.....	33
Figura 18 - Ingredientes para produção de polifenol.....	33
Figura 19 - Sal de La Rochelle.....	34
Figura 20 - Telefone de Senku.....	34
Figura 21 - Eletrização por atrito.....	36
Figura 22 - Série triboelétrica.....	36
Figura 23 - Gerador de corrente induzida.....	38
Figura 24 - Olho míope.....	38
Figura 25 - Olho míope com a correção.....	39
Figura 26 - Exemplo de um sifão.....	40

SIGLAS

NASA	National Aeronautics and Space Administration
HQ	História em Quadrinhos
TMS	Tokyo Movie Shinsha
TV	Televisão
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CGI	Comitê Gestor da Internet no Brasil
TDIC's	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. IMPORTÂNCIA DAS MÍDIAS AUDIOVISUAIS PARA SOCIEDADE	14
3. RELAÇÃO DOS ANIMES COM A SOCIEDADE	16
4. ANIME DR. STONE	18
5. A MANEIRA NA QUAL A CIÊNCIA É ABORDADA NO ANIME DR. STONE	20
6. IMPACTOS SOCIAIS DA CIÊNCIA NA PERSPECTIVA DO ANIME	26
7. A FÍSICA NO ANIME	37
8. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

É possível observar a sociedade imersa nos benefícios desenvolvidos pela ciência e a tecnologia, sua utilização é diária e vai do mais simples e tradicional, como o uso de um eletrodoméstico, por exemplo: uma geladeira ou para algo mais recente e sofisticado como um *smartphone*.

Todavia esses e outros elementos são frutos de anos de desenvolvimento científico e tecnológico, e devido a banalidade que se tornou sua utilização e rápida progressão científica, frequentemente é ignorado a maneira na qual tal ferramenta funciona, quais processos físico, químicos, biológicos e até mesmo soluções matemáticas estão contidas no mesmo.

Torresi (2012), informa que a falta da conexão entre o produto e o processo de desenvolvimento científico pode se dar devido a quantidade de divulgação científica que se tem acesso, mesmo após o projeto de lei 1120/07, de 2007 que foi aprovada na Comissão de Educação e Cultura da Câmara dos Deputados, que obriga as instituições de ensino superior a realizarem projetos de divulgação científica, pouco ou nenhuma ação do gênero foi realizada.

Com a democratização do acesso à internet, ou seja, com o aumento de usuários também aumentou a quantidade de produtores de divulgação científica independentes, que traz consigo os benefícios de aumentar o alcance da ciência já que diferente dos meios tradicionais como a divulgação científica institucional ou a divulgação por meio de revistas e seções de jornais.

O meio independente não se restringe a plataformas, podendo ser observado sua participação em blogs, redes sociais e em curtas colocados em plataformas de *streaming*, permitindo assim um aumento no alcance que antes se limitava por muitas vezes aos muros das instituições de ensino.

Gomes (2020) afirma que na atual conjectura o cenário de divulgação científica não fica preso aos meios tradicionais citados anteriormente, tendo também como outros meios: programas de televisão e mais recentemente as redes sociais.

Entretanto tal facilidade trouxe consigo a necessidade de que esse conteúdo produzido fosse averiguado de alguma maneira, a fim de combater um dos maiores problemas contemporâneos no âmbito cibernético, que é às *fake news*.

Conseqüentemente analisar a qualidade de determinados produtos que envolvem as ciências e terminam sendo um divulgador científico de maneira direta ou indireta, se tornou uma necessidade.

O presente trabalho busca realizar uma análise quanto aos temas de cunho científico abordados pelo anime Dr. Stone (2019) de autoria de Riichiro Inagaki em conjunto com Mu-jik Park.

Anime esse que tem como parte do seu cerne as ciências da natureza e o desenvolvimento de tecnologia por meio da mesma, já que:

A análise dos desenhos animados permite conseguir uma visão mais crítica da televisão. Além disso, o uso dos desenhos animados em aulas de Física e Química possibilita uma conexão entre os conhecimentos científico, cotidiano e escolar e, deste modo, servem como incentivo para a alfabetização científica. (Silva, 2011, p. 48).

Além do anime também permear a história de grandes cientistas, buscando realizar uma análise na acurácia dos dados fornecidos de maneira tecer uma crítica quanto sua utilização para fins de divulgação científica, notoriamente observando que é um produto com destinação ao público infanto-juvenil.

Ainda quanto ao anime, o mesmo se passa após um cataclisma que petrificou todos os seres existentes no planeta terra, levando a um planeta degradado social e tecnologicamente.

O presente trabalho está dividido em 3 grandes etapas: Uma análise geral do uso de mídias audiovisuais para a sociedade e em particular para o estudo de ciências; uma abordagem da física presente dentro do caso de estudo particular desse texto; o Anime Dr. Stone; e por fim temos uma discussão ampla e sinérgica acerca do que foi discutido.

2. IMPORTÂNCIA DAS MÍDIAS AUDIOVISUAIS PARA SOCIEDADE

A mídia audiovisual tem papel fundamental no cotidiano do brasileiro, seja pelo consumo de conteúdos oriundos da televisão (TV) aberta ou pelo acesso a serviços de *streaming*, de acordo VIECELI, Leonardo da Folha de São Paulo (2023), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) constatou que no ano de 2022 cerca de 43,3% das residências tinham acesso a alguma rede de *streaming*.

Durante a pandemia houve um aumento de consumo de mídia audiovisual, REWALD, Rubens (2022): “Esse aumento do consumo de streaming em detrimento das outras formas de consumo audiovisual já vinha aumentando, a pandemia foi determinante, porque a pandemia juntou tudo isso. Você tinha que ficar em casa, você não ia mais ao cinema, então o streaming nadou de braçada.”.

Por se tratar de uma forma de expressão artística, tem em sua essência o reflexo da sociedade, como afirma CARVALHO (2008) ao dizer que o conhecimento apresenta-se como produto, sendo ele próprio “consumido” pelo homem na apropriação da cultura, o que ocorre, na sociedade escolarizada, principalmente por meio da educação.

Sendo assim, é possível utilizar a visão demonstrada pelo autor da obra, como uma lente da sociedade para diferentes situações no contexto escolar, permitindo assim a mudança de abordagens com base no contexto cultural que a escola está inserida.

São constantes as discussões quanto aos impactos que a mídia na qual o público infanto-juvenil está inserido, tem para a vida do mesmo, já que desde cedo a tela de uma *smart TV* ou um *smartphone* é utilizada como recurso para entretenimento.

Com base no Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI), cerca de 95% das crianças e adolescentes, com idade entre 9 e 17 anos, têm acesso à internet por meio desses meios, o que dá aproximadamente 25,1 milhões de pessoas.

Tendo em vista tamanho impacto no cotidiano do cidadão, utilizar as mídias audiovisuais como uma estratégia para divulgação científica pode acarretar em uma ferramenta de grande alcance, tendo em vista popularização dos diversos serviços de *streamings*, portanto buscando democratizar o acesso ao conhecimento científico.

Sendo os aparelhos eletrônicos, tal qual uma smart tv ou um smartphone citados anteriormente, uma das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's), torna-se crucial o seu estudo frente a sua utilização na sala de aula.

Se unindo ao uso das TDIC's, a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente) que visa integrar os conhecimentos científicos e tecnológicos ao contexto social e ambiental dos discentes, que se apresenta de maneira constante em ferramentas de ensinos não formais, como filmes ou séries.

3. RELAÇÃO DOS ANIMES COM A SOCIEDADE

Caetano (2016) diz que os mangás são histórias em quadrinhos de origem japonesa, na qual tem particularidades se comparadas com as típicas histórias em quadrinhos norte-americanas ou brasileiras.

É possível citar algumas dessas diferenças como a direção da leitura e traço artístico, é importante situar tais características já que esse produto é em grande maioria o que dá origem aos animes, que nada mais são, além do que versões animadas dos típicos mangás.

A Figura 1 traz à esquerda um capítulo do mangá: Dr. Stone, onde é possível notar algumas das suas principais diferenças se comparada com a história em quadrinhos (HQ) do Superman, como por exemplo: sua impressão monocromática, direção de leitura e traçado da ilustração.

Figura 1: Mangá Doctor Stone e HQ do Superman



Fonte: Autor (2025)

Originários do Japão feudal, durante a época *Oricom Shohatsu* (teatro das sombras), no século XVII, onde artistas levavam as histórias pelos vilarejos por meio de história em painéis, somente no século XIX veio ter seu primeiro encadernado, pelo pintor Katsushika Hokusai, utilizando papel e tinta nanquim, onde o mangá de fato nasceu de maneira mais semelhante com o que conhecemos hoje.

Somente por meio do avanço tecnológico foi possível tornar aquilo que antes era somente visto em encadernados preto em branco, em animação, sendo esse tipo de produção conhecida posteriormente como anime, expressão essa que

passou a ser utilizada para as animações advindas dos mangás, com o intuito de diferenciar das outras já consolidadas no mercado cinematográfico brasileiro.

Oliveira (2022) informa que o Brasil é um dos países que mais recebeu imigrantes japoneses no último século e sendo detentor da maior população nipônica fora do Japão. Tal expressividade numérica se reflete na importação da cultura japonesa para o Brasil.

Sendo hoje de grande influência na cultura brasileira, principalmente para o público adolescente que consome bastante esse tipo de mídia. “É um amor antigo: começou na TV dos anos 1990 e, com empurrões do streaming e da pandemia, o país se tornou o terceiro maior mercado de animes fora do Japão e da China, atrás apenas de Estados Unidos e Índia.” (PRADO, G1, 2024).

Tendo em visto tamanho interesse da população no mercado de animes, é notório que a utilização de tal expressão artística como uma ferramenta de divulgação científica não só vai ser atrativa devido o interesse inerente da sociedade quanto o tipo de mídia trabalhada, através dessa nova ferramenta lúdica.

Em uma pesquisa realizada por Fukunaga (2006) com três estudantes universitários do Estados Unidos da América, sugere que a utilização de animes para o ensino aprendizagem funciona por meio do vínculo produzido entre o telespectador e o conteúdo informado.

No artigo é apresentado a evolução da aprendizagem da língua japonesa e seus aspectos culturais por meio da utilização de animes e mangás, onde ficou claro que assistir esses materiais forneceu um ganho significativo na aprendizagem da língua e hábitos culturais que são recorrentes nos animes.

A necessidade no rompimento do ensino tradicionalista, que foca na transmissão bancária de conhecimentos é prejudicial no processo de aprendizagem, impedindo a construção de uma formação crítica do discente e no seu processo de formação científica, conforme listado nos textos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017).

4. ANIME DR. STONE

É uma animação fruto do mangá Dr. Stone, criado por Riichiro Inagaki e ilustrado por Boichi que teve sua primeira aparição em 6 de março de 2017 na revista semanal *Weekly Shōnen Jump*, conhecida por publicar diversos mangás muito conhecidos mundialmente tais como Naruto, Dragon Ball e One Piece.

Sua animação só veio a ser publicada cerca de dois anos após a primeira história em formato de mangá, em 05 de julho de 2019, pela *Tokyo Movie Shinsha (TMS) Entertainment*.

No Brasil o mangá vem sendo publicado pela *Panini Comics* desde 2018 e o anime é transmitido na *Cartoon Network* (canal por assinatura) e disponível no formato *on demand* na *Crunchyroll* (serviço de *streaming*).

O anime é classificado como o gênero de aventura, ficção científica e pós apocalíptico, que se passa no mundo após um incidente misterioso que petrifica toda a vida existente no planeta terra.

Passados milhares de anos desse marco, alguns seres começam a sair dessa petrificação sendo um deles o personagem principal da obra, Senku Ishigami, um adolescente do ensino médio aficionado por ciência.

A trama se utiliza da inospitalidade do mundo após milhares de anos sem contato humano para abordar a evolução humana no planeta, indo desde a idade dos metais até abordagens da física moderna.

Figura 2: Senku petrificado



Fonte: Crunchyroll (2019)

Trabalhando com alguns núcleos principais de personagens, o grupo que acompanha o protagonista é composto por mais dois personagens, Taiju Oki e Yuzuriha Ogawa, que funcionam como alívio cômico e par romântico.

Além de dois outros grupos encabeçados por Kohaku uma “nativa” que não foi afetada pela petrificação devido seus antepassados estarem na estação espacial quando o fenômeno aconteceu e que viveu com sua tribo e não detém nenhum conhecimento científico.

E Tsukasa Shishio, um jovem com grande poder físico que foi reanimado pelo grupo principal de personagens a fim de não morrerem para as feras que viviam na terra, entretanto este último se voltou contra o grupo por divergências ideológicas, já que o mesmo não desejava que o grupo curasse a população, por receio de retornar a sociedade desigual na qual vivia.

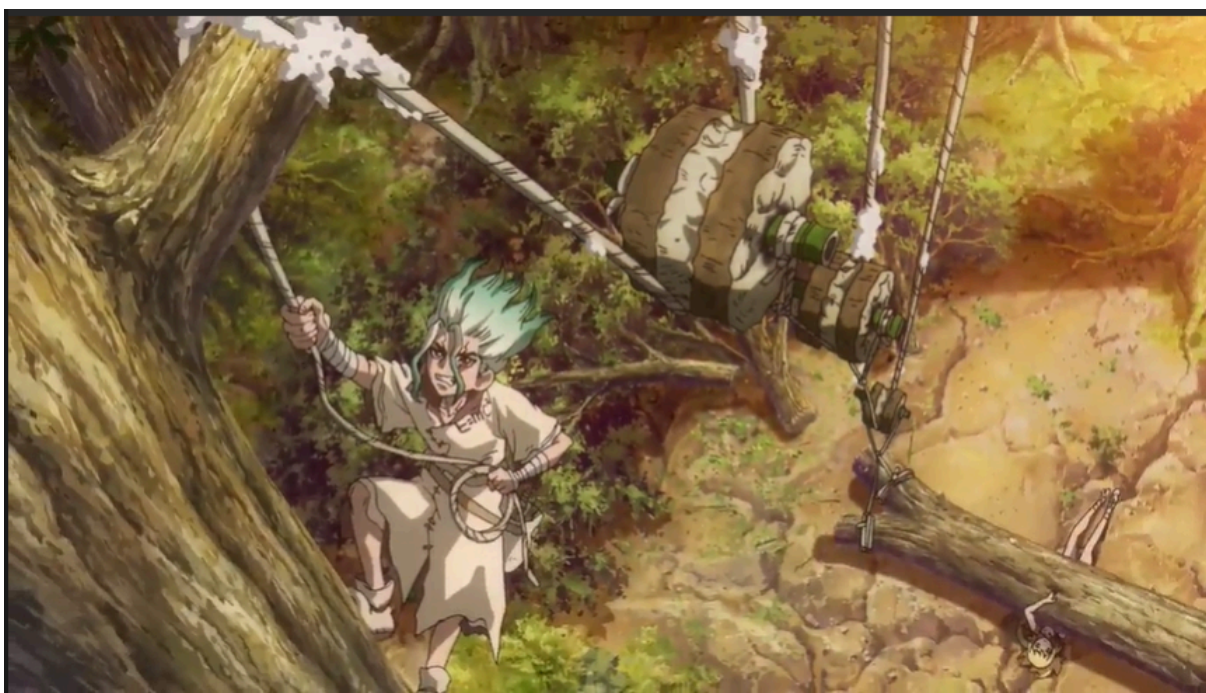
A partir desses três núcleos se tem o desenvolvimento da série, que envolve por um lado o desenvolvimento científico produzido pelos seres humanos após serem curados da petrificação e a propagação científica entre os “nativos” e do outro o desenvolvimento científico para fins armamentistas, com uma ideologia contrária a retomada da antigo regime social.

5. A MANEIRA NA QUAL A CIÊNCIA É ABORDADA NO ANIME DR. STONE

Utilizando um tom cômico, na grande maioria das vezes, o anime utiliza bastante da física experimental para demonstrar os conceitos teóricos abordados pelo protagonista no decorrer do episódio.

O autor consegue utilizar bem a conveniência de um grupo ser ignorante aos conceitos científicos, para que o personagem consiga explicar tais conceitos de maneira que não fique maçante ao telespectador, os experimentos são variados e não seguem necessariamente uma sequência didática de conteúdos abordados em salas de aula.

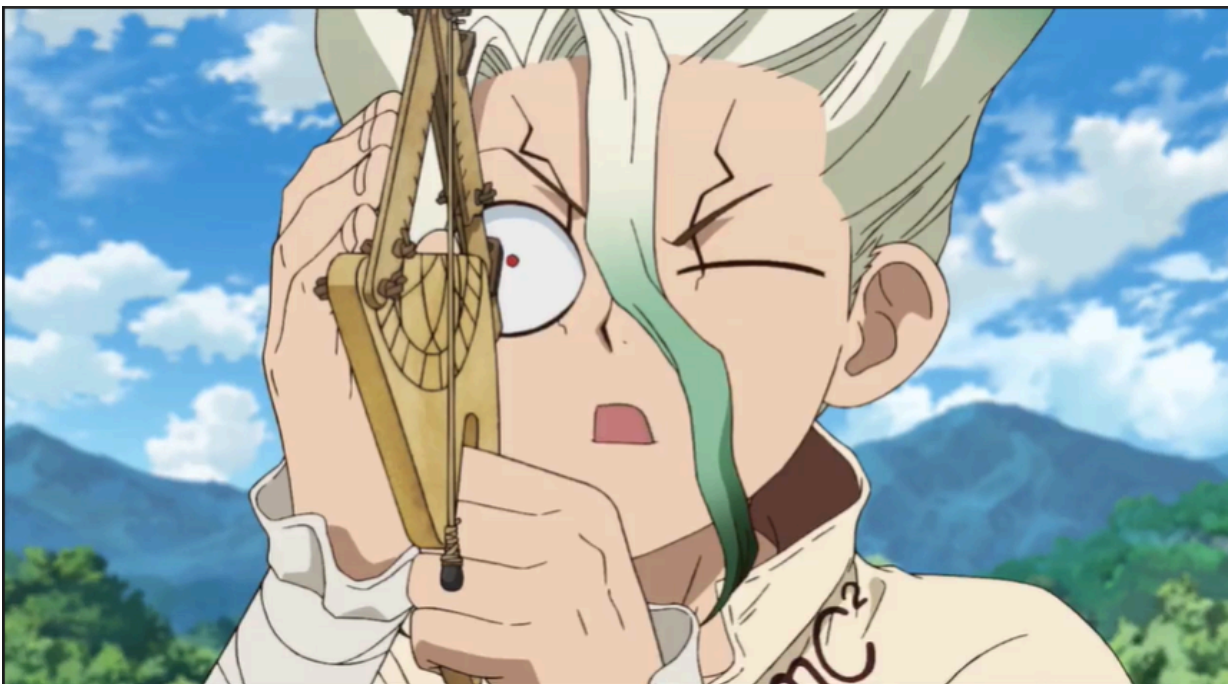
Figura 3: Sistema de polias produzido pelo Senku



Fonte: Crunchyroll (2019)

Na realidade, a maioria das experiências tem como objetivo o desenvolvimento tecnológico que a trama requisita e a interdisciplinaridade, onde na maioria dos episódios os experimentos produzidos se encaixam nas ciências da natureza e na matemática e suas tecnologias.

Figura 4: Sextante produzido para auxiliar na localização



Fonte: Crunchyroll (2019)

Um fator bem importante evidenciado de maneira constante no anime, é a utilização do método científico e a desmistificação da ciência para os nativos, principalmente com o personagem Chrome, que inicialmente a trata como se fosse magia, contudo o protagonista utiliza dessa curiosidade para impulsioná-lo nos seus estudos empíricos.

Ao utilizar do método científico e explicar como funciona ao seu novo aprendiz Chrome, no episódio 7, ele consegue converter o seu pensamento acerca do que é a ciência, ensinado não só novos conceitos sobre física e química como também explicando a utilização da lógica científica de testar hipóteses, obter evidências e chegar a conclusões que podem ser replicadas.

Além de que a grande maioria das abordagens seguem uma breve contextualização histórica, o protagonista não busca apenas realizar o experimento e seguir com a trama, ele traz consigo uma abordagem histórica do cientista responsável por tal descoberta.

Sendo um diferencial bem interessante, tendo em vista que na maioria das vezes, na qual os professores vão abordar conteúdos em sala de aula, a contextualização histórica que se deu aquela evolução científica é negligenciada,

seja pela limitação do tempo em sala de aula ou pela possível formação pouco aprofundada.

Figura 5: Arquimedes sendo contextualizado na elaboração do sistema de polias



Fonte: Crunchyroll (2019)

Durante toda a abordagem científica no anime (seja na contextualização ou na realização do experimento), se tem um contraste muito notório que funciona de maneira análoga ao que acontece na sociedade, já que é o papel do cientista em produzir ciência de maneira e a do jornalista de tornar acessível o conteúdo científico produzido para aqueles aqueles que o circunda (a sociedade).

Conjunto de papéis (cientista e jornalista) que é assumido pelo protagonista Senku Ishigami, já o papel do leigo, que pode ser na sociedade um indivíduo ou um grupo inteiro, é associado aos “nativos” na qual por muitas vezes associa fatos no qual desconhecem a sua natureza e associam ao místico.

Durante as discussões acerca da produção científica o autor utiliza ferramentas pedagógicas que por muitas vezes faltam à comunidade científica, pois ele não utiliza o protagonista de maneira que o mesmo caçoe ou trate de maneira ríspida os membros que não detém o conhecimento científico que ele está abordando.

De maneira que no decorrer dos episódios e com a evolução do pensamento dos personagens, o protagonista termina parabenizando e até mesmo

recompensando os personagens que conseguem desenvolver uma evolução em seu pensamento crítico, de maneira muito semelhante a utilizada na abordagem CTSA.

De modo frequente o protagonista realiza associações quando pretende explicar conteúdos novos aos “nativos”, tal abordagem se assemelha muito a utilizada pelo psicólogo David Ausubel na teoria da aprendizagem significativa, que realiza a seguinte afirmativa quanto ao ensino:

A aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Ao contrário, ela se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva. (Pelizzari, et al, 2002, p. 38)

Existe um momento importante, no qual o personagem Chrome juntamente do Kaseki, utilizam de conhecimentos já adquiridos anteriormente para o aprimoramento de ferramentas, como no momento que ambos conectam o gerador de energia ao riacho, fazendo a substituição da força manual.

Essa situação está diretamente atrelada a abordagem CTSA, tendo em vista que o pensamento crítico acerca da situação problema, permitiu a produção de uma melhoria tecnológica usando os conhecimentos adquiridos anteriormente.

Em alguns momentos é notável que o personagem adquire uma perspectiva de docente para com os outros, utilizando algumas metodologias de ensino e aprendizagem de maneira implícita, o personagem principal não assume o papel de professor depositante, que é um dos problemas criticados pela teoria pedagógica de Paulo Freire.

Na visão “bancária” da educação, o “saber” é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão – a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual esta se encontra sempre no outro. (Freire, 1968, p. 33)

Já que ele assume que os nativos detém saberes que são valiosos por mais que o mesmo não venha acompanhado de uma explicação científica plausível, sendo essa explicação dada por Senku posteriormente.

Um exemplo notável é quando no episódio 7, um dos nativos (Chrome), demonstra seus conhecimentos empíricos acerca da transferência de cargas por

atrato e sua utilização para gerar pequenos choques ao contato com outras pessoas, nessa situação após observar o feito, o herói ensina uma forma de ampliar esse fenômeno e explica cientificamente como se dá esse o mesmo.

Se mantendo na linha de metodologias freirianas, temos a maneira na qual Senku reuni toda a comunidade em prol da produção e divulgação científica, permitindo assim que o conhecimento seja democratizado.

Já que o personagem principal faz da educação um ato coletivo e inclusivo, utilizando o ponto forte de cada um dos membros, revisando o conceito da ciência como uma área de desenvolvimento colaborativo entre os pares.

Existe uma necessidade urgente de evolução, tendo como principal propósito reverter o mal que assola a humanidade, no universo do anime, portanto é possível observar em Senku aquilo que é chamado por Paulo Freire de *práxis*:

O que nos parece indiscutível é que, se pretendemos a libertação dos homens, não podemos começar por aliená-los ou mantê-los alienados. A libertação autêntica, que é a humanização em processo, não é uma coisa que se deposita nos homens. Não é uma palavra mais, vaga, mitificante. É *práxis*, que implica na ação e na reflexão dos homens sobre o mundo para transformá-lo. (Freire, 1968, p. 38)

Essa *práxis* que, como Freire indica, está na ação e reflexão do homem que busca transformar o mundo, está no cerne do protagonista durante todo o anime, que através da figura de cientista e professor, deseja melhorar as condições de vida de toda a sociedade.

Figura 6: Chrome realizando transferência de cargas por atrito



Fonte: Crunchyroll (2019)

6. IMPACTOS SOCIAIS DA CIÊNCIA NA PERSPECTIVA DO ANIME

Como o anime se passa com uma trama dividida em núcleos de pensamentos divergentes, a maneira na qual a ciência é abordada por cada grupo muda, pela ótica do Senku, o desenvolvimento científico precisa voltar ao seu patamar pré-petrificação.

Buscando curar todos os seres humanos e reconstruir a sociedade, ele utiliza das ciências da natureza para produzir os mais diversos artefatos, desde pequenos utensílios laboratoriais à pequenas usinas elétricas, demonstrando a evolução social que ocorre com a sociedade conforme a evolução tecnológica é alcançada.

Essa abordagem é vista de maneira mais ingênua observando que ele não busca realizar nenhum tipo de reparação social, visão que vai contrastar com a do Tsukasa.

Personagem que busca reestabelecer uma nova sociedade, querendo sim realizar desenvolvimento científico mas não para curar as pessoas, na sua visão a sociedade desigual na qual eles viviam era fruto da má administração dos recursos naturais do planeta, fazendo com que muito ficasse na mão de poucos indivíduos.

É válido notar que durante o desenvolvimento inicial do anime o grupo do antagonista detém a fonte de amônia que é utilizada na fabricação da poção que reverte a petrificação as pessoas, além disso o mesmo consegue obter a receita produzida por Senku para a fabricação da cura, permitindo assim que ele curasse quantos quisessem para aumentar o poder bélico do seu exército.

No meio desta disputa de ideais ainda existe o grupo dos “nativos” que são leigos para grande maioria dos conhecimentos científicos do Senku e com diferenças culturais gritantes.

A primeira parte da trama é focada em desmistificar a ciência, que para eles tem fins mágicos, para não somente agregar eles como aliados como também, desenvolver tecnologicamente a pequena vila a qual habitam.

Feito os devidos esclarecimentos, será abordado a sociedade do anime como a vilarejo dos “nativos”, já que a mesma durante toda a trama obtém notória evolução social com a chegada das tecnologias providas pelo avanço científico.

No primeiro instante é válido observar na Figura 7 que a sociedade é localizada em uma espécie de penhasco e composta de pequenas casas feita em madeira e sem recursos para um melhor conforto em diferentes situações climáticas.

Além de que o vilarejo contava apenas com um pequeno grupo de três pessoas responsável pela defesa, tendo em vista que a única necessidade de proteção era de animais selvagens.

Figura 7: Vilarejo dos “nativos”



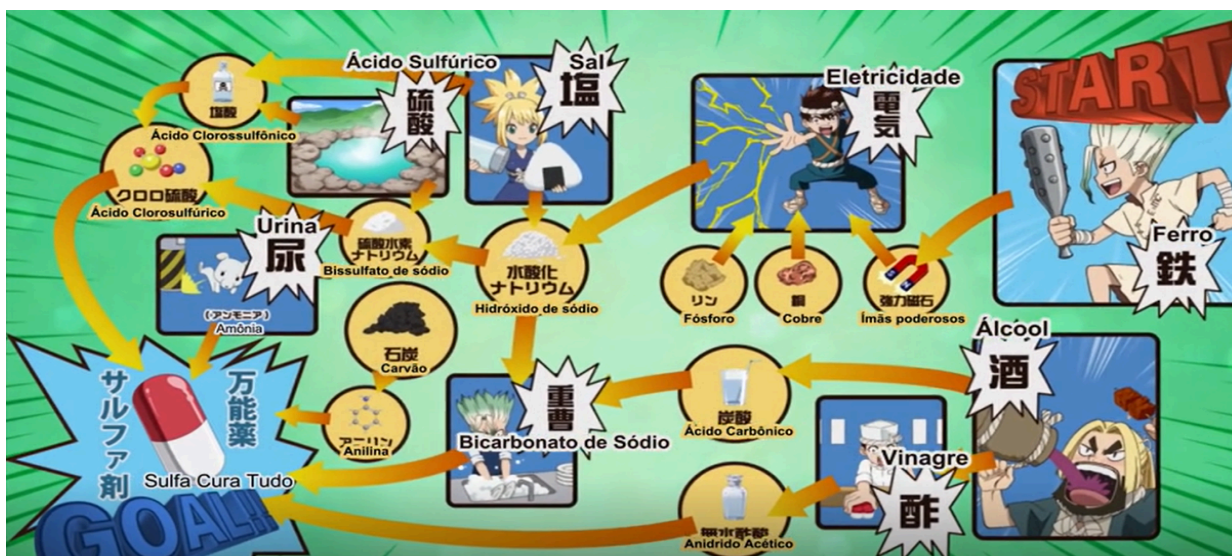
Fonte: Crunchyroll (2019)

Após o primeiro contato, que ocorre no episódio 6, Senku utiliza da gastronomia para ganhar a confiança dos residentes até então hostis com a visita do mesmo, tudo isso ocorre em meio à procura de uma cura para a doença da filha do atual líder dos “nativos”, e futura sucessora.

Um dos principais pontos ao utilizar a gastronomia como moeda de troca, é a introdução de novos alimentos e da cultura gastronômica aos “nativos”, uma vez que eles experimentaram alimentos típicos da culinária japonesa.

Buscando produzir o primeiro remédio daquele mundo, um derivado da penicilina, para tal, o grupo do protagonista parte numa saga de produzir todos os aparatos necessários, repassado por toda história da penicilina e como produzir a mesma.

Figura 8: Etapas de produção do antibiótico



Fonte: Crunchyroll (2019)

Durante os primeiros momentos do protagonista com os “nativos”, ele perpassa por inúmeras áreas da ciência da natureza, principalmente na física e na química. Para a primeira temos como principal ponto a produção da eletricidade, onde o mesmo utilizará ímãs para coletar areia de ferro do riacho, a fim de produzir utensílios de ferro.

Com o ferro produzido e com a ajuda de alguns fios de cobre que o mesmo conseguiu produzir, ele consegue utilizar relâmpagos para produzir ímãs fortes o suficiente para utilizar no gerador de energia elétrica. É importante ressaltar que o anime faz referência a um experimento já realizado pelo físico da NASA Dr. Peter Wasilewski.

Figura 9: Produção do ímã



Trecho do episódio 9 - Dr. Stone 1, 2025

Com a obtenção de um ímã temos a primeira conquista significativa para a sociedade dos “nativos”, o gerador de energia elétrica, trazendo assim a eletricidade e consigo a produção da primeira lâmpada de Edison, feita de maneira rústica utilizando tungstênio impuro e uma folha de bambu.

Sendo a partir desse ponto que se tem um dos primeiros indicativos que a qualidade de vida dos “nativos” aumentaria no decorrer da evolução tecnológica que eles teriam, já que a partir desse ponto, mesmo que de forma rudimentar eles conseguem iluminar as noites, acabando com o medo da noite.

Figura 10: Lâmpada de Edison e o gerador de energia



Fonte: Crunchyroll (2019)

Dando continuidade, o anime passa a buscar produzir outra ferramenta que será de suma importância para produção do antibiótico, o vidro, produto este que será utilizado para muitos problemas.

Tendo em vista que o protagonista observou a necessidade de óculos para outros personagens, produto que até então era desconhecido naquele mundo, portanto eles partem em busca de areia de quartzo, é importante ressaltar como durante o processo de criação das ferramentas o anime busca sempre deixar claro como é feita a obtenção dos materiais e suas principais características.

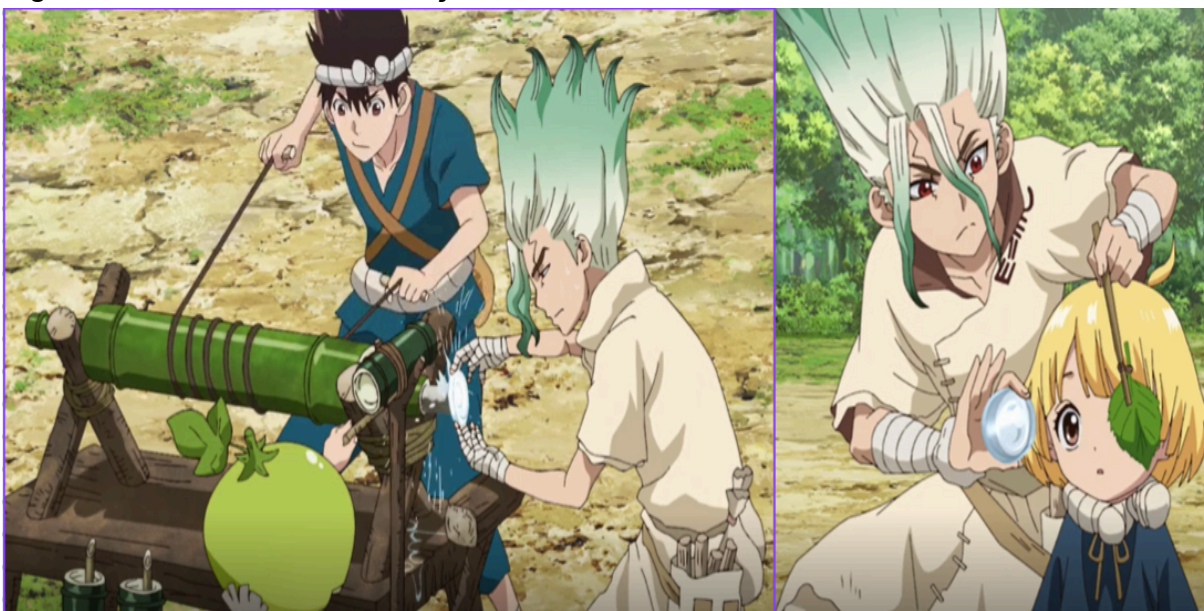
No anime esse não é o primeiro momento que se aborda e criam vidro, entretanto esse é o momento onde ele é utilizado de maneira mais abrangente, portanto outros materiais como carbonato de cálcio, este que é obtido através de

conchas do mar no anime, já teve uma explicação acerca de sua obtenção, partindo de maneira mais direta para a produção do vidro.

Então após perceber a utilização de um capacete com buracos para conseguir enxergar melhor, por parte de um dos personagens, o Senku percebe que isso se dá pelo efeito buraco de agulha, tal efeito permite a melhor visualização por parte de pessoas míopes quando conseguem focalizar por meio de um buraco.

Sabendo então qual o tipo de lente que precisam construir, começa o breve momento de construção dos primeiros óculos da série, resultado de um árduo processo de polimento com uso de uma pedra coríndon.

Figura 11: Processo de confecção da lente



Fonte: Crunchyroll (2019)

Obtido o vidro o próximo passo para produção da sulfa é obter ácido sulfúrico, para tal o grupo busca uma fonte do mesmo, produto este que o anime faz questão de retratar como perigoso, além de relatar um acidente envolvendo pesquisas próximas a uma fonte natural do ácido.

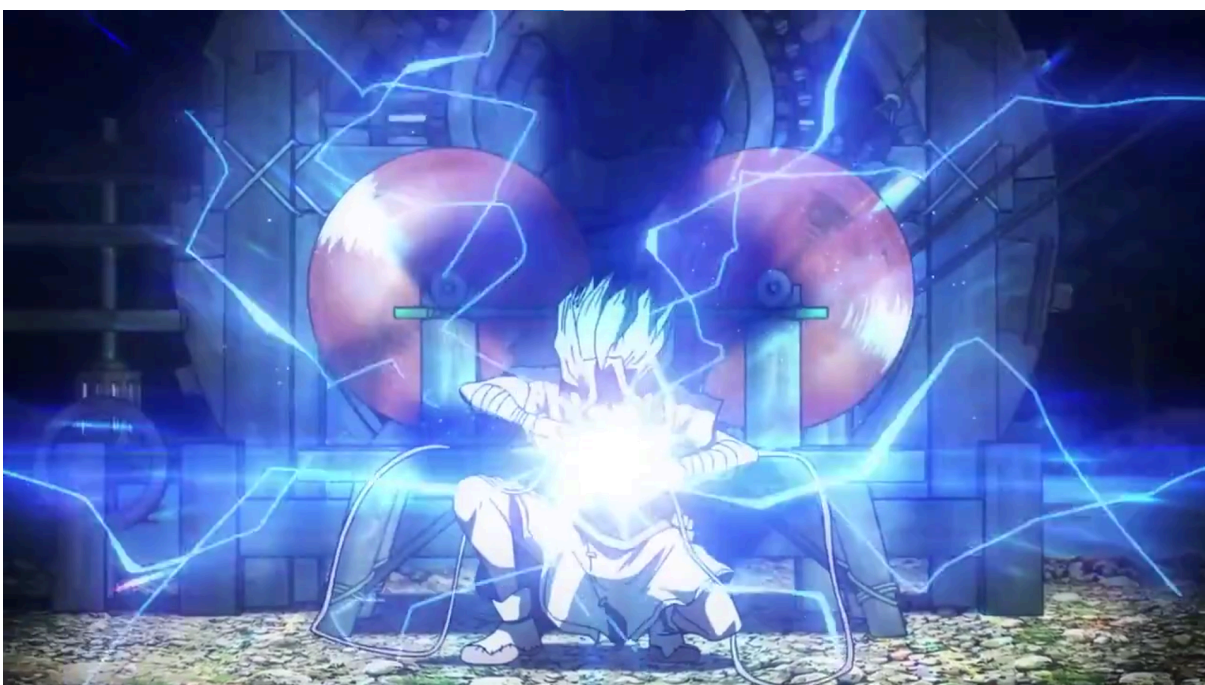
Portanto para a obtenção do químico, é necessário a produção de uma máscara de gás, durante todo esse trecho o anime trata de maneira bastante sóbria, a seriedade de mexer com esse produto e seus riscos, tendo em vista que grande parte do público do anime é crianças e jovens.

Se torna importante deixar claro o perigo de certas experiências e produtos utilizados no decorrer da trama, para evitar possíveis acidentes, uma vez que os telespectadores podem tentar replicar os experimentos demonstrados no anime.

Tem então uma decorrida sequência de processos químicos que utilizam o ácido sulfúrico e a obtenção de outros produtos químicos, para ao fim produzir a sulfa, que será utilizada como antibiótico, todo o processo descrito até aqui levou seis meses para acontecer.

Logo após o anime passa por um desenvolvimento de trama em relação ao conflito dos grupos, no qual resulta na busca do desenvolvimento de um sistema de comunicação, que possa ser similar a um telefone fixo, durante o processo é desenvolvido um moinho de água que se acoplou com o gerador de energia elétrica manual citado anteriormente na Figura 10.

Figura 12: Gerador de energia conectado ao moinho d'água



Fonte: Crunchyroll (2019)

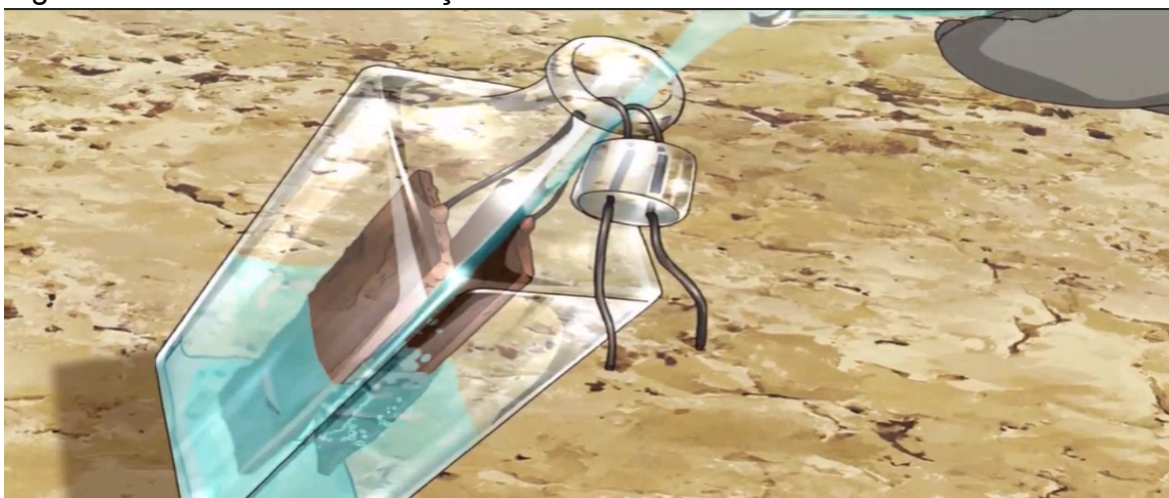
Com a função de fornecer energia elétrica limpa, utilizando a correnteza do rio, esse passo se mostra de extrema importância tendo em vista que não seria mais necessário a utilização de uma força mecânica manual para produzir energia elétrica, se tornando um passo essencial no desenvolvimento social.

A obtenção de energia elétrica contínua, permite a todo vilarejo a utilização de instrumentos elétricos de forma constante, como por exemplo as lâmpadas e a centrífuga de fio.

Em seguida é demonstrado como funciona e como confeccionar uma bateria com ácido sulfúrico e placas de chumbo, atividade essa que se dá com bastante

perigo, já que o manuseio do ácido é preciso ser realizado com cautela, principalmente a sua obtenção.

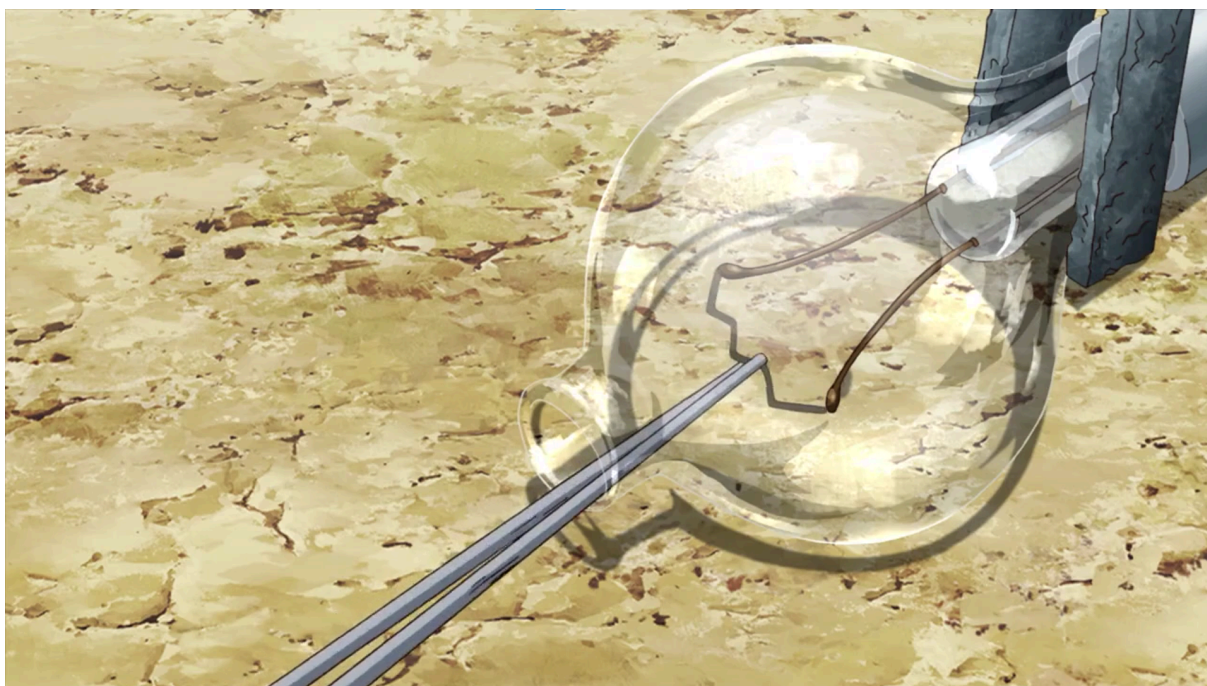
Figura 13: Processo de confecção da bateria



Fonte: Crunchyroll (2019)

É válido comentar a retomada que ocorre no episódio 21, sobre a produção de lâmpadas, dessa vez de maneira mais elaborada, revestindo-a de vidro e sendo posta no vácuo para que mesmo ao obter uma temperatura elevada, não venha a queimar.

Figura 14: Confecção de lâmpadas modernas



Fonte: Crunchyroll (2019)

Logo após, utilizando bastante dos princípios utilizados na produção da lâmpada, os personagens iniciam a produção de tubos de vácuo, objeto esse que é considerado pelo Senku o “coração dos computadores”.

Nesse ponto é abordado conceitos de eletricidade e dilatação térmica, tendo em vista que o maior problema na sua confecção é a dilatação dos fios de metal, que quando expandem alguns microns quebram os vidros no qual estão inseridos, para solucionar o problema os personagens utilizam tubos de cobre.

Figura 15: Utilização de tubos de cobre nos tubos de vácuo



Fonte: Crunchyroll (2019)

Dando continuidade os membros vão em busca de minerais dentro de uma caverna e isso abre espaço para demonstrar e explicar o funcionamento de um sifão, instrumento que permite visualizar o efeito que ocorre devido a diferença de pressão em dois pontos diferentes do tubo.

Quando o sifão é preenchido com um líquido, e é colocada uma de suas pontas em um recipiente cheio com água porém com menor altura, a diferença de pressão entre as pontas permite que água flua do lado de menor altura para o de maior altura, como na Figura 16.

Figura 16: Explicação do funcionamento de um sifão



Fonte: Crunchyroll (2019)

Em uma demonstração do progresso científico alcançado pela sociedade dos nativos e dos conhecimentos obtidos por eles, no episódio 22, foi a produção de um observatório com um telescópio criado por eles, sem o auxílio do protagonista, novamente fazendo a conexão entre muitas tecnologias desenvolvidas até aquele ponto.

Tal feito foi um presente de aniversário ao Senku, deixando claro a importância do vínculo afetivo formado entre o professor e seus alunos, que torna um facilitador no ensino, já que a maioria dos personagens são adolescentes e crianças.

Como afirma Madruga (2020. p. 4): “a criança se desenvolve interagindo com o meio social/afetivo/econômico/cultural em que vive. Quanto maior for essa integração, e maior for o estímulo que ela receber, mais completa, mais independente, mais criativa, mais dona de seus pensamentos e opiniões será.”

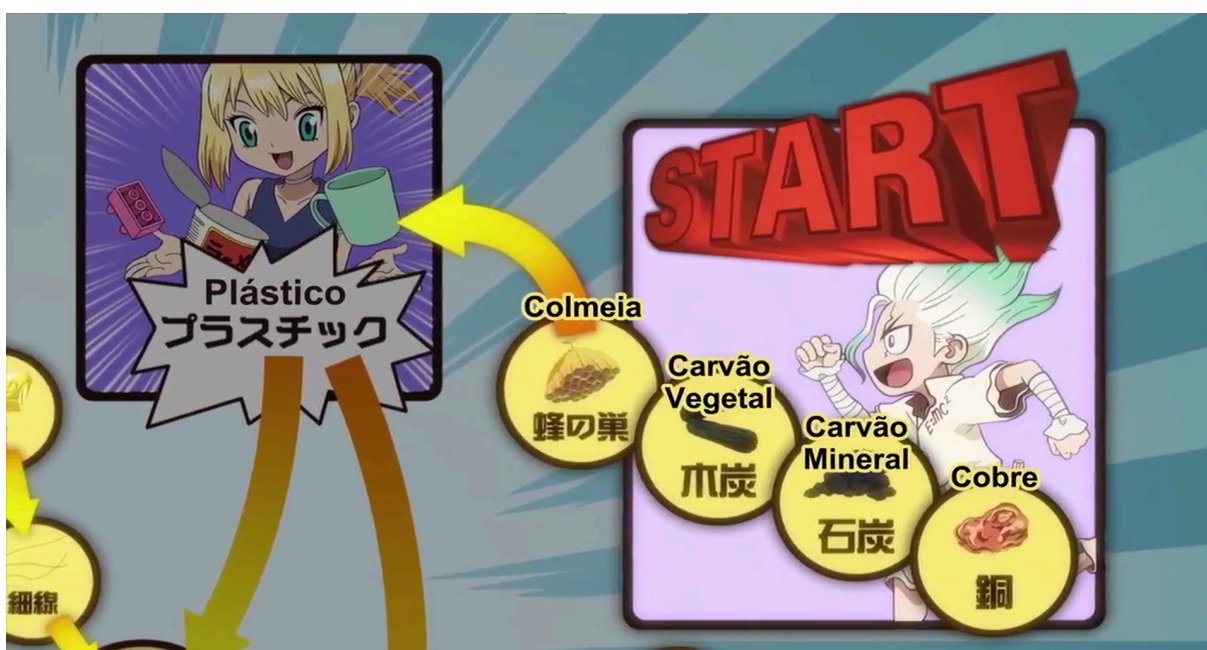
Figura 17: Senku no observatório



Fonte: Crunchyroll (2019)

É interessante citar que na produção de plástico utilizando carvão mineral, hidróxido de sódio e formalina, produzindo assim o primeiro plástico sintético, o polifenol, subvertendo a expectativa do telespectador, já que um dos personagens reanimado anteriormente, sugere que ele utilizaria do petróleo para produzir plástico.

Figura 18: Ingredientes para produção de polifenol



Fonte: Crunchyroll (2019)

Dando continuidade na série de tecnologias elaboradas pelo grupo de personagens, se tem a criação de alto-falantes, com o sal de La Rochelle, material que converte som em eletricidade, que foi fruto da combinação de cristais de vinho e algas marinhas.

O grupo acopla o material a um objeto leve, no caso um megafone plástico, obtendo por fim os alto-falantes do telefone fixo, porém que veio a ser utilizado em outros objetos sonoros posteriormente.

Figura 19: Sal de La Rochelle



Fonte: Crunchyroll (2019)

A primeira temporada do anime se encerra com o término da produção do telefone fixo, deixando em aberto a trama dos personagens quanto a evolução científica na sociedade na qual estão inseridos e a batalha para combater os inimigos do reino na ciência.

Figura 20: Telefone de Senku



Fonte: Crunchyroll (2019)

7. A FÍSICA NO ANIME

No episódio 6 é demonstrado a utilização de um sistema de polias (roldanas) para remoção de um tronco que está sob um dos personagens, já que com a força dos braços não era possível realizar a sua suspensão, como demonstrado na Figura 3, é possível notar na imagem que o sistema utiliza 3 polias móveis, com base na segunda lei de Newton, temos:

$$F_R = m \cdot a$$

Considerando um sistema ideal, sem atrito, com um fio ideal e em equilíbrio, cujo uma força F é exercida no mesmo, teremos:

$$F = T$$

Para um sistema de uma polia móvel com um bloco de massa m qualquer e uma polia fixa, obteremos:

$$F_R = 2 \cdot T - m \cdot g$$

Considerando que o sistema está em equilíbrio:

$$F_R = 0$$

Realizando as devidas substituições, será obtida a seguinte equação:

$$F_R = 2 \cdot T - m \cdot g = 0$$

Como conclusão direta:

$$F_R = \frac{m \cdot g}{2} = \frac{P}{2}$$

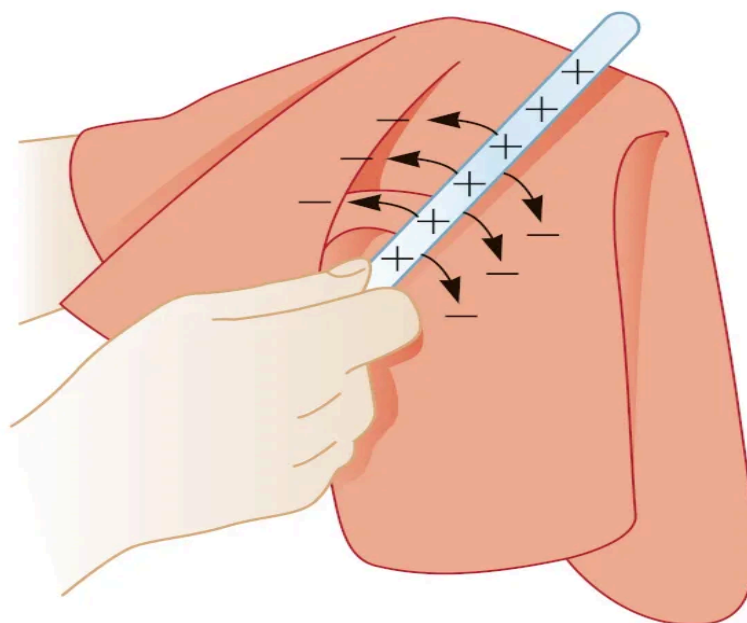
Considerando a condição cumulativa desse efeito, ou seja, para cada roldana móvel no sistema a redução da força necessária é reduzida pela metade, temos:

$$F_R = \frac{P}{2^n}$$

Onde n , é o número de roldanas móveis do sistema, portanto é possível concluir que a utilização no anime de roldanas para facilitar levantar o tronco de árvore é coerente com a literatura.

Em sequência, no episódio 7 demonstrado anteriormente na figura 6, se tem uma sucessão de experimentos visuais das ciências da natureza por parte do personagem Chrome, dentro desses experimentos se tem o do processo de eletrização por atrito. Freedman (2015) cita que esse processo de eletrização tem seus primeiros registros datados de 600 a.C., onde Tales de Mileto descobriu que ao atritar lã em um pedaço de âmbar, este passava a atrair outros objetos metálicos [...].

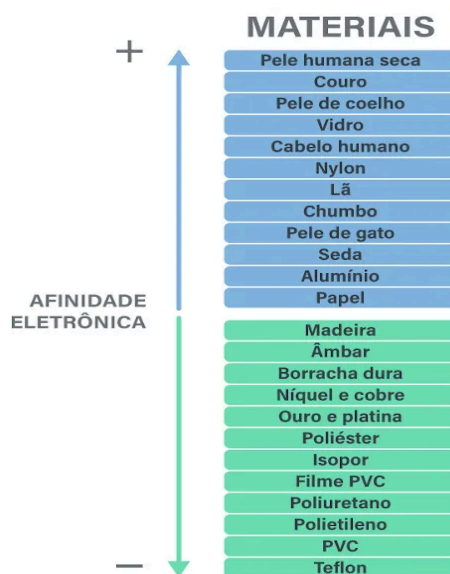
Figura 21: Eletrização por atrito



Fonte: Mundo educação, 2022

O processo se dá pela perda dos elétrons livres de um objeto para o outro, fazendo com que ao término do processo de atrito, um esteja eletrizado positivamente e outro negativamente. Para determinar qual será o sinal da carga de cada objeto, é necessário observar a Figura 22 da série triboelétrica.

Figura 22: Série triboelétrica



Fonte: Mundo educação, 2022

Por mais que o anime não trabalhe de maneira completa os conceitos de eletrização, os pontos abordados pelo mesmo, são coerentes com o que é observado experimentalmente, como por exemplo no momento ilustrado pela Figura 6, quando Chrome tenta eletrizar por atrito com as mãos.

Enquanto o Chrome tenta realizar a eletrização com as mãos enquanto soa, o protagonista realiza o mesmo processo utilizando uma bandeira de couro, conseqüentemente gerando uma eletrização muito maior, sendo condizente com a tabela.

Avançando um pouco mais, no episódio 9, é produzido um gerador de energia, que converte energia mecânica gerada pelos personagens em energia elétrica, é válido ressaltar que no decorrer do anime esse gerador evolui a ponto de ser movido não mais pelos personagens e sim, pela correnteza de um rio.

Se tornando assim uma fonte de energia limpa e sustentável, quando comparado com outras fontes de energia, além de que os impactos são bem reduzidos, já que o tamanho da usina e seus componentes é pequena.

Pelo princípio da conservação da energia, temos que “energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada de uma forma para outra”, sendo essa a primeira lei da termodinâmica.

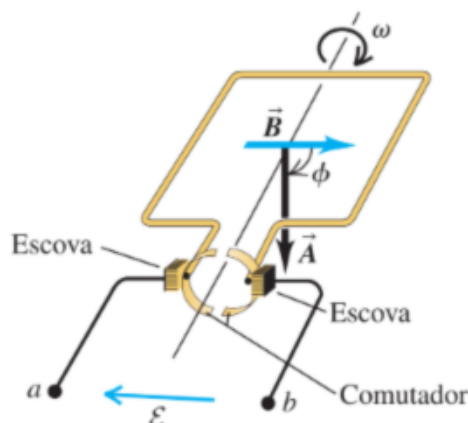
No sistema produzido no anime, é utilizado um conjunto de ímãs, placas e fios de cobre, sendo o último envernizado para evitar choque elétrico, ao girar os discos de cobre em torno do ímã, há um movimento relativo entre o condutor (cobre) e o campo magnético (ímã). Esse movimento intersecta as linhas do campo magnético, que baseado na lei de Faraday-Lenz, induz uma força eletromotriz:

$$\varepsilon = - \frac{\partial \Phi}{\partial t}$$

Onde o ε indica a força eletromotriz induzida, pela variação infinitesimal do fluxo magnético, simbolizado pela letra grega Φ , no decorrer de uma variação temporal infinitesimal, que é simbolizado pela letra t .

A figura a seguir demonstra o diagrama simplificado de um gerador mecânico simples, semelhante ao produzido pelos personagens.

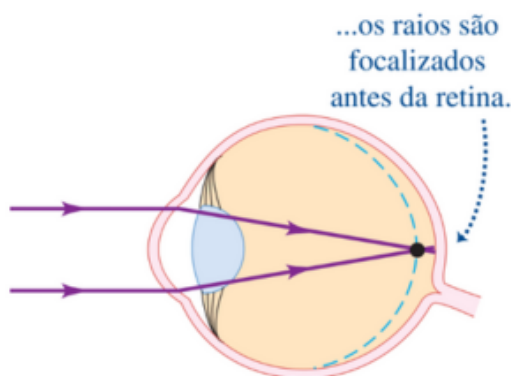
Figura 23: Gerador de corrente induzida



Fonte: FREEDMAN, **Física III: Eletromagnetismo**, 2016

No episódio de número 11, o protagonista produz um óculos utilizando lentes de vidro, para isso ele primeiro busca identificar qual o problema ocular que a personagem secundária tem, o que é simples já que ela tem dificuldade de enxergar de longe. Determinado que o defeito visual é a miopia, é então elaborada uma lente divergente, já que olhos míopes tem o seu foco antes da retina.

Figura 24: Olho míope



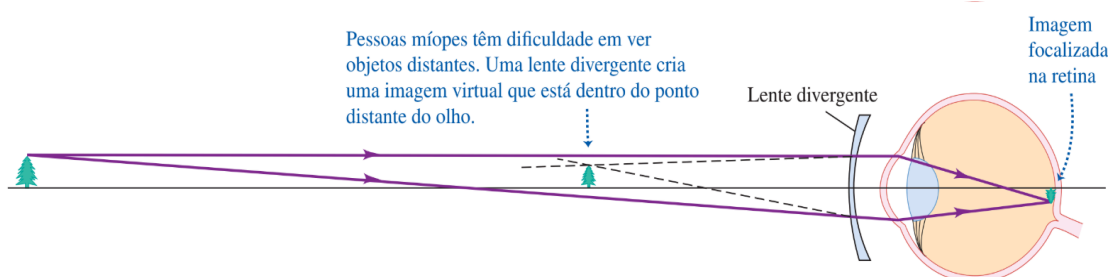
Fonte: FREEDMAN, **Física IV: Eletromagnetismo**, 2016

Então com a utilização de uma lente divergente, é possível ajustar o foco, já que a mesma é utilizada para compensar a convergência excessiva que o cristalino realiza devido a sua natureza convergente, permitindo que o foco do sistema seja levado para a retina. Para determinar essa compensação é utilizada a equação de Gauss para lentes

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Onde f é o foco, p é o tamanho do objeto e p' é a imagem formada.

Figura 25: Olho míope com a correção



Fonte: FREEDMAN, **Física IV: Eletromagnetismo**, 2016

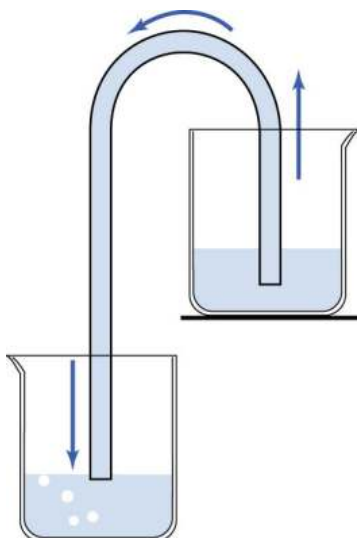
Já no episódio de número 22, Senku utiliza um sifão para escoar água de um ambiente para o outro conforme a figura 16, apresentada anteriormente, utilizando o teorema de Stevin, sabendo que o mesmo é expresso por:

$$\Delta p = \gamma \cdot \Delta h \Rightarrow \Delta p = d \cdot g \cdot \Delta h$$

Onde Δp é a variação de pressão de um sistema, no caso do sifão os pontos de entrada e saída do líquido, d é a densidade do líquido, g é a aceleração gravitacional e Δh a variação de altura entre as saídas do tubo.

Devido ao princípio da independência dos recipientes, descreve que o líquido de um recipiente tem sua pressão afetada apenas pela profundidade do mesmo, com isso a pressão absoluta faz o líquido escoar do ponto de maior altura para o ponto de menor altura.

Figura 26: Exemplo de um sifão



Geocities, 2025

8. CONCLUSÃO

Durante a análise do anime, foi possível observar de maneira enfática as inúmeras metodologias praticadas no ensino de ciências e suas tecnologias pelo protagonista, principalmente aquelas derivadas dos conceitos de Ausubel e Freire, como a aprendizagem significativa e a práxis, trazendo a tona uma reflexão acerca das possibilidades adotadas no campo docente pelo telespectador.

Críticas acerca do meio social no qual os personagens estão inseridos são feitas de maneira implícita e em paralelo com a sociedade contemporânea que o autor vivenciou, pois o desenvolvimento tecnológico por muitas vezes serviu apenas para agregar valor comercial à sociedade capitalista, sendo afastada do campo social.

Entretanto em inúmeras situações o autor também consegue associar o avanço tecnológico ao conforto, já que às inúmeras descobertas são feitas em sua grande maioria, associadas às demandas do vilarejo, sendo essa dicotomia a principal trama social, desde o colapso dos personagens em dois grupos opostos.

Todavia, além da forma implícita de tecer comentários sociais e na forma a qual apresentar uma metodologia de ensino, por parte do personagem principal, pautada em grandes teóricos do campo psicopedagógico.

O anime traz consigo um grande arcabouço de ferramentas para o ensino de ciências naturais e suas tecnologias, além de que por meio da sua interdisciplinaridade, consegue realizar comentários que são relevantes para outras áreas como engenharia civil e farmácia.

Devido a forma visual que Dr. Stone traz diversos experimentos, produções de tecnologias de maneira didática além de comentários pertinentes associados ao contexto histórico de inúmeros conteúdos no campo das ciências naturais.

É válido afirmar que o mesmo se encaixa como uma excelente ferramenta a ser adicionada nos projetos de divulgação científica, principalmente no letramento científico, quando associada a ferramentas tradicionais como artigos científicos e jornais de divulgação científica.

Seja por meio de discussões com base em recortes do anime, fichamentos de episódios inteiros ou até mesmo a replicação de experimentos realizados pelos personagens, é justificável o seu uso tendo em vista que tem uma boa acurácia nos fatos comentados.

Além de que demonstra como os streaming podem ser a porta de entrada para o público jovem, ao estudo das ciências e como ela é desenvolvida, sua roupagem moderna e acessível é o grande diferencial e atrativo.

REFERÊNCIAS

CAETANO, Érica. **Mangá: o que é, origem, tipos, como ler.** *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/artes/o-que-e-manga.htm>. Acesso em: 12 nov. 2025.

BONETTI, Marcelo de Carvalho. **A linguagem de vídeos e a natureza da aprendizagem.** 2008. 172 f.

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

FUKUNAGA, Natsuki. **“Those Anime Students”: Foreign Language Literacy Development Through Japanese Popular Culture.** *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 206-222, nov. 2011. DOI: 10.1598/JAAL.50.3.5. Disponível em: <https://doi.org/10.1598/JAAL.50.3.5>. Acesso em: 12 nov. 2025.

GOMES, Sheila Freitas et al. **Fake News Científicas: Percepção, Persuasão e Letramento.** *Ciência & Educação*, Bauru, v. 26, e20018, 2020. DOI: 10.1590/1516-731320200018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320200018>. Acesso em: 12 nov. 2025.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** 23. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968. Geocities. Sala de Física, [s. l.]. Disponível em: <http://www.geocities.ws/saladefisica7/funciona/sifao.html>. Acesso em: 4 jan. 2026.

IBGE: streaming de vídeo está em 43,4% das casas com TV. Folha de S.Paulo, São Paulo, 9 nov. 2023. Mercado. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2023/11/netflix-e-outros-servicos-de-streaming-chegam-a-434-das-casas-com-tv-no-brasil.shtml>. Acesso em: 4 jan. 2026.

MELO, Pâmella Raphaella. **Série triboelétrica.** *Brasil Escola*, [s. l.], [2025]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/serie-triboeletrica.htm>. Acesso em: 12 nov. 2025.

MELO, Pâmella Raphaella. **Carga elétrica.** *Mundo Educação*, [s. l.], [2022]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/carga-eletrica.htm>. Acesso em: 12 nov. 2025.

MOREIRA, Marco Antonio e MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo, SP: Centauro. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001815724>. Acesso em: 12 nov. 2025.

MADRUGA, Rosely Dos Santos. **O vínculo afetivo entre professor e aluno: Um elemento facilitador para aprendizagem significativa.** *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 69716-69736, set. 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n9-426. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-426>. Acesso em: 12 nov. 2025.

OLIVEIRA, Nayara. Ministério do Turismo. **114 anos de Japão no Brasil.** Brasília, DF: Ministério do Turismo, 2022. Disponível em:

<https://www.gov.br/turismo/pt-br/assuntos/noticias/114-anos-de-japao-no-brasil>. Acesso em: 4 jan. 2026.

PELIZZARI, Adriana et al. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. Revista PEC, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em:

<https://cienciasecognicao.com.br/wp-content/uploads/2024/04/820a3-ausubel.pdf>.

Acesso em: 12 nov. 2025.

REWALD, Rubens. **Crescimento do streaming modifica o consumo de produções audiovisuais**. Jornal da USP, [s. l.], 2023. Disponível em: <https://blog.hubspot.com/marketing/dofollow-link>. Acesso em: 4 jan. 2026.

SILVA, Samantha de Assis e. **Os Animês e o Ensino de Ciências**. 2011. 212 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Área de Concentração: Ensino de Biologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/9602>. Acesso em: 12 nov. 2025.

TORRESI, Susana I. Córdoba de et al. **Sociedade, divulgação científica e jornalismo científico**. *Química Nova*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 447, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000300001>. Acesso em: 12 nov. 2025.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física II: Termodinâmica e ondas**. Colaborador: A. Lewis Ford; tradução: Daniel Vieira; revisão técnica: Adir Moysés Luiz. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física III: Eletromagnetismo**. Colaborador: A. Lewis Ford; tradução: Daniel Vieira e Lucas Pilar; revisão técnica: Adir Moysés Luiz. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física IV: Ótica e física moderna**. Colaborador: A. Lewis Ford; tradução: Daniel Vieira; revisão técnica: Adir Moysés Luiz. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.