



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

MORGANA LURDES DA ROCHA

**ANIMES E O ENSINO DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE DE DR. STONE COMO
FERRAMENTA PEDAGÓGICA**

Florianópolis
2022

Morgana Lurdes da Rocha

**ANIMES O E ENSINO DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE DE DR. STONE COMO
FERRAMENTA PEDAGÓGICA**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Química do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas
da Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito para a obtenção do Título de Licenciada em
Química

Orientadora: Prof^a Dr^a Anelise Maria Regiani

Florianópolis

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe, por ter me apoiado de todas as maneiras possíveis e impossíveis. Agradeço a meus irmãos em especial a Samira que sempre foi minha inspiração para vida e a Arthur que mesmo de longe me ofereceu o suporte sempre que precisei.

Agradeço aos meus amigos e amigas que, mesmo de forma online ajudaram a manter minha saúde mental, especialmente aos meninos do Team Feed e a Ana Paula, companheira fiel de todos os desafios que a universidade e a vida apresentaram.

Agradeço a professora Anelise Maria Regiani, por aceitar ser minha orientadora e por me dedicar toda empatia e paciência que um ser humano poderia pedir.

Agradeço a banca por dedicar um tempo considerável para leitura e análise do presente trabalho.

Agradeço finalmente a meu companheiro de vida Victor que esteve sempre comigo colocando meus pés no chão e a cabeça nos sonhos para seguir em frente.

Muito obrigada a todos que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

Não há nada que você não possa fazer se tentar. Tenho 10 bilhões por cento de certeza. (ISHIGAMI Senku, 5379)

RESUMO

A falta de interesse por parte dos discentes sobre a escola é um assunto que vem se mostrando cada vez mais expressivo na vida dos docentes. A emergência da utilização de novas metodologias para o ensino de química vem se tornando cada vez mais presente em salas de aulas. A necessidade de se empregar métodos de ensino mais atrativos aos estudantes é alvo de diversas pesquisas. Dessa forma, tendo como base o documento oficial da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e observando a popularização das animações japonesas entre os estudantes, é questionado, no presente trabalho, as potencialidades de se utilizar o anime Dr. Stone como ferramenta pedagógica para o ensino de química calcado no desenvolvimento de competências presentes na BNCC. Para responder a esse questionamento, foi realizado a análise de conteúdo dos episódios da primeira temporada do anime Dr. Stone utilizando uma adaptação do método proposto por Bardin. Durante a análise foram identificados 29 contextos onde estavam presentes conteúdos químicos. Foi possível relacionar os 29 contextos a 9 habilidades específicas da área bem como as 3 competências específicas e 6 competências gerais presentes na BNCC. A presença de interdisciplinaridade nos contextos identificados e a variedade de habilidades e competências que podem ser desenvolvidas utilizando o anime indica que alta potencialidade para seu uso como ferramenta pedagógica para o ensino de química.

Palavras-chave: Animes. BNCC. Ensino de Química. Análise de Conteúdo.

ABSTRACT

The lack of interest of students in school is a subject that has been increasingly expressive in the students' lives. The need of new methodologies for teaching chemistry is becoming gradually more present in classrooms. The objective of many researches is the need to use more attractive methodologies for students. In this way, based on the official document "Base Nacional Comum Curricular (BNCC)" and observing the popularization of Japanese animations among students, it was analyzed the potential of using "Dr. Stone" anime as a pedagogical tool for teaching of chemistry. To achieve this objective, a content analysis of the first season episodes was carried out using an adaptation of the method proposed by Bardin. During the analysis, 29 contexts were identified where chemical contents were present. It was possible to relate the 29 contexts to 9 specific skills in the area as well as 3 specific skills and 6 general skills present in the BNCC. The presence of interdisciplinary in the identified contexts and the variety of skills and competences that can be developed using the anime indicates that it has high potential for its use as a pedagogical tool for teaching chemistry.

Keywords: Anime. BNCC. Chemistry Teaching. Content Analysis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Recorte das Competências Gerais Presentes na BNCC.....	14
Figura 2- Competências Específicas Ciências da Natureza e suas Tecnologias	15
Figura 3- Capa do livro "Guia Mangá de Física Mecânica Clássica”	20
Figura 4 - Personagem retirando sapatos antes de entrar em casa	22
Figura 5 - Capa da primeira temporada de Dr. Stone.....	23
Figura 6 - Senku e seus amigos contra Tsukasa e seu exército.....	24
Figura 7 - Senku e Chrome criam um protótipo de lâmpada.	24
Figura 8 - Estrutura Cristalina Bem Definida	31
Figura 9 - Buda de Kamakura	32
Figura 10 - Teste de Chama na "Batalha de Feiticeiros".....	34
Figura 11 - Rota para Síntese de Sulfa	35
Figura 12 - Capacete com Lentes de Suika	36
Figura 13 – Lago Contendo Ácido Sulfúrico Diluído.....	37
Figura 14 - Baterias Ligadas em Série	44
Figura 15 - Bulbo se Partindo pela Expansão dos Fios de Cobre	46
Figura 16 – Personagens Obtém um “Celular”	47
Figura 17 - Rota de Obtenção de Óxido de Tungstênio	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo das Etapas da Análise de Conteúdo	26
Tabela 2– Classificação dos Episódios da 1 Temporada de Dr. Stone	27
Tabela 3 - Relação entre Contexto e Conteúdo Proposto pela BNCC	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC Base Nacional Comum Curricular

LDB Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional Comum

PCNEM Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCN+ Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo Geral.....	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR	14
2.2	AS MÍDIAS AUDIOVISUAIS	17
2.2.1	Mídias audiovisuais e o ensino de química	17
2.2.2	BNCC e o uso de mídias	18
2.3	OS ANIMES	19
2.3.1	Caracterização, origem e popularidade.....	19
2.3.2	Dr. Stone	22
3	METODOLOGIA.....	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1	ANÁLISE DE CONTEÚDO	27
4.1.1	Classificação dos Episódios.....	27
4.1.2	Veracidade Química de cada Contexto.....	28
4.1.2.1	<i>Episódio 1: Mundo de Pedra.....</i>	28
4.1.2.2	<i>Episódio 3: Armas da Ciência.....</i>	30
4.1.2.3	<i>Episódio 4: Disparar Sinais de Fumaça</i>	32
4.1.2.4	<i>Episódio 7: Para onde foram 2 milhões de anos.....</i>	33
4.1.2.5	<i>Episódio 8: Estrada de Pedra.....</i>	35
4.1.2.6	<i>Episódio 11: Mundo Transparente.....</i>	36
4.1.2.7	<i>Episódio 12: Amigos se Apoiam.....</i>	37
4.1.2.8	<i>Episódio 13: Guerreiro Mascarado</i>	39
4.1.2.9	<i>Episódio 15: O Culminar de 2 Milhões de Anos</i>	40

4.1.2.10	<i>Episódio 21: Clube de Artesanato Espartano</i>	43
4.1.2.11	<i>Episódio 23: Onda de Ciência</i>	47
4.1.3	Contextos, Habilidades e Competências	51
5	CONCLUSÃO	59
6	REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

O desinteresse por parte dos discentes a respeito da escola é um tema ao qual se tem dado cada vez mais atenção. Em análise realizada por Rodrigues e Rocha (2018), professores de ciências apontaram que a maior dificuldade que enfrentam na prática docente é o desinteresse dos estudantes a respeito das aulas. O fenômeno pode ocorrer por conta de diversos fatores, que vão desde professores desmotivados pelas condições trabalhistas até o uso não eficiente de recursos pedagógicos (SILVA et al., 2012). Silva C. (2011) relata que, para os estudantes, se manter quieto e concentrado na fala de uma pessoa é uma tarefa complicada, podendo ser comparada a um “castigo”. De acordo com Barros (2015), grande parte dos professores utiliza metodologias de ensino ultrapassadas, o que não é atrativo aos olhos discentes.

Dessa forma, é notável, dentre outras necessidades, a emergência de uma diversidade metodológica que abranja os interesses estudantis dentro das salas de aula. Wilsek e Tosin (2013) afirmam haver a necessidade de um pluralismo metodológico ao qual se deve considerar a diversidade dos recursos disponíveis e a abrangência dos conhecimentos científicos a serem tratados na escola. Essa asserção corrobora com a afirmativa da necessidade de tornar o ensino mais atrativo ao discente, extrapolando o limite dos papéis “professor transmissor” e “aluno receptor”.

Essa mudança não vem acompanhada de um método infalível, dado que cada indivíduo na sala de aula irá desenvolver sua própria aprendizagem de um jeito distinto dos demais (SILVA S., 2011). Dentre as metodologias alternativas ao método tradicional, tem-se a utilização de mídias audiovisuais como ferramentas pedagógicas para o ensino. De acordo com Vieira e colaboradores (2010), a utilização de mais recursos audiovisuais na sala de aula, traria resultados satisfatórios nos quesitos interesse e rendimento estudantil. Dentre as mídias audiovisuais, destacam-se as animações que, segundo Secco e Teixeira (2008), podem ser utilizados como conexão entre a vivência do aluno e o conteúdo a ser abordado pelo professor.

Dessa forma, a utilização de animações, como os animes, enquanto ferramentas pedagógicas para o ensino de química, foco do presente trabalho, pode ser uma opção a ser considerada. Outro aspecto que favorece a escolha de animes é o interesse crescente das últimas gerações de estudantes a respeito dessa categoria de mídia. As animações japonesas são as que ganharam mais espaço entre os jovens brasileiros. Segundo Carmo e Cóis (2015), o

consumo de mangás e animes é tão expressivo no Brasil que, em alguns casos, a venda de mangás supera a venda dos quadrinhos de super-heróis americanos.

A relação que os animes pode proporcionar entre a vivência do aluno e o conteúdo abordado pelo professor está de acordo com uma das competências propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O entendimento da relação entre o conteúdo escolar e o mundo, é uma das competências que integram a BNCC para o ensino de ciências da natureza. O documento propõe a investigação de situações-problema avaliando o conhecimento científico/tecnológico e suas aplicações no mundo (BRASIL, 2018).

Utilizar o entretenimento estudantil e parte da cultura jovem como ferramenta pedagógica pode ser um modo de tornar o ensino de química mais atrativo e significativo aos olhos discentes. Dessa forma, o presente trabalho questiona: qual a potencialidade do uso do anime Dr. Stone como ferramenta pedagógica para o ensino de química ao se considerar o desenvolvimento de competências presentes na BNCC?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a potencialidade do anime Dr. Stone como ferramenta pedagógica para o ensino de química no Ensino Médio, baseando-se nas competências e habilidades presentes na Base Nacional Comum Curricular.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Analisar a natureza dos conteúdos contidos em episódios do anime Dr. Stone.
2. Verificar a veracidade dos conteúdos químicos de episódios da primeira temporada do anime.
3. Apontar competências e habilidades que possam ser desenvolvidas a partir da discussão em sala de aula de episódios do anime Dr. Stone.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento disponibilizado pelo Governo Federal brasileiro e fornece, como o próprio nome se refere, uma base para o currículo do ensino básico em toda a extensão do país. O documento é aplicado apenas no âmbito da educação escolar como previsto no § 1º do Artigo da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) Lei nº 9.394/1996. A BNCC ainda corresponde com os princípios éticos e políticos que objetivam a formação humana e o desenvolvimento de uma sociedade justa e democrática. (BRASIL, 2018).

O documento de caráter normativo define as aprendizagens essenciais, ou seja, os conhecimentos que todos os alunos precisam desenvolver durante sua passagem pelo ensino básico. Essas aprendizagens são definidas através de uma série de competências propostas pela BNCC. No documento é definido o conceito de competência como a mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para suprir demandas da vida cotidiana, considerando o papel cidadão e o mundo do trabalho (BRASIL, 2018). No âmbito geral, a BNCC propõe 10 competências a serem desenvolvidas no ensino básico, na figura 1 é possível observar um recorte de tais competências.

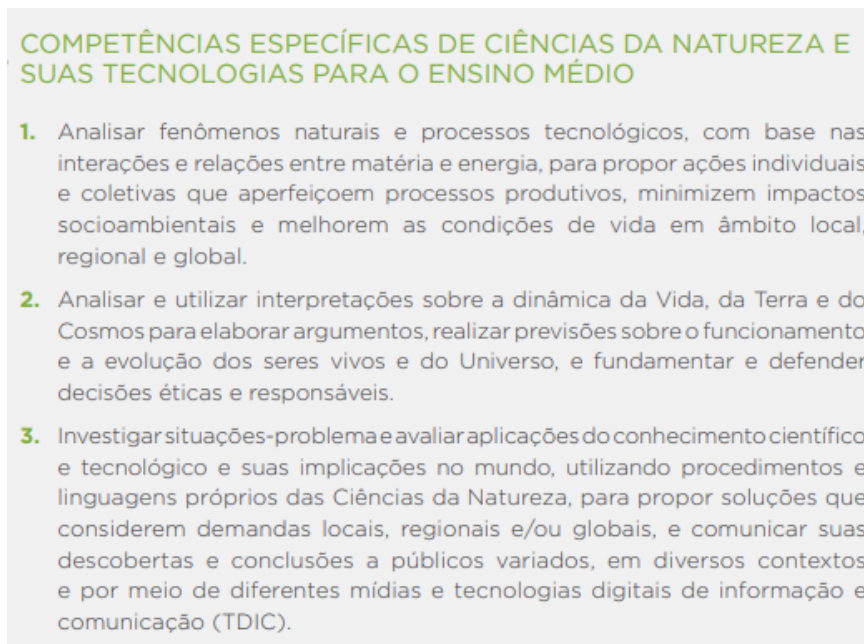
Figura 1 - Recorte das Competências Gerais Presentes na BNCC

- COMPETÊNCIAS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA**
1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
 2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
 3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
 4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
 5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

Fonte: Brasil (2018, p. 9-10).

A BNCC é separada por áreas de ensino, cada área tem competências específicas a serem desenvolvidas pelos estudantes. Para o ensino médio, foco do presente trabalho, a disciplina de química se enquadra na área de ciências da natureza e suas tecnologias. Para essa área é proposto um total de três competências específicas, dessa forma, além das dez competências gerais, há mais três específicas para serem desenvolvidas como é demonstrado na figura 2.

Figura 2- Competências Específicas Ciências da Natureza e suas Tecnologias



Fonte: Brasil (2018, p. 553).

Através do desenvolvimento das competências citadas, a BNCC propõe a ultrapassagem da fragmentação disciplinar do conhecimento, o estímulo para a aplicação do mesmo ao cotidiano bem como o incentivo ao ensino contextualizado e com sentido (BRASIL, 2018). A proposta de ensino contextualizado não nasceu com o documento, o termo “contextualização”, segundo Wartha, Silva e Bejarano (2013) começou a ser utilizado após a criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) de 1999 e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) de 2002. Assim, é possível afirmar que a BNCC é baseada em propostas desenvolvidas anteriormente e que a discussão a respeito desse tema já não é novidade.

É possível ter um panorama dos objetivos da BNCC com o desenvolvimento das competências sugeridas quando, no documento, é citado que “A educação deve afirmar

valores e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, tornando-a mais humana, socialmente justa e, também, voltada para a preservação da natureza” (BRASIL, 2018, p. 8). Os currículos são integrados para se desenvolver as competências estipuladas para o ensino básico, não somente ensinando os conteúdos de cada disciplina, mas também formando cidadãos críticos. A preparação dos estudantes para o exercício consciente da cidadania é também um tema anterior a própria BNCC. A Lei 5.962 de 11 de agosto de 1971 que prevê as bases para o ensino brasileiro, dos então chamados “primeiro” e “segundo” graus, objetiva o desenvolvimento da capacidade de trabalho e exercício da cidadania nos alunos.

Art. 1º O ensino de 1º e 2º graus tem por objetivo geral proporcionar ao educando a formação necessária ao desenvolvimento de suas potencialidades como elemento de auto-realização, qualificação para o trabalho e preparo para o exercício consciente da cidadania (BRASIL, 1971, paragrafo 1).

Assim, observa-se que o ensino com a intenção de formar cidadãos críticos não é atual e o desenvolvimento dos documentos normativos e diretrizes educacionais são calcados em documentos e leis anteriores à criação da BNCC. Existe uma espécie de hereditariedade de objetivos e termos entre os manuscritos citados, porém os métodos e propostas de cada documento são alterados conforme o avanço tecnológico e as mudanças no contexto escolar.

A BNCC também estimula o acompanhamento das novas tecnologias visto que mídias digitais estão cada vez mais presentes no cotidiano dos estudantes. Através do desenvolvimento das competências, objetiva-se também lidar com as informações prudentemente e responsavelmente na conjuntura das culturas digitais. Os estudantes devem conseguir ter autonomia para buscar soluções aos problemas presentes no dia-a-dia e aprender a conviver com as diversidades (BRASIL, 2018).

É afirmado na apresentação da própria BNCC, que o documento irá influenciar não somente os currículos escolares e na formação inicial e continuada de professores, mas também na produção de materiais didáticos. Assim, é possível utilizar diversos métodos para se desenvolver as competências propostas pela BNCC, devendo-se preparar as aulas segundo o currículo escolar e construir o currículo conforme a realidade das escolas.

2.2 AS MÍDIAS AUDIOVISUAIS

2.2.1 Mídias audiovisuais e o ensino de química

De acordo com Martinello e Giacomazzo (2020), as mídias audiovisuais são baseadas no compartilhamento de informações a partir de imagens em movimento acompanhadas por sons. A linguagem audiovisual originou-se da fotografia, utilizando a captação de imagens que fundamentou a criação do cinema, que foi se adaptando conforme a passagem dos anos (DURAN, 2010). Tal linguagem é divulgada pelos meios de comunicação que utilizam tanto a audição quanto a visão para transmitir informações. Essa categoria de mídia está diretamente relacionada com o desenvolvimento de novas tecnologias. Essa classe de linguagem está presente no dia-a-dia das pessoas, quando se relata fatos ou conta-se histórias, narrando acontecimentos (MARTINELLO; GIACOMAZZO, 2020).

Segundo Menezes (2018), é possível notar que as tecnologias estão sendo utilizadas com diversos objetivos: entretenimento, comunicação, informação, entre outros. Com a difusão tecnológica, o uso de mídias audiovisuais em sala de aula vem se tornando uma possibilidade mais acessível a escolas com poucos recursos. A *internet* tem tornado essa ferramenta cada vez mais presente no cotidiano, plataformas como *Netflix*®, *Amazon Vídeo*® e *Hulu*® facilitam o acesso a conteúdos diversificados (NEVES; ANDRES, 2017).

Contudo, há a necessidade de uma preparação por parte docente para utilizar de maneira adequada tais recursos. No decorrer do cumprimento do estágio não-obrigatório de Martinello e Giacomazzo (2020), os autores notaram haver professores que empregam as mídias audiovisuais, porém sem o devido planejamento, apenas para ocuparem o tempo de aula. Dessa forma, para a utilização apropriada de mídias em sala de aula, o docente deve se portar não somente como transmissor de conhecimento, mas como um mediador entre a ferramenta de ensino, o conteúdo a ser ensinado e os estudantes (CHAMPANGNATTE; NUNES, 2011).

As mídias audiovisuais não somente se relacionam com as ciências humanas e as linguagens, elas também se relacionam com as ciências da natureza. Esse vínculo não é recente, seu uso por cientistas para a filmagem, por exemplo, de voos de aves foi amplamente utilizado. A utilização das mídias audiovisuais como ferramenta facilitadora na obtenção e na divulgação de dados científicos não é recente, datando do século XIX (OLIVEIRA, 2006). Da mesma forma que essa ferramenta pode ser utilizada para se fazer ciência, independente da

área, há a possibilidade de empregá-la para se ensinar ciência. No presente trabalho, dentre o amplo campo que é o ensino de ciências, tem-se foco no ensino de química.

2.2.2 BNCC e o uso de mídias

A Base Nacional Comum Curricular propõe as competências gerais para serem desenvolvidas em todas às três fases da Educação Básica: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio. Dentre as competências citadas, é possível notar a importância dada pelo documento ao uso de diferentes ferramentas para o ensino. Na competência 4 é proposta a utilização de diferentes linguagens, incluindo a linguagem audiovisual:

Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo. (BRASIL, 2018, p. 9)

Assim, a utilização das mídias audiovisuais pode ser uma opção a ser considerada para o ensino de química, desde que esteja dentro de um planejamento alinhado com os documentos oficiais (MARTINELLO; GIACOMAZZO, 2020). Ainda está presente no documento, na competência geral 5, a utilização de novas tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018, p. 9).

Pelo fato de as mídias audiovisuais estarem presentes por grande parte do globo, há diferentes culturas - de diferentes países - manifestadas e globalizadas a partir da linguagem audiovisual. Dessa forma, a utilização dessa categoria de mídia se alinha a competência geral 3, presente na BNCC onde se propõe “Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.” (BRASIL, 2018, p. 9).

Ainda estão presentes na BNCC as competências específicas de cada área de ensino. No foco do presente trabalho, serão abordadas especificamente as competências propostas

para as ciências da natureza e suas tecnologias. Dentre as três competências específicas, a utilização de mídias audiovisuais pode promover o desenvolvimento do item três:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, p. 553)

Dessa forma, o uso das linguagens audiovisuais como material para se ensinar diferentes conteúdos escolares de maneira a alcançar uma formação crítica, contextualizada e com sentido é sustentado pelo documento normativo. Para se estimular o desenvolvimento das competências citadas na Base Nacional Comum Curricular, a adaptação escolar para o uso das novas tecnologias digitais e, por consequência, a adaptação tanto da escola quanto dos docentes deve ser considerada.

2.3 OS ANIMES

2.3.1 Caracterização, origem e popularidade

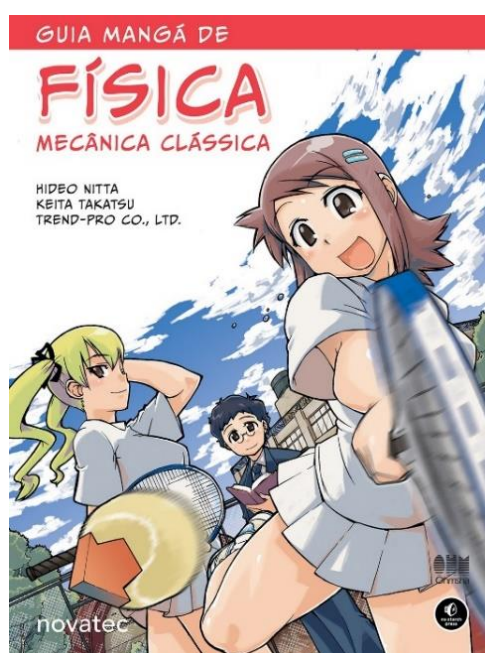
Dentre a diversidade das mídias audiovisuais, faz-se presente os animes. De acordo com Soares (2019), os animes começaram a se popularizar no Brasil por volta da década de 1960, quando imigrantes japoneses trouxeram a cultura dos mangás e animes que começara a se popularizar no país asiático. Os animes no Japão se referem a qualquer animação, inclusive animações estrangeiras, contudo, no ocidente, a palavra *anime* é utilizada para se referir especificamente às animações japonesas. Os animes possuem características próprias: personagens com olhos grandes e expressivos, com expressões caricaturescas de modo a transmitir as emoções e sentimentos no decorrer da história.

A globalização e o acesso cada vez mais fácil a diferentes obras têm contribuído na difusão de animes em geral. De acordo com Luyten (2014):

O Brasil, tendo a maior colônia nipônica fora do Japão, já tinha a tradição de ler estas revistas japonesas através de seus imigrantes tornando-se pioneiro não só na leitura como na produção de mangá fora do Japão desde a década de 1960. [...] O sucesso da Cultura Pop Japonesa tem sido de forma tão penetrante que seu uso tem se estendido às salas de aula como ferramenta de trabalho dos professores para aprendizado, oficinas de trabalho das Secretarias de Educação e Cultura de municípios brasileiros para inclusão social. (LUYTEN, 2014, p. 1).

A popularização dos animes entre os estudantes fica evidente na pesquisa realizada por Rodrigues e Rocha (2018) com 101 estudantes do 9º ano do ensino fundamental. Dos discentes, 69% afirmaram gostar de animes, 64% afirmaram que gostariam que os professores utilizassem animes durante as aulas e 70% acreditam que utilizar vídeos e livros didáticos em forma de animes e mangás facilitariam o aprendizado em ciências. O uso de mangás e animes para o ensino se tornou tão difundido que existem materiais como o livro “Guia Mangá de Física Mecânica Clássica” escrito por Hideo Nitta e Keita Takatsu (figura 3) no qual conceitos de mecânica clássica são abordados a partir de uma história em quadrinhos no estilo mangá. A existência dessa série de guias não se limita a somente a física, há guias com as mesmas características que abordam cálculo diferencial e integral, estatística e bioquímica por exemplo. A propagação de materiais no formato mangá se devem principalmente ao enredo e estilo da animação que foram bem aceitos pelo público, porém a *internet* tem sua participação na divulgação das obras (LUYTEN, 2014).

Figura 3- Capa do livro "Guia Mangá de Física Mecânica Clássica"



Fonte: NITTA, 2010

É importante ressaltar que, apesar de animações serem associadas com o público infantil, nem todas as obras têm como público alvo as crianças. Dessa forma, não se deve afirmar que os animes em geral são destinados ao público infantil. No Japão é utilizada a classificação por público alvo, pensando na faixa etária e no sexo dos consumidores. Assim é

possível categorizar os animes e mangás de maneira geral em grupos como: *kodomo-muke* (crianças menores que 10 anos), *shounen* (meninos de 11 a 18 anos), *shoujo* (meninas de 11 a 18 anos), *seinen* (homens de 19 a 50 anos), *josei* (mulheres de 19 a 50 anos) (CAMPOS; CRUZ, 2020).

Essa classificação originada na cultura japonesa tem finalidade comercial, marcas de revistas e editoras normalmente priorizam certas classificações de mangás e animes para suas publicações. Não há nenhum tipo de proibição caso o público alvo de um grupo queira consumir animes classificados para outro público. Essa classificação faz parte da cultura japonesa e se originou juntamente com as próprias animações. Já no Brasil, a classificação utilizada, é a Classificação Indicativa (ClassInd) que leva apenas em consideração a idade do público cujo conteúdo não é recomendado (BRASIL, 1990).

Segundo Silva S. (2011), os animes podem ainda ser separados em três categorias de lançamento: para a televisão, para vídeo e para cinema. A primeira categoria congrega os animes lançados diretamente na TV com posterior disponibilização em vídeo, essa classificação é a principal no quesito de lançamentos e distribuição das obras. A segunda classificação engloba os animes primeiramente lançados em vídeos, antes principalmente na forma de DVD's, mas atualmente através de plataformas de *streaming*. Essa categoria é mais econômica que a primeira, sendo destinada às histórias mais “arriscadas” e podem ou não serem exibidas na TV dependendo da aceitação do público. Por fim, tem-se a categoria “para cinema” que geralmente são recriações de obras que fizeram muito sucesso nas classificações anteriores.

Por conta da origem japonesa dos animes, em diversas histórias estão presentes aspectos da cultura japonesa. Um exemplo é a tradição de ter uma área na entrada de suas residências chamada *genkan* para que as pessoas possam, antes de entrarem, retirarem seus sapatos, como ilustra a Figura 4, uma cena do anime *Koe no Katachi* (A voz do Silêncio).

Figura 4 - Personagem retirando sapatos antes de entrar em casa



Fonte: *Koe no Katachi* (2016).

Dessa forma, a utilização dessas obras para fins educativos não somente poderá facilitar o entendimento dos estudantes acerca do conteúdo químico, o foco do presente trabalho, mas também poderão ser observadas as diferenças culturais presentes nas animações. É importante ressaltar que, o cinema e a mídia possibilitam expandir o capital cultural, interagindo com a diversidade (FERRARI; FANTIN, 2017). Assim os alunos poderão entrar em contato com uma cultura diferente da qual estão acostumados e terão a noção de que há diferentes tradições ao redor do mundo.

2.3.2 Dr. Stone

Dr. Stone (ドクターストーン) é um anime baseado no mangá criado por Riichiro Inagaki e ilustrado por Mujik “Boichi” Park, possuindo os gêneros: ação, aventura, comédia, drama e ficção científica. Ele é classificado como *shounen* e sua recomendação etária no Brasil é a partir de 12 anos. A animação começou a ser lançada no Brasil em 2019 e é possível acompanhar os lançamentos de novos episódios através de plataformas digitais por assinatura como o *Crunchyroll*®. Na figura Figura 5 é representada a capa da primeira temporada do anime.

Figura 5 - Capa da primeira temporada de Dr. Stone

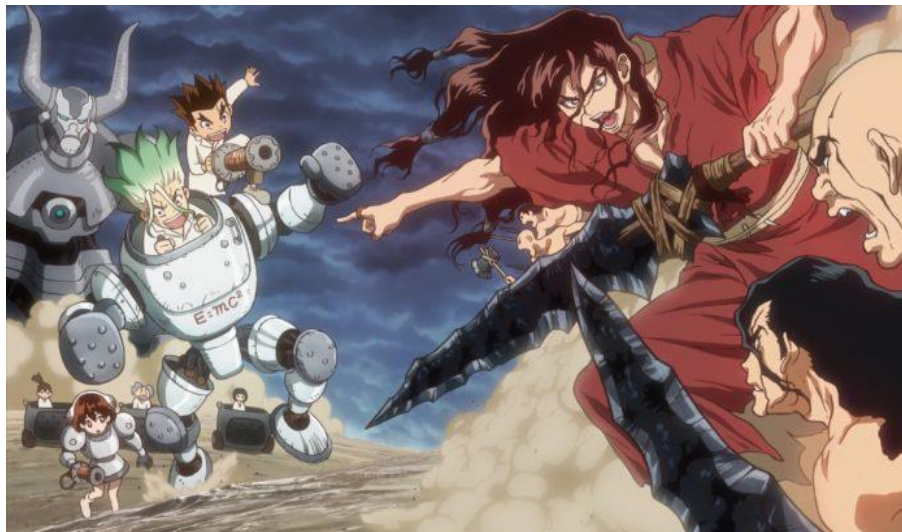


Fonte: Blog Vórtex Cultural, PRADE (2021)

A história do anime começa quando todas as pessoas presentes no planeta Terra são petrificadas por um raio de origem desconhecida, assim, o anime se passa 3700 anos no futuro, quando o protagonista Senku Ishigami acorda. Com seu intelecto e seus conhecimentos abrangentes sobre várias áreas das ciências, Senku consegue acordar seus amigos, após meses de pesquisa e testes, utilizando uma solução de ácido nítrico e álcool conhecida como Nital. Então os personagens do “reino da ciência” iniciam a missão de descobrir a origem da petrificação e restabelecer toda a humanidade, despertando o maior número de pessoas possível.

No decorrer da história acontecem várias desavenças que dificultam o objetivo do protagonista, como a aparição do vilão Tsukasa Shishio. O vilão entra na trama quando é despertado por Senku no momento em que o protagonista precisava de uma pessoa com porte físico para defendê-lo de animais selvagens. Tsukasa é contra a ideia de recomeçar a humanidade da forma que Senku deseja, ele acredita que seria melhor escolher apenas pessoas jovens e de “coração puro” para serem despertadas, quebrando as estátuas de pessoas mais velhas e de “coração manchado”. Dessa forma, utilizando a solução de Nital que Senku obteve, ele reconstruiria uma sociedade onde o pilar para a solução dos problemas seria a força bruta. Na Figura 6 é ilustrada a batalha entre o “reino da ciência” de Senku e a força de Tsukasa.

Figura 6 - Senku e seus amigos contra Tsukasa e seu exército



Fonte: Crunchyroll® (2019). Temporada 1, ep. 06. Tempo: 15 min 08 seg.

No decorrer do anime são utilizados termos científicos, porém de maneira simples para que o público alvo compreenda na íntegra todos os acontecimentos da história. Durante toda a animação é explicitada a importância dos conhecimentos científicos para o desenvolvimento da humanidade e, por conta do desenvolvimento científico, é possível por exemplo, se obter energia elétrica no mundo de pedra. Esse acontecimento é ilustrado na Figura 7 que traz a cena em que Senku e Chrome (personagem integrante do “reino da ciência”) criam uma versão rudimentar de uma lâmpada incandescente composta por fios de cobre e lascas de bambu.

Figura 7 - Senku e Chrome criam um protótipo de lâmpada.



Fonte: Dr. Stone (2019). Temporada 1, ep. 09. Tempo: 21 min 42 seg.

3 METODOLOGIA

A seleção do anime Dr. Stone foi baseada no enredo da trama, na abordagem científica que os episódios apresentam e na classificação etária da obra. O anime aborda toda a evolução científica e tecnológica conquistada pela humanidade, passando pela criação do sabão, da eletricidade, de antibióticos, da pólvora e assim por diante. A cada nova necessidade que aparece, Senku e seus companheiros desenvolvem uma solução usufruindo do conhecimento científico e dos materiais produzidos anteriormente. O desenvolvimento das tecnologias e a aplicação da ciência na vida cotidiana é um tema presente em grande parte dos episódios, o que pode ser abordado junto aos estudantes para mostrar a presença da ciência e da tecnologia no dia-a-dia.

A escolha do método utilizado para análise da obra, uma adaptação qualitativa da análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), provém do tipo de análise objetivada no presente trabalho e a relevância que a proposta da autora tem no meio científico, sendo uma referência para a área. A análise de conteúdo é parte importante da pesquisa científica, sendo ela um conjunto de instrumentos metodológicos em constante aperfeiçoamento tendo uma diversidade de aplicações. Essa prática não é atual e já vem se desenvolvendo desde a hermenêutica, interpretando textos religiosos (BARDIN, 2011). De acordo com Bardin (2011), a análise de conteúdo pode ser separada em três fases: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

A pré-análise é a etapa inicial da análise de conteúdo, normalmente o desenvolvimento dessa fase tem três objetivos: escolha dos documentos, formulação de hipóteses e dos objetivos bem como a elaboração de indicadores que fundamentam a interpretação final. A escolha dos documentos, ou seja, a delimitação do universo de análise, depende dos objetivos estipulados na mesma fase. Já na elaboração dos indicadores, é tratado da organização de índices que corroboram com o cumprimento do objetivo estipulado. Dessa forma, a pré-análise tem como objetivo a organização do material estudado (BARDIN, 2011).

A exploração do material é a etapa mais longa do processo, sendo constituída de uma série de procedimentos manuais ou eletrônicos. Nessa fase são realizadas as operações de codificação, decomposição ou enumeração seguindo regras previamente estipuladas. Por fim, a última etapa consiste no tratamento e interpretação dos resultados obtidos, na qual se refina os dados brutos, estabelecendo quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos que condensam os resultados obtidos na etapa anterior (BARDIN, 2011).

Seguindo uma adaptação da proposta de Bardin (2011), o objetivo da etapa de pré-análise foi relacionar episódios da 1ª temporada de Dr. Stone com os conteúdos químicos abordados no ensino médio e o desenvolvimento de competências propostas pela BNCC. Dessa forma, baseado na presença ou na ausência do indicador “contextos nos quais processos químicos são abordados nos episódios” foi realizada a escolha do material analisado.

O universo amostral dos 24 episódios da 1ª temporada do anime Dr. Stone foi agrupado conforme a presença de conteúdo relacionado à área de ciências da natureza em cada episódio. A partir de uma leitura geral, foi estabelecida uma classificação entre “Física”, “Química” e “Biologia” para os episódios que apresentavam algum conteúdo referente a essas áreas do conhecimento. Os episódios que cujo foco era principalmente o desenvolvimento da trama, não apresentando conteúdos das áreas citadas de maneira expressiva, foram classificados como “Desenvolvimento de Personagens”. A partir dessa categorização inicial, foi feita a seleção dos episódios que prosseguiram para a próxima fase da análise.

A segunda etapa foi a “exploração do material”. Cada episódio classificado como “Química” teve seu conteúdo descrito em forma de sinopse e analisado conferindo a veracidade¹ e a coerência das informações. Por fim, a terceira etapa foi o “tratamento dos resultados obtidos e interpretação”. Nessa etapa o conteúdo químico de cada episódio foi relacionado, de maneira qualitativa, com as competências a serem desenvolvidas de acordo com a BNCC e com o conteúdo químico abordado no ensino médio. Na Tabela 1 é possível observar um resumo de cada etapa da análise.

Tabela 1 - Resumo das Etapas da Análise de Conteúdo

Etapa	Ações		
Pré-análise	Delimitar objetivo	Elaborar indicadores	Escolha de episódios
Exploração do Material	Descrição do conteúdo	Análise da veracidade e coerência de conteúdos químicos	
Tratamento dos Resultados Obtidos e Interpretação	Relacionar conteúdo dos episódios com o ensino de química e competências da BNCC		

Fonte: a autora

¹ A palavra “veracidade” utilizada nesse contexto, remete a reprodutibilidade na vida real das reações químicas presentes nos episódios do anime.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DE CONTEÚDO

4.1.1 Classificação dos Episódios

A partir da etapa de pré-análise foi originada a Tabela 2. Nela estão presentes o nome e o número dos episódios da 1ª temporada de Dr. Stone bem como suas classificações prévias entre “Física”, “Química”, “Biologia” e “Desenvolvimento dos Personagens”. Pode-se concluir que, 11 dos 24 episódios avaliados abordam conteúdos químicos no decorrer da narrativa, possuindo os indicadores de que é possível utilizá-los para se atingir o objetivo estipulado. Assim, baseando-se no método de Bardin (2011), somente esses episódios seguirão para a segunda etapa da análise de conteúdo.

Tabela 2– Classificação dos Episódios da 1 Temporada de Dr. Stone

Número do episódio	Nome do episódio	Classificação
1	Mundo de Pedra	Química
2	O Rei do Mundo de Pedra	Biologia
3	Armas da Ciência	Química
4	Disparar Sinais de Fumaça	Química
5	Mundo de Pedra o Início	Biologia
6	Duas Nações do Mundo de Pedra	Física
7	Para onde foram 2 milhões de anos	Química
8	Estrada de Pedra	Química
9	Faça-se a Luz da Ciência	Física
10	Ténue Aliança	Desenvolvimento dos personagens
11	Mundo Transparente	Química
12	Amigos se Apoiam	Química
13	Guerreiro Mascarado	Química
14	Mestre da Chama	Física
15	O Culminar de 2 Milhões de Anos	Química
16	Conto das Eras	Desenvolvimento dos personagens
17	Cem Noites e Mil Céus	Desenvolvimento dos personagens
18	Guerras de Pedra	Desenvolvimento dos personagens
19	Para a Modernidade	Desenvolvimento dos personagens
20	A Era da Energia	Física
21	Clube de Artesanato Espartano	Química
22	O Tesouro	Física
23	Onda de Ciência	Química
24	Vozes Sobre uma Distância Infinita	Física

Fonte: a autora

4.1.2 Veracidade Química de cada Contexto

No decorrer da segunda etapa, nomeada como “exploração do material”, cada episódio classificado como “Química” foi descrito na forma de sinopse. Durante a etapa, para fins de organização, foram nomeados contextos onde havia grande presença de conteúdos químicos, sendo realizada uma descrição mais detalhada do momento, além da análise de coerência científica de cada contexto identificado. Tal análise foi baseada em informações retiradas da literatura científica presente acervos digitais como Scielo, Portal da CAPES, Google Acadêmico entre outros.

4.1.2.1 Episódio 1: Mundo de Pedra

Logo no primeiro episódio, o público é apresentado aos personagens principais: Senku Ishigami, Taiju Oki e Yuzuriha Ogawa no contexto de sua vida escolar, como estudantes japoneses do ensino médio. São expostos alguns traços de personalidade característicos de cada protagonista, sendo eles conhecimento científico, força bruta e habilidades manuais respectivamente. No decorrer do episódio, acontece a petrificação da humanidade por conta de um raio cuja origem é desconhecida. Senku e Taiju despertam cerca de 3700 anos após serem petrificados, iniciando uma investigação da origem do raio que os transformou em estátuas, buscando uma solução para reverter o problema e uma maneira de sobreviver ao mundo de pedra.

No decorrer do episódio, são identificados quatro contextos em que há a presença de conteúdos químicos. Os momentos foram denominados como *Produção de Gasolina*, *Obtenção de Sal Marinho*, *Obtenção de Ácido Nítrico* e *Produção de Vinho*. No primeiro contexto, *Produção de Gasolina*, Senku está no laboratório de ciências de sua escola, onde mostra uma substância contida em um balão de fundo redondo, afirmando ser gasolina produzida a partir de tampas de garrafa do tipo PET. O protagonista ainda assegura aos outros personagens presentes no laboratório que é possível se obter gasolina a partir de polietileno, “cortando” as moléculas de hidrocarbonetos para ficarem do “mesmo comprimento” que as moléculas de gasolina.

Há autores na literatura, como Chen e colaboradores (2019), que afirmam haver a possibilidade de utilizar polietileno como material de partida para se obter produtos como, por exemplo, combustível para aviões e gasolina. Apesar de o personagem empregar termos coloquiais como “cortar” e “comprimento” ao se referir às cadeias de hidrocarbonetos, sua

afirmação se mostrou coerente com estudos presentes na literatura, havendo a possibilidade da obtenção de gasolina a partir de tampas de garrafas PET.

No segundo contexto identificado no episódio, *Obtenção do Sal Marinho*, após os personagens acordarem do seu estado petrificado, Taiju, responsável pela coleta e caça de alimentos, encontra diversas plantas e cogumelos locais. Ele os leva para Senku, que os classifica como alimentos seguros para ingestão e alimentos tóxicos, assando os cogumelos do grupo de alimentos seguros. Na mesma cena, o personagem utiliza sal para temperar os itens, afirmando que o obteve a partir da água do mar. Considerando que a região onde os personagens se encontram é o atual Japão, caracterizado por ser uma ilha, é possível utilizar água provinda do mar para a obtenção do sal de cozinha.

Para se obter NaCl marinho, o método mais barato e eficiente é baseado na evaporação da água do mar, em que o cloreto de sódio, em estado aquoso, cristaliza conforme o solvente (água) é retirado do sistema (ANDRADE, 2015). Esse procedimento é empregado para a obtenção do sal marinho em escala industrial atualmente e, considerando a simplicidade da técnica, é coerente que Senku obtenha o cloreto de sódio na condição em que se encontra.

Ainda no episódio, o terceiro contexto de *Obtenção de Ácido Nítrico* foi identificado. Durante ele, Senku afirma acreditar que, para que os personagens tenham despertado em tempos próximos, ambos deveriam ter pelo menos uma condição em comum que favoreceu o processo de despetrificação. Os personagens saem de seu estado petrificado em uma caverna, portanto, surge a hipótese de que o guano de morcego que goteja do teto da caverna contribuiu para que Senku e Taiju despertassem. A linha de raciocínio é plausível, sendo justificada em pesquisas como as de Steiger (2015) que mostram que o guano de morcego pode promover a degradação de estruturas de cimento por conta da formação de ácidos, como o ácido nítrico.

Após alguns testes com estátuas de pássaros, Senku descobre que somente o ácido nítrico do guano não é suficiente para despertar as pessoas instantaneamente. Dessa forma, ele acredita ser necessário produzir uma solução corrosiva chamada nital, misturando ácido nítrico e etanol. Esse produto é utilizado no processo de ataque químico para a corrosão de metais na indústria, sua efetividade depende de fatores como a concentração dos componentes do agente corrosivo (MAGALHÃES et al., 2019). Essa afirmação justifica o tempo que os personagens necessitaram investir para encontrar a concentração apropriada dos componentes da mistura que possibilitaria despetrificar o mundo.

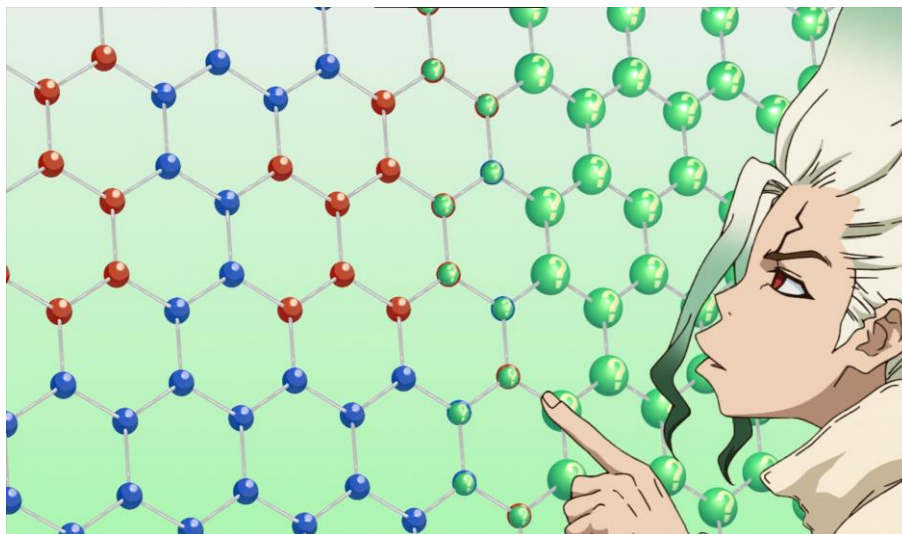
Para produzir nital, é necessário ácido nítrico, produzido pelo guano de morcegos, e etanol. Dessa forma, é identificado o quarto e último contexto químico do episódio: *Produção de Vinho*. Os personagens optaram por fermentar uvas encontradas na região, conquistando o vinho. A partir da bebida, a técnica de destilação foi empregada para separar o etanol presente no vinho. O episódio explora também o conteúdo histórico da destilação, assegurando que a prática é bastante antiga dado que povos mesopotâmicos utilizavam jarras de argila como sistema de destilação primitivo. Manuscritos alexandrinos datados entre os séculos XI e XV possuem ilustrações remetentes a aparatos que podem ser associados a destiladores (BELTRAN, 1996). A afirmativa de que a destilação é uma prática bastante antiga é coerente com a história. Dessa forma, Senku e Taiju poderiam utilizar a técnica no mundo onde não há tecnologias avançadas, fazendo uso de jarros de argila para obtenção de etanol.

4.1.2.2 *Episódio 3: Armas da Ciência*

Durante o Episódio 3 são expostos os objetivos do vilão Tsukasa Shishio, despetrificado pelos protagonistas no Episódio 2. Tsukasa deseja despertar apenas pessoas jovens que ele julga de coração puro, opondo-se à ideia dos protagonistas de despertarem toda a humanidade. Ainda no mesmo episódio, Senku e Taiju utilizam a solução de nital para despertar a personagem Yuzuriha, sua antiga colega de classe. Após o reencontro, os três personagens decidem enfrentar juntos Tsukasa e suas ideias de mundo perfeito. Para tal, concluem que terão de avançar a tecnologia até criarem as “armas da ciência”. Senku, Taiju e Yuzuriha fogem de seu acampamento inicial onde Tsukasa está morando, partindo para conseguirem matéria-prima para produzir pólvora.

Durante o episódio, dois contextos científicos foram assinalados, sendo denominados *Processo de Despetrificação e Oxidação e Intoxicação por Cobre*. O primeiro contexto é identificado pela cena onde os personagens despertam Yuzuriha. Durante o processo de despetrificação da personagem, Senku afirma ter uma hipótese sobre como a solução de nital atua nas estátuas. O protagonista acredita que as pessoas petrificadas estão revestidas com uma camada exterior de pedra, sendo essa camada formada por uma rede cristalina com formato bem definido. Senku afirma que o nital entra em contato com a rede cristalina e inicia o processo de ataque químico ao mineral, uma reação em cadeia é iniciada e toda a estrutura é danificada, fazendo com que a camada de pedra se quebre e as pessoas despertem como ilustrado na figura 8.

Figura 8 - Estrutura Cristalina Bem Definida



Fonte: *Dr. Stone* (2019). Temporada 1, ep. 03. Tempo: 07 min 02 seg.

A hipótese do protagonista é coerente dado que os minerais são redes cristalinas naturais, ao qual é possível, nas condições adequadas, se obter uma ruptura (LIMA, 2007). Outro ponto a favor da hipótese de Senku é a ação de chuvas ácidas em monumentos. De acordo com Galvão (1996), diversos monumentos ao redor do mundo, feitos à base de rochas, estão sendo afetados pelas chuvas ácidas: Cristo Redentor no Rio de Janeiro, Partenon em Atenas e catedrais na Europa, entre outros.

O segundo contexto identificado, *Oxidação e Intoxicação por Cobre*, ocorre durante a busca dos personagens por matéria-prima para produzir pólvora. O trio Senku, Taiju e Yuzuriha encontram a grande estátua do Buda de Kamakura (figura 9), sendo ela feita principalmente de cobre, justificando o monumento estar preservado mesmo depois de 3700 anos. Taiju aponta que nas proximidades da estátua não há árvores, apesar do local onde o Buda se encontra ser uma floresta. Senku afirma ser devido à contaminação do solo pelo cobre da estátua, o que tornou o solo infértil nas proximidades. Além disso, é apontado que o Buda já não apresenta a mesma coloração, adquirindo um tom verde. Novamente Senku afirma que essa nova coloração é devido à reação de oxidação do cobre, o que fez com que o Buda se tornasse uma estátua esverdeada.

Figura 9 - Buda de Kamakura

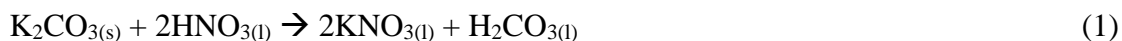


Fonte: *Dr. Stone* (2019). Temporada 1, ep. 03. Tempo: 16 min 40 seg.

As afirmações de Senku são coerentes, pois a exposição de estátuas de metal à ação do tempo favorece a corrosão delas. A primeira etapa visível de corrosão de ligas de cobre é a mudança de coloração dos monumentos, onde se é adquirido um tom verde (FONTINHA; SALTA, 2008). Como ilustrado na figura 9, há partes da estátua que estão bastante corroídas, o que justifica a contaminação por cobre no solo ao redor do monumento. Apesar de o cobre ser um metal essencial para o crescimento de plantas, o solo com excesso do elemento é venenoso (BELLION et al., 2006). Assim, a afirmação de Senku a respeito da intoxicação do solo ao redor da estátua está alinhada com a realidade.

4.1.2.3 Episódio 4: Disparar Sinais de Fumaça

No Episódio 4, os personagens conseguem produzir pólvora e, durante um acidente, geram uma pequena explosão a qual é acompanhada por uma nuvem de fumaça. Senku, Taiju e Yuzuriha notam um sinal de fumaça vindo da floresta, uma resposta à nuvem causada pela explosão. O evento faz com que os personagens acreditem que existam mais humanos despetrificados. Durante o episódio, um contexto químico foi identificado como *Explosão de Pólvora*, no qual os personagens produzem pólvora a partir de carvão, enxofre e nitrato de potássio. Senku afirma que o enxofre foi extraído da região vulcânica onde se encontram e o carvão foi obtido da queima de madeira. Já o nitrato de potássio não tem sua origem explicitada, contudo é possível produzi-lo a partir de ácido nítrico (oriundo do guano de morcego) e carbonato de potássio de acordo com a equação 1 (VILARDI et al., 2017).



O protagonista não detalha o processo de obtenção do carbonato de potássio, mas é possível que o mesmo tenha obtido através da lixiviação com água quente de cinzas de madeira (KIEFER, 2002). A mistura para formar pólvora é coerente visto que, uma das composições possíveis para sua fabricação é dada por 76 ½ partes de nitrato de potássio, 12 ½ partes de enxofre e 12 ½ partes de carvão (PIVA; FILGUEIRAS, 2008).

Senku ainda adiciona glicose à pólvora, alegando que açúcar irá proporcionar mais potência ao produto. A glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), obtida através das uvas que Taiju colheu, é um composto rico em oxigênio. De acordo com Guanaes e Bittencourt (2008), desde a Segunda Guerra Mundial os Estados Unidos têm investido em propelentes: compostos ricos em oxigênio (oxidantes) que, durante sua queima, geram gases e energia suficiente para propelir corpos. Considerando que a glicose é rica em oxigênio é possível que sua adição à pólvora resulte em uma combustão mais energética.

4.1.2.4 Episódio 7: Para onde foram 2 milhões de anos

No Episódio 7, depois de uma série de acontecimentos, os personagens optam por se separarem: Taiju e Yuzuriha voltam para a região inicial onde todos despertaram, se infiltrando entre o exército de Tsukasa. O vilão está utilizando a solução de nital para despertar várias pessoas, criando seu mundo ideal. Senku segue para investigar os sinais de fumaça provindos da floresta. Lá, encontra e ajuda uma personagem, Kohaku, descendente de pessoas que não foram petrificadas. Para agradecê-lo, ela o leva para o vilarejo onde mora. Lá o protagonista descobre que há vários descendentes de pessoas que nunca se tornaram estátuas habitando a vila. Tais pessoas não tiveram qualquer contato com a tecnologia de antes da petrificação, logo não possuem a mesma abrangência científica de conhecimentos que Senku.

Entre os novos personagens está Chrome, o “feiticeiro”, que possui uma grande variedade de minérios estocados. Ainda no episódio, Senku decide atrair as pessoas do vilarejo para construir o “reino da ciência” e enfrentar Tsukasa. Para isso, o protagonista precisa conquistar a confiança das pessoas nativas do vilarejo. Assim, o personagem deseja curar a doença que a sacerdotisa do vilarejo possui através de antibióticos.

Durante o episódio foram identificados três contextos químicos: *Chamas Coloridas*, *Minérios Estocados* e *Lança de Ouro*. O primeiro contexto ocorre quando Chrome, que

através da experimentação e sem conhecimentos teóricos aprofundados, descobriu diferentes reações e propriedades químicas de compostos. Desafiando Senku para uma “batalha de feiticeiros”, o personagem utiliza íons metálicos para produzir chamas com colorações atípicas (figura 10). Esse princípio é utilizado atualmente como base da técnica para identificação de diferentes metais chamada Teste de Chama. Neste teste há a queima de diferentes íons metálicos e, como resultado, a chama adquire diferentes cores (CARROLL; ROSSI, 2020).

Figura 10 - Teste de Chama na "Batalha de Feiticeiros"



Fonte: *Dr. Stone* (2019). Temporada 1, ep. 03. Tempo: 10 min 53 seg.

Senku explica a ciência por trás de cada “truque” de Chrome, o que faz com que ambos se tornem companheiros, transformando o “feiticeiro” em “ciencista”. Assim, o contexto *Minérios Estocados* ocorre, quando o “ciencista” mostra sua cabana onde há diversos minerais que armazenou durante anos na esperança de tentar encontrar a cura para a doença da sacerdotisa do vilarejo, Ruri. Através da descrição dos sintomas da personagem, o protagonista acredita que Ruri tenha uma infecção bacteriana pulmonar. Dessa forma, os personagens se aliam para desenvolver um antibiótico à base de sulfas para curar a sacerdotisa da vila e ganhar a confiança dos habitantes.

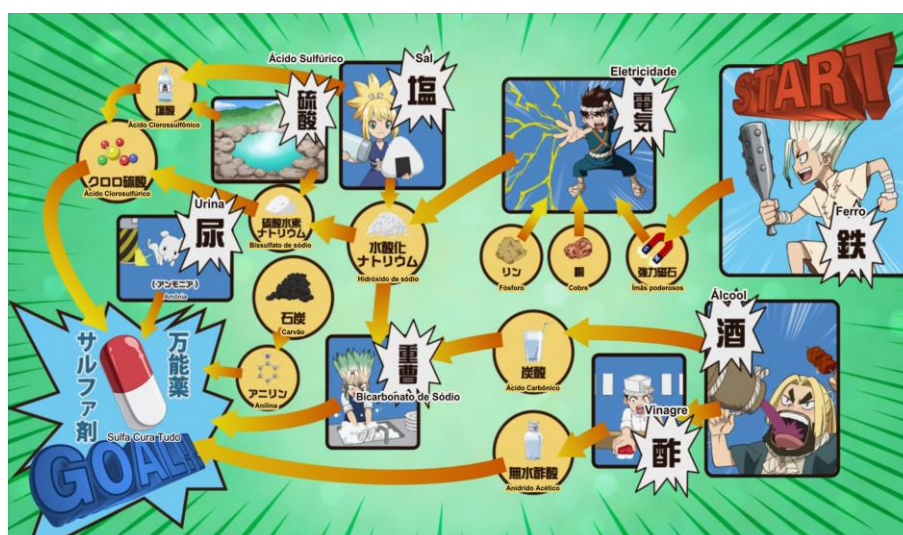
O último contexto identificado no episódio é quando Senku produz uma lança de ouro para o guarda da vila Kinrou. O protagonista, fazendo uso dos minerais que Chrome armazenou, aquece cinábrio (HgS) e pó de ouro. Através da operação de amalgamação é formada uma liga entre o ouro e o mercúrio. Essa prática é comum entre a comunidade

garimpeira, sendo utilizada para extrair ouro de fontes naturais (LACERDA, 1997). Feita a liga metálica, Senku toma a lança de Kinrou (um dos guardas da vila) e mergulha sua ponta na solução, alertando-o para não inspirar os vapores que saiam do recipiente. Considerando o baixo ponto de ebulição do mercúrio, é possível vaporizá-lo para retirá-lo do sistema reacional, fazendo com que reste somente ouro liquefeito, produzindo a lança de ouro. Dessa forma, é coerente que Senku obtenha a lança com a ponta de ouro, além de orientar Kirou a não inspirar os vapores tóxicos da solução, dado que os vapores sejam majoritariamente mercúrio metálico.

4.1.2.5 Episódio 8: Estrada de Pedra

Nesse episódio, devido à doença da sacerdotisa do vilarejo Ruri, Senku decide que irá curar a personagem com ciência. Dessa forma, é estabelecida uma rota sintética para produzir sulfato (figura 11), um dos primeiros antibióticos produzidos pela humanidade. Com imãs que Chrome coletou anos antes, os personagens iniciam a coleta de areia de ferro que está presente no rio para produzir ferro metálico, primeiro material necessário para síntese da sulfato.

Figura 11 - Rota para Síntese de Sulfato



Fonte: *Dr. Stone* (2019). Temporada 1, ep. 08. Tempo 3 min. 39 seg.

Nesse episódio foi identificado um contexto químico nomeado como *Obtenção de Ferro*. Para se obter Ferro, os personagens fundem a areia obtida, misturando-a com carvão

em fornalhas. A areia coletada é rica em ferro, sendo possível obter ferro-gusa (uma forma impura do metal) de maneira viável, partindo de reações de oxirredução que ocorrem com o aquecimento do minério na presença de carbono provindo do carvão (FERRAZ, 2005). Essa forma de obtenção do metal, sendo extraído a partir da areia rica em minerais, é utilizada atualmente pela indústria metalúrgica, corroborando com afirmativa de que o procedimento realizado pelo personagem se alinha a realidade (CARVALHO et al., 2014).

4.1.2.6 Episódio 11: Mundo Transparente

Após obter diversos materiais, mão-de-obra e energia elétrica, no Episódio 11 os personagens precisam substituir os recipientes de argila utilizados no laboratório por recipientes de vidro. Ainda nesse episódio Senku descobre que Suika, criança nativa da vila que utiliza um capacete de melancia (figura 12), tem “a doença dos olhos embaçados” - por esse motivo veste a fruta -. O protagonista explica para a personagem que é possível curar essa “doença” utilizando vidro, produzindo óculos. A partir disso os personagens iniciam a produção de vidro, com o auxílio do artesão do vilarejo, senhor Kaseki.

Figura 12 - Capacete com Lentes de Suika



Fonte: *Dr. Stone* (2019). Temporada 1, ep. 11. Tempo 7 min. 53 seg.

É durante o episódio que o contexto denominado *Transformação de Quartzo em Vidro* ocorre, onde personagens coletam areia rica em quartzo para produzir o vidro. É coerente que Senku obtenha vidro a partir do aquecimento do quartzo, dado que a sílica vítrea - uma

categoria de vidro - é obtida aquecendo areia de sílica ou cristais de quartzo até a temperatura de fusão do material a 1725°C (AKERMAN, 2000).

4.1.2.7 Episódio 12: Amigos se Apoiam

Seguindo a rota para produzir antibiótico, os personagens devem obter ácido sulfúrico produzido nas fontes próximas de vulcões. Para coletar o ácido, é necessário descer até um lago constituído do composto (figura 13). Assim, Senku precisa desenvolver máscaras de gás bem como um detector de gás sulfídrico, para evitar intoxicações nas redondezas de fontes dessa natureza. Com máscaras de proteção, Senku e Chrome coletam o ácido e voltam para a vila, para dar continuidade as reações para a rota de síntese de Sulfa. Durante o episódio foram identificados três contextos químicos: *Obtenção de Ácido Sulfúrico*, *Detector de Gás Sulfídrico* e *Produção de Máscaras de Gás*.

No primeiro contexto, os personagens descobrem a presença de um lago que é constituído por ácido sulfúrico. O enxofre é encontrado na natureza em diferentes formas, dentre elas as mais comuns são na forma de íons sulfato diluídos em lagos e como gás sulfídrico (HOBUSS et al., 2007). Dessa forma, considerando que na geografia japonesa há a presença de vulcões, há porcentagens significativas de enxofre na ilha, sendo coerente que Senku encontre lagoas com ácido sulfúrico diluído e reservatórios de gás sulfídrico na região.

Figura 13 – Lago Contendo Ácido Sulfúrico Diluído



Fonte: *Dr. Stone* (2019). Temporada 1, ep. 12. Tempo 5 min. 20 seg.

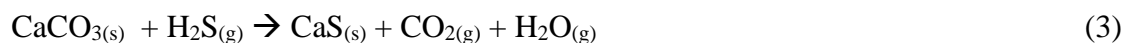
Para coletar o ácido sulfúrico presente no lago, os personagens precisam adotar uma série de medidas de segurança. O segundo contexto, *Detector de Gás Sulfídrico*, decorre de uma das medidas de segurança tomada: a produção de um detector de gás sulfídrico para evitar intoxicação dos personagens pelo mesmo. A partir de reações de oxirredução, o protagonista produz uma lança de prata para detectar a presença do gás tóxico.

A lança, originalmente composta de ferro, foi mergulhada em uma solução contendo íons de prata, possivelmente uma mistura de ácido nítrico e minérios de prata. Considerando os potenciais de redução dos metais envolvidos, deverá ocorrer uma reação de oxirredução, produzindo uma camada exterior de prata metálica na lança. A reação pode ser descrita de acordo com a equação 2 (RUMBLE, 2019).



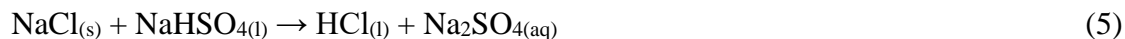
A lança, ao entrar em contato com o sulfeto presente no gás sulfídrico, irá adquirir uma coloração escura, caracterizando outra reação de oxirredução entre a prata e o sulfeto, formando sulfeto de prata. Essa reação pode acontecer espontaneamente nas condições de temperatura e pressão as quais os personagens se encontram, devido aos potenciais de redução das espécies envolvidas (RUMBLE, 2019). Dessa forma, o detector de gás sulfídrico, desenvolvido por Senku, se mostra fiel à realidade.

O terceiro contexto identificado, *Produção de Máscaras de Gás*, é decorrente de outra medida de segurança necessária para coletar o ácido sulfúrico dissolvido no lago: o uso de máscaras de gases. Os personagens produzem máscaras para se protegerem da atmosfera rica em gás sulfídrico a partir de carvão ativado (obtido através da queima controlada de carvão) e carbonato de cálcio (oriundo das conchas). É viável utilizar carvão ativado como filtro das máscaras, pois é um dos adsorventes de alta eficiência e de baixo custo mais conhecidos (HERNÁNDEZ et al., 2011). Além disso, para neutralizar o gás sulfídrico é razoável utilizar carbonato de cálcio (CaCO_3) seguindo a equação 3 (SOTIRCHOS, 1998). Dessa forma os acontecimentos do episódio se mostram coerentes com a realidade, estando alinhados com artigos presentes na literatura.



4.1.2.8 Episódio 13: Guerreiro Mascarado

Com quase todos os reagentes necessários, os personagens iniciam a rota para produzir o antibiótico, passando por diversas reações químicas de modo a curar a doença da sacerdotisa do vilarejo. Durante o episódio foram identificados quatro contextos químicos nomeados como *Obtenção de Ácido Clorídrico*, *Obtenção de Ácido Clorossulfúrico*, *Obtenção de Hidróxido de Sódio* e *Obtenção de Amônia*. O contexto de *Obtenção de Ácido Clorídrico*, decorre da obtenção de ácido clorídrico glacial (HCl) a partir de ácido sulfúrico (H₂SO₄) e cloreto de sódio (NaCl). Essa é uma rota industrial simples que segue as equações 4 e 5, contudo ela apresenta baixo rendimento, em torno de 50%, o que a torna inviável para produções atuais de obtenção de ácido clorídrico glacial (STAUFFER, 2004). Porém, se atentando aos reagentes e condições disponíveis no contexto do anime, a rota escolhida pelo personagem foi coerente.

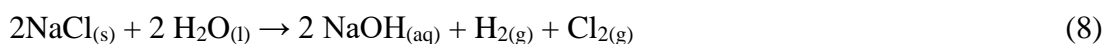


O próximo contexto identificado é o de *Obtenção de Ácido Clorossulfúrico*, onde a reação realizada é a decomposição térmica do sulfato de cálcio (CaSO₄), obtido das proximidades do lago de ácido sulfúrico, gerando óxido de cálcio (CaO) e óxido sulfúrico (SO₃). A partir do óxido sulfúrico é adicionado ácido clorídrico glacial para se obter ácido clorossulfúrico (ClSO₃H), o composto de interesse. De acordo com House (2008), as equações químicas que ilustram o processo são dadas pelas equações 6 e 7, mostrando a coerência do anime com a realidade.



O contexto de *Obtenção de Hidróxido de Sódio* é dado pela decisão de Senku de se obter Hidróxido de Sódio através da eletrólise de uma solução de NaCl. De acordo com

(FELTRE, 2004) a reação de eletrólise acontece conforme a equação 8, obtendo-se como produto final uma solução contendo íons Na^+ e OH^- .



Seguindo o mesmo princípio de obtenção de NaCl a partir de água marinha, é possível produzir NaOH em estado sólido, retirando o solvente a água da solução através da evaporação. Assim, pode-se considerar razoável utilizar da eletrólise e de solução de sal marinho para se obter hidróxido de sódio. Por fim, o último contexto identificado é de *Obtenção da Amônia*, no qual Senku e Chrome urinam em um recipiente de modo a se obter a amônia presente na urina humana. De acordo com Brandão (2020) os rins são responsáveis pela excreção de toxinas e resíduos contendo nitrogênio, como ureia e amônia, sendo coerente que os personagens obtenham uma solução de amônia diluída através da urina humana.

4.1.2.9 Episódio 15: O Culminar de 2 Milhões de Anos

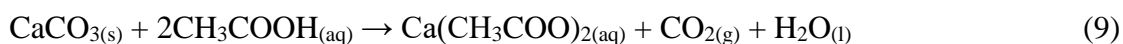
O episódio inicia com o final do torneio onde o campeão será o novo chefe da vila. Após uma série de combates, Senku ganha a competição e, além de se tornar o novo chefe da vila, recebe grandes quantidades de cerveja e vinagre como prêmio, sendo esses componentes fundamentais para se produzir o antibiótico conhecido como Sulfa. Com todos os componentes para seguir a rota de síntese do antibiótico, os personagens obtêm, ao final do episódio, a droga com sucesso sendo ela entregue a Ruri, personagem acometida por infecção bacteriana.

Durante o episódio são identificados dois contextos químicos: *Síntese de Acetato de Etila* e *Rota de Síntese de Sulfa*. O primeiro contexto ocorre quando Senku utiliza álcool etílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) presente em bebidas como cerveja e ácido acético (CH_3COOH) presente no vinagre para se obter acetato de etila. De acordo com Chazin (2012), um dos meios de sintetizar o acetato de etila através do processo de esterificação, é por meio da Esterificação de Fischer. Em tal processo é realizado uma reação reversível de álcool etílico (presente nas bebidas como cerveja) e ácido acético (presente no vinagre). Dessa forma é possível afirmar que Senku utilizou um método bastante conhecido de esterificação para se obter acetato de etila. O próximo contexto de *Rota de Síntese de Sulfa*, Senku segue a rota estipulada em episódios anteriores para realizar a síntese do antibiótico Sulfa.

Dessa forma, o protagonista afirma ser necessário misturar alcatrão de hulha (obtido das paredes de fornalhas) e acetato de etila. O alcatrão de hulha é uma mistura heterogênea de hidrocarbonetos poliaromáticos como xileno, naftaleno e derivados alquílicos (JAGTAP et al., 2014). De acordo com Mahler et al. (2012), essa mistura pode ser obtida a partir da pirólise do carvão, sendo considerado um subproduto. Dessa forma, é coerente que o protagonista obtenha alcatrão de hulha nas paredes das fornalhas construídas anteriormente, utilizando-o para obter anilina por meio de uma extração a base do solvente acetato de etila.

A seguir o alcatrão de hulha é tratado com ácido clorídrico para que haja uma diminuição do pH, ocasionando a protonação da anilina. De acordo com Hino e Omori (2014), utilizar um ácido fraco pode dificultar a protonação do composto aromático, assim, utilizar HCl, considerado um ácido forte, é coerente. Com anilina protonada, sua afinidade com a fase aquosa aumenta, logo, a tendência do composto é migrar para fase aquosa da mistura. Assim, utilizando acetato de etila para extração de compostos para a fase orgânica, é possível separar a anilina de outros hidrocarbonetos aromáticos presentes no alcatrão de hulha.

É coerente que Senku consiga isolar a anilina do restante dos componentes do alcatrão de hulha, utilizando a técnica de extração de solventes de diferentes polaridades. É possível que a protonação não ocorra somente com a anilina, mas também com outros compostos orgânicos presentes no alcatrão de hulha, o que resultaria em um produto impuro. Dada às circunstâncias em que as reações acontecem, é compreensível que as reações possuam baixo grau de rendimento e/ou pureza. A seguir, o personagem utiliza uma rota para concentrar a solução de ácido acético diluída (vinagre). Primeiramente o vinagre é misturado com as conchas ricas em carbonato de cálcio (CaCO_3), formando acetato de cálcio ($\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) de acordo com a equação 9 (GOMES et al., 2012).



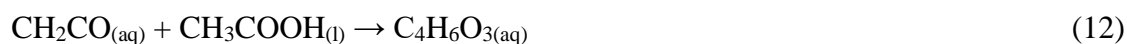
Aquecendo-se a solução até a total evaporação da água, será obtido acetato de cálcio sólido. O próximo passo é tratar o sólido com ácido sulfúrico (H_2SO_4) para se obter o sólido sulfato de cálcio (CaSO_4) e ácido acético (CH_3COOH) segundo a equação 10 (NILERED, 2014)



A próxima etapa tem por finalidade produzir cetena (CH_2CO) a partir do ácido acético glacial. Senku aquece e escoo por um cano de ferro ácido acético glacial para obter o produto. O protagonista não explicita a finalidade do cano de ferro para essa primeira etapa, porém o aquecimento do ácido acético glacial até sua pirólise pode originar o produto desejado conforme a equação 11 (ZOELLER et al., 1992).

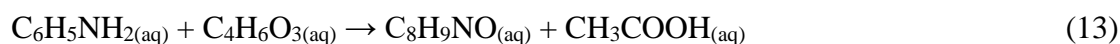


Com a solução contendo cetena obtida, Senku trata o produto novamente com ácido acético a fim de se produzir anidrido acético ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$) conforme a equação 12 (ZOELLER et al., 1992).

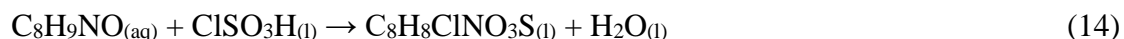


Em determinado momento do episódio, Gen, personagem despertado em episódios anteriores, nota que o laboratório de Senku tem objetos quebrados e tanto o protagonista quanto Chrome estão com aparência cansada, sentados no chão do ambiente. Quando questionado, Senku afirma que, ao gotejar anidrido acético na anilina para formar acetanilida ($\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}$), o personagem misturou muito rápido, ocasionando uma explosão.

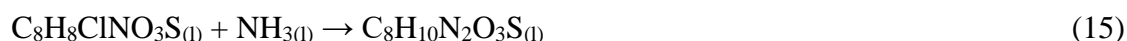
A mistura de anidrido acético com anilina na presença de ácido acético resulta em uma reação exotérmica e deve ser feita cuidadosamente para que não haja projeção da mistura (FÁTIMA; ALVES, 2009). Dessa forma é coerente que, se misturado de maneira rápida os componentes, ocorresse a quebra do recipiente reacional. Essa reação pode ser catalisada por ferro metálico e deve ocorrer entre 100 e 110°C, o que justifica utilizar o cano de ferro para essa etapa, segundo a equação 13 (MELLO; LOPES; NEVES, 2019).



A próxima reação realizada pelos personagens é a mistura de ácido clorossulfúrico (HSO_3Cl), obtido em episódios anteriores, e acetanilida. Senku reage os componentes para formar o cloreto de para-acetamidobenzensulfonila ($\text{C}_8\text{H}_8\text{ClNO}_3\text{S}$) que pode ser dada de acordo com a equação 14 (SUTTER, 2010).



Com a formação do cloreto de para-acetamidobenzensulfonila, Senku deseja obter o para-acetamidobenzensulfonamida ($\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_3\text{S}$). Dessa forma foi adicionado a amônia, obtida anteriormente, no sistema reacional ocorrendo de acordo com a equação 14 (HURDIS; YANG, 1969).



Por fim, Senku mistura o produto para-acetamidobenzensulfonamida com uma solução de HCl, de modo a acidificar o meio e protonar a amida presente no composto, como feito no início da rota com a anilina obtida via alcatrão de hulha. Assim, foi obtido o sal de sulfa, porém, o objetivo final dos personagens é o composto sulfa, dessa forma o pH do sal deve ser ajustado para que haja a conversão do sal de sulfa em sulfa. Para tal, Senku mistura a água com gás, rica em CO_2 , com hidróxido de sódio (NaOH) para se obter o sal básico bicarbonato de sódio de acordo com a equação 16 (ÁMEZ, 2013).



Dessa forma o sal de sulfa é lavado com a solução básica de bicarbonato de sódio para se obter o produto de interesse, o antibiótico Sulfa ($\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$). Assim, todas as reações que Senku realizou durante a rota para obtenção de sulfa estão presentes em acervos digitais, o que sugere uma forte coerência entre a realidade e o anime.

4.1.2.10 Episódio 21: Clube de Artesanato Espartano

Nesse episódio, por conta da necessidade de se comunicar com Taiju e Yuzuriha (personagens infiltrados no exército do vilão Tsukasa), Senku estipula uma rota para produção de um aparelho celular². Para tal, são produzidas baterias para armazenagem da energia

²O “celular” referido por Senku, é na realidade um rádio de comunicação. É possível que o protagonista se refira ao rádio desse modo, por conta da idade do público alvo do anime que, provavelmente, não conhece rádios de comunicação.

gerada pelo moinho d'água. Foi também iniciado o processo de obtenção de lâmpadas, necessitando realizar uma busca pelo metal mais resistente a altas temperaturas: o tungstênio.

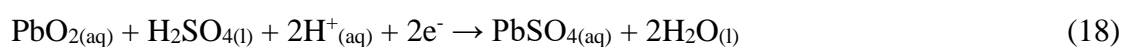
No início do episódio foram identificados cinco contextos químicos: *Baterias de Chumbo-Ácido*, *Retirada de Oxigênio*, *Fios de Cobre*, *Rochas Brilhantes* e *Filamentos de Tungstênio e Bambu*. O primeiro contexto surge da necessidade de armazenar a energia gerada pelo moinho d'água, construído por Chrome e Kaseki. O objetivo dos personagens é produzir baterias, mergulhando duas lâminas de chumbo em garrafas de vidro contendo ácido sulfúrico conforme a figura 14

Figura 14 - Baterias Ligadas em Série



Fonte: *Dr. Stone* (2019). Temporada 1, ep. 21. Tempo 4 min. 06 seg.

Ao total foram ligadas em série seis garrafas contendo lâminas de chumbo e ácido sulfúrico ao moinho d'água. De acordo com Rocha (2004) as baterias de chumbo-ácido, a mesma categoria de bateria que os personagens construíram, atuam conforme a equação 17 e equação 18, provenientes dos eletrodos negativos e positivos respectivamente, ficando evidente que a fundamentação científica é coerente com a realidade.



Por conseguinte, o próximo contexto, *Retirada de Oxigênio*, ocorre quando Senku pede que os personagens Kaseki e Chrome produzam o próximo item para construir o

“celular”: lâmpadas incandescentes. Em episódios anteriores os personagens haviam desenvolvido um protótipo de lâmpada incandescente, contudo, logo o filamento da lâmpada se desintegrou. O desafio proposto por Senku é criar lâmpadas mais resistentes, que seu filamento não seja consumido segundos depois de aceso. Chrome questiona como irão conseguir fazer com que a lâmpada incandescente constituída de filamento de bambu resista mais que alguns segundos antes de queimar totalmente. Após um breve diálogo, ambos os personagens chegam à conclusão que devem retirar o oxigênio presente no bulbo da lâmpada, para que o filamento não queime e se desintegre.

Esse é o princípio de funcionamento das lâmpadas inventadas em 1854 por Johann Heinrich Gøebel, sendo elas compostas por fibras de bambu carbonizadas dentro de um frasco de vidro com uma atmosfera de baixa pressão. Esse sistema podia se manter aceso por cerca de 200 horas (SOUZA et al., 2013), assim, é coerente a lógica seguida pelos personagens de formar uma atmosfera de baixa pressão, retirando o oxigênio do sistema para que o filamento de bambu resista por mais tempo.

Para retirar o oxigênio do bulbo das lâmpadas e criar um sistema de baixa pressão, Senku primeiramente utiliza uma trompa de vácuo feita de vidro por Kaseki. O equipamento consiste em um tubo com uma saída lateral, onde foi conectado o bulbo da lâmpada. Uma vez conectado a trompa, foi despejado mercúrio no tubo, sua passagem resultou na retirada do ar presente na lâmpada, seguindo o mesmo princípio de funcionamento de trompas de vácuo a base de água. Devido à necessidade da retirada bastante efetiva de ar do bulbo, é coerente utilizar mercúrio para criar o sistema de baixa pressão, uma vez que o elemento tem densidade de $13,5336 \text{ g cm}^{-3}$ e a água, $0,9970 \text{ g cm}^{-3}$ (RUMBLE, 2019).

Ainda no mesmo episódio, Senku afirma ser necessário “ir para o próximo nível” com relação às lâmpadas: os tubos de vácuo, ou como o personagem nomeou, o “coração do celular”. Para a retirada de oxigênio do sistema, é adicionado ao filamento de bambu um pouco de fósforo branco (P_4) que, quando aquecido, reage com o oxigênio contido no bulbo, formando óxido de fósforo (P_4O_{10}). Conforme Barros e Barbieri (2014), é possível produzir óxido de fósforo da queima de fósforo branco, seguindo a equação 19. Dessa forma, a técnica utilizada por Senku para retirar oxigênio do sistema de tubos de vácuo é viável.



Contudo, mesmo retirando o oxigênio do sistema, os personagens ainda encontram problemas na criação dos tubos de vácuo: a dilatação dos fios de cobre. Dessa forma ocorre o contexto assinalado como *Fios de Cobre*. Há uma fratura na base do bulbo quando há o aquecimento dos fios, visto que quando o material é aquecido, ocorre sua expansão. De acordo com Pizetta e Mastelaro (2014), o metal dilata mais expressivamente que o vidro a mesma mudança de temperatura, sendo razoável então que haja fraturas na base dos bulbos (figura 15).

Figura 15 - Bulbo se Partindo pela Expansão dos Fios de Cobre



Fonte: *Dr. Stone* (2019). Temporada 1, ep. 21. Tempo 15 min. 04 seg.

Para a resolução do problema, Senku produz tubos de cobre que, quando aquecidos, expandem apenas a parte interior, mantendo a parte externa - que está em contato com o vidro - sem dilatar. De acordo com Moura (2016), a dilatação de tubos ocorre de maneira diferente quando comparadas às condições internas e externas da parede do objeto. Como o fio aquecido está passando por dentro do tubo, o aumento de temperatura é mais intenso na parte interior do tubo, o que resulta na sua dilatação interna e preservação do volume inicial da parte externa. Dessa forma, a solução que os personagens obtiveram parece coerente com a realidade.

O contexto de *Rochas Brillhantes* ocorre quando os personagens enfrentam um último problema: a fragilidade do filamento de bambu que, mesmo produzindo um sistema de baixa pressão, não suporta as altas temperaturas alcançadas. Em determinado momento, Suika encontra uma rocha estocada na coleção de Chrome que adquire um brilho azulado momentos antes do nascer do sol. Senku identifica tal rocha como Scheelita, o que é coerente

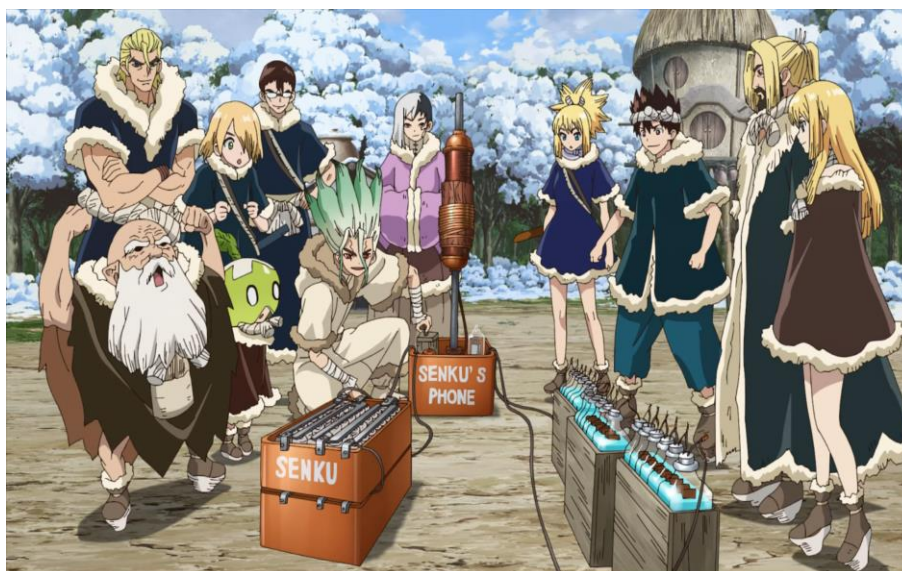
considerando que uma das características desse mineral é adquirir fluorescência quando expostas à radiação ultravioleta. A principal composição do mineral é tungstênio na forma de tungstato de cálcio (CaWO_4).

Por fim, durante o contexto de *Filamentos de Tungstênio e Bambu*, o protagonista expõe as propriedades térmicas de diferentes materiais de modo lúdico, fazendo um ranking entre os metais e seus pontos de fusão. O tungstênio possui ponto de fusão de 3419°C , o que torna o metal um componente ideal para produzir o filamento que irá ser aquecido no tubo de vácuo (FERNANDES, 2011).

4.1.2.11 Episódio 23: Onda de Ciência

Durante o episódio, os personagens produzem os filamentos de tungstênio, obtendo as lâmpadas a vácuo como produto final. Outros materiais que compõem o “celular” (figura 16), como o plástico e fios de ouro, são produzidos ainda nesse episódio. Durante o episódio foram identificados quatro contextos químicos: *Obtenção de Tungstênio*, *Pilhas de Zinco-Carbono*, *Síntese de Plástico* e *Obtenção de Sal de La Rochelle*.

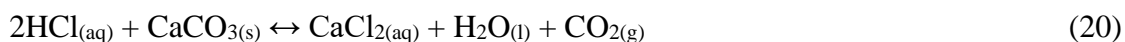
Figura 16 – Personagens Obtém um “Celular”



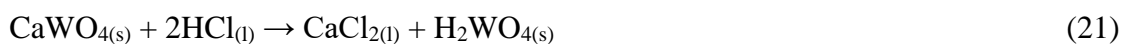
Fonte: *Dr. Stone* (2019). Temporada 1, ep. 23. Tempo 21 min. 37 seg.

O primeiro contexto, *Obtenção de Tungstênio*, é caracterizado pelo processo químico realizado para extrair tungstênio do mineral Scheelita. A rota escolhida por Senku inicia com a reação entre o pó do mineral contendo CaWO_4 e NaOH para formar Na_2WO_4 . Essa reação

forma uma solução de Na_2WO_4 , sendo a primeira etapa para obtenção de tungstênio (SINGH, 2001). Obtida uma solução aquosa de Na_2WO_4 , Senku adiciona uma solução de cloreto de cálcio (CaCl_2) feita anteriormente com ácido clorídrico (HCl) e carbonato de cálcio (CaCO_3), a reação é dada pela equação 20 (MOURA; FERRO; BAUTISTA, 2020).

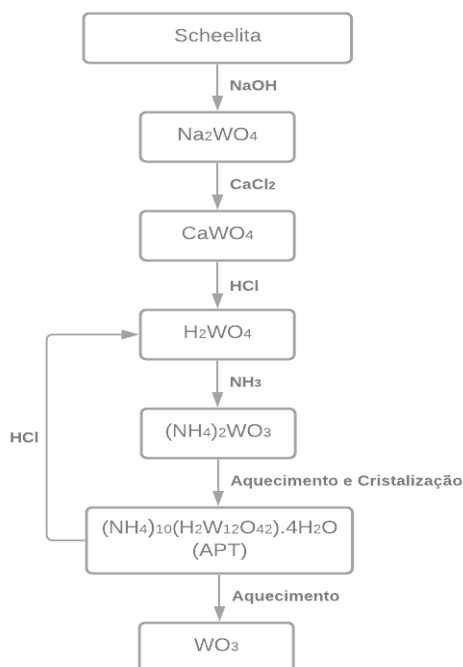


Senku opta por reagir Na_2WO_4 e CaCl_2 o que resulta no precipitado de CaWO_4 (TIAN et al., 2015). A recristalização de tungstato de cálcio é uma maneira simples de se extrair e isolar o composto de seu estado original. Esse processo é possível devido à diferença de solubilidade entre os dois compostos, onde Na_2WO_4 tem solubilidade maior que CaWO_4 em água (RUMBLE, 2019). Considerando que a rocha encontrada por Suika não possui apenas o composto de interesse, é coerente que Senku tome medidas para isolar CaWO_4 . Com o sal de tungstênio recristalizado, os personagens precisam reagir-lo com ácido clorídrico (HCl) para que haja a formação de ácido tungstico (H_2WO_4) de acordo com a equação 21 (FERNANDES, 2011).



Senku continua sua rota para obtenção do filamento de tungstênio adicionando amônia (NH_3) obtida anteriormente formando uma solução aquosa de tungstato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{WO}_3$) que, quando aquecido e cristalizado, forma APT ou paratungstato de amônio ($(\text{NH}_4)_{10}(\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). A partir do APT cristalizado é possível tratá-lo utilizando ácido clorídrico para se obter H_2WO_4 com um teor de pureza maior. Reagindo H_2WO_4 novamente com amônia para se obter o APT com maior grau de pureza. Esse processo escolhido por Senku segue o método clássico de obtenção de óxido de tungstênio (WO_3), que é obtido calcinando APT (FERNANDES, 2011). A necessidade de um produto final com alto índice de pureza é o causador das diversas etapas de recristalização. A figura 17, ilustra a rota de obtenção de óxido de tungstênio.

Figura 17 - Rota de Obtenção de Óxido de Tungstênio



Fonte: a autora

Por fim, Senku obteve óxido de tungstênio, um composto pastoso e maleável. Para se obter o tungstênio metálico, os personagens utilizaram gás hidrogênio obtido através da eletrólise da água e altas temperaturas. Esse processo corresponde com autores como Fernandes (2011) que utilizam o gás hidrogênio como agente redutor de acordo com a equação 22 para produzir tungstênio metálico.



Para a produção em massa de tubos de vácuo, é necessário um meio mais efetivo e rápido de se produzir sistemas de baixa pressão, dessa forma Senku monta um projeto para que Kaseki, o artesão, produza uma bomba de Hickman. Tal bomba foi projetada por Hickman com a finalidade de montar um sistema eficiente de baixa pressão (MALTER; MARCUVITZ, 1938). Dessa forma é coerente que Kaseki use suas habilidades de artesão para montar o complexo sistema de vidrarias que é a bomba de Hickman.

O próximo contexto denominado *Pilhas de Zinco-Carbono* ocorre quando Gen, um dos personagens que foi despetrificado em episódios anteriores, inicia o processo para montar

versões rústicas de pilhas de zinco-carbono, conhecidas também como Pilha de Lelanché ou pilha comum. O funcionamento das pilhas de zinco-carbono é baseado na redução do cátodo formado por óxido de manganês e na oxidação do ânodo formado por zinco metálico e na condução de elétrons do grafite. A equação 23 representa a reação global de oxi-redução de pilhas de zinco-carbono (WOLFF, 2001).



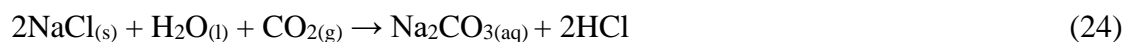
O contexto de *Síntese de Plástico* ocorre quando os personagens iniciam o processo para produzir polifenol, que deve revestir o “celular” e manter os demais componentes no devido lugar. O primeiro passo para a obtenção do plástico é a destilação de madeira para obter metanol (CH₃OH). Essa prática é coerente com a realidade dado que toda madeira pode produzir álcool, coque, carvão e papel (PAULA, 1980). A partir do metanol, Senku produz formaldeído (CH₂O), sendo formado por meio de uma reação catalisada por cobre metálico. Esse é o princípio industrial de obtenção de formaldeído, atualmente os meios mais modernos utilizam prata metálica como substituto do cobre (LITEPLO; BEAUCHAMP; MEEK, 2002).

As próximas etapas não são explícitas por Senku ou são mostradas de fato durante o episódio. O protagonista apenas afirma que misturar cinzas de carvão vegetal com hidróxido de sódio e formalina irá gerar o primeiro plástico sintético produzido pela humanidade: o polifenol. É possível fazer algumas suposições a partir dessa afirmação, como, por exemplo, que o composto de interesse nas cinzas de carvão, ou alcatrão de hulha, é o fenol, visto que as cinzas são compostas por diversos compostos aromáticos. Dessa forma, o fenol pode reagir com a formalina na presença de hidróxido de sódio (NaOH) para sintetizar o polifenol (BAKELITE, 2006).

Por fim, o contexto de *Obtenção de Sal La Rochelle* ocorre quando Senku deseja obter o microfone do “celular” que está construindo utilizando sal de La Rochelle (tartarato de sódio potássio) obtido dos barris de vinho produzidos anteriormente. Tal sal tem propriedades piezoelétricas, sendo utilizado para a construção do dispositivo elétrico mais simples possível para reprodução de sons (SAWYER, 1931).

Durante o episódio, o protagonista não descreve com detalhes o procedimento adotado. É afirmado que, misturando os cristais obtidos da borda do barril de vinho com algas e água quente, é possível se obter o sal de La Rochelle. Contudo, supondo que Senku obteve do vinho o sal bitartarato de potássio (KHC₄H₄O₆), para se obter o tartarato de sódio e

potássio, Senku não necessariamente precisaria de algas, apenas adicionar CO_2 em água e NaCl , aquecer até a obtenção do sólido Na_2CO_3 . Dessa forma haverá formação de bitartarato de potássio, seguindo a equação 24 e equação 25 (FORSTER, 2012; SILVA, 2017).



Dessa forma, não ficam claras as reações que Senku utiliza para formar tartarato de sódio potássio a partir de algas, bem como não foi encontrado artigos na literatura que assegurassem tal procedimento. Porém, é possível cristalizar o sal partido de reagente que os personagens já obtiveram em episódios passados.

4.1.3 Contextos, Habilidades e Competências

Durante a segunda etapa da análise de conteúdo, foram identificados 29 contextos químicos distribuídos entre 11 episódios. De maneira geral, é possível associar tais contextos à 9 habilidades ordenadas dentro de 3 competências específicas propostas pela BNCC da área de interesse. Na Tabela 3 consta a relação entre os episódios, os contextos, as habilidades e as competências.

Tabela 3 - Relação entre Contexto e Conteúdo Proposto pela BNCC

Competências Relacionadas	Habilidades BNCC	Contexto	Episódio
Competência Específica 1 ^(a)	(EM13CNT101) “Analisar e representar [...] as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria [...]”. (BRASIL, 2018, p. 555)	Produção de Gasolina	1
		Lança de Ouro	7
		Obtenção de Hidróxido de Sódio	13
		Explosão de Pólvora	4
	(EM13CNT102) “Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento [...]”. (BRASIL, 2018, p. 555).		

Competências Relacionadas	Habilidades BNCC	Contexto	Episódio
Competência Específica 1 ^(a)	(EM13CNT103) “Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação [...]” (BRASIL, 2018, p. 555)	Chamas Coloridas	7
		Rochas Brilhantes	21
	(EM13CNT104) “Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles [...]”. (BRASIL, 2018, p. 555).	Oxidação e Intoxicação por Cobre	3
		Baterias de Chumbo-Ácido	21
		Pilhas de Zinco-Carbono	23
Competência Específica 2 ^(b)	(EM13CNT205) “Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências” (BRASIL, 2018, p. 557).	Chamas Coloridas	7
		Rochas Brilhantes	21
Competência Específica 3 ^(c)	(EM13CNT301) “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica” (BRASIL, 2018, p. 559)	Obtenção de Ácido Nítrico	1
		Processo Despetrificação	3
		Rota de Síntese de Sulfa	15
		Retirada de Oxigênio	21
		Detector de Gás Sulfídrico	12
(EM13CNT306) “Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, [...]” (BRASIL, 2018, p. 559)	Produção de Máscaras de Gás	12	
	Obtenção de Ácido Sulfúrico	12	

Competências Relacionadas	Habilidades BNCC	Contexto	Episódio
Competência Específica 3 ^(c)	(EM13CNT307) “Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano” (BRASIL, 2018, p. 559)	Produção de Vinho	1
		Obtenção de Sal Marinho	1
		Minérios Estocados	7
		Obtenção de Ferro	8
		Transformação Quartzo em Vidro	11
		Obtenção de Amônia	13
		Obtenção de Ácido Clorossulfúrico	13
		Obtenção de Ácido Clorídrico	13
		Síntese Acetato de Etila	15
		Fios de Cobre	21
		Filamentos de Tungstênio e Bambu	21
		Obtenção de Sal de La Rochelle	23
		Obtenção de Tungstênio	23
Síntese de Plástico	23		

Fonte: a autora

^(a)Competência 1 propõe: “Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.” (BRASIL, 2018, p. 553)

^(b)Competência 2 propõe: “Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.” (BRASIL, 2018, p. 553)

^(c)Competência 3 propõe: “Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por

meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).” (BRASIL, 2018, p. 553)

Dentre os episódios selecionados, há três contextos onde é viável desenvolver a habilidade EM13CNT101: *Obtenção de Gasolina* (episódio 1), *Lança de Ouro* (episódio 7) e *Obtenção de Hidróxido de Sódio* (episódio 13). No primeiro contexto, *Obtenção de Gasolina*, Senku utiliza tampas de garrafa do tipo PET para fabricar gasolina, sendo interessante para uma abordagem ambiental em torno das reações químicas, expondo possibilidades de reciclagem de diferentes materiais. Já nos outros dois contextos, é possível utilizar uma abordagem a respeito de transformações químicas e conservação de matéria. Em *Lança de ouro*, Senku utiliza técnica de amalgamação para revestir uma lança de pedra com ouro. Em *Obtenção de Hidróxido de Sódio*, o protagonista utiliza da eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio para se obter NaOH. Assim, é evidente a possibilidade de desenvolvimento da habilidade EM13CNT101, presente na BNCC e alocada dentro da competência específica 1.

No Episódio 4, durante o contexto classificado como *Explosão de Pólvora*, Senku, Taiju e Yuzuriha acidentalmente geram uma explosão utilizando a pólvora que produziram. Dessa forma, é possível abordar as variáveis termodinâmicas como entalpia de reação e de combustão, mostrando diferentes entalpias de combustão para diferentes componentes. Assim, é viável o desenvolvimento da habilidade EM13CNT102, proposta pela BNCC para o desenvolvimento da Competência Específica 1.

Nos contextos assinalados como *Chamas Coloridas* (episódio 7) e *Rochas Brilhantes* (episódio 21) é possível desenvolver a habilidade EM13CNT103, presente na BNCC para o desenvolvimento da Competência Específica 1. No primeiro contexto, Chrome produz chamas com cores variadas, adicionando diferentes minerais encontrados pelo personagem. Já no segundo contexto, Suika descobre uma rocha que emite uma luz ao ser incidida por raios ultravioletas. Em ambos os contextos tem elementos onde é permitida a abordagem do conteúdo de Espectro Eletromagnético, mostrando as diferentes frequências e comprimentos de onda, bem como os diferentes tipos de radiação, proporcionando um momento para o desenvolvimento da habilidade citada.

A respeito do contexto identificado como *Oxidação e Intoxicação por Cobre*, presente no episódio 3 do anime, os personagens Senku, Taiju e Yuzuriha encontram a estátua de Cobre do Buda de Kamakura. Em determinado momento, é notado que a estátua adquiriu um

tom esverdeado, não havendo também árvores no em torno por conta da abundante quantidade de cobre presente no solo. Nesse contexto é possível abordar o conteúdo químico a respeito de poluição e desenvolver a habilidade EM13CNT104, presente na BNCC, dentro da Competência Específica 1.

Durante os contextos assinalados como *Baterias de Chumbo-Ácido* (episódio 21) e *Pilhas de Zinco-Carbono* (episódio 23) é viável proporcional o desenvolvimento da habilidade EM13CNT107 presente na BNCC alocada no tópico Competência Específica 1. No primeiro contexto, *Baterias de Chumbo-Ácido*, os personagens ligam em série baterias produzidas por lâminas de chumbo mergulhadas em ácido sulfúrico. Já no segundo contexto, *Pilhas de Zinco-Carbono*, Gen inicia a produção de uma versão adaptada das pilhas comuns utilizadas atualmente. É possível trabalhar com os estudantes, em ambos os contextos, os conceitos de pilhas, comentando sobre o aprimoramento de tecnologias de energia elétrica, proporcionando o desenvolvimento da habilidade citada.

É possível ainda utilizar novamente os contextos *Chamas Coloridas* (episódio 7) e *Rochas Brilhantes* (episódio 21) para expor o conteúdo químico de modelos atômicos abordando, junto aos alunos, uma diversidade de átomos que possuem camadas eletrônicas preenchidas de maneiras diferentes, produzindo chamas com diferentes cores. Assim, é possível introduzir conceitos atômicos utilizando princípios de incerteza e probabilidade, expondo os limites entre a física clássica e a física quântica. Dessa forma, é possível também desenvolver a habilidade EM13CNT205, proposta pela BNCC para o desenvolvimento da Competência Específica 2.

Os contextos identificados como *Obtenção de Ácido Nítrico* (episódio 1), *Processo de Despetrificação* (episódio 3), *Rota de Síntese de Sulfa* (episódio 15) e *Retirada de Oxigênio* (21) podem ser utilizados para o desenvolvimento da habilidade EM13CNT301 presente na BNCC para o desenvolvimento da Competência Específica 3. Em todos os contextos, há a presença da abordagem científica para resolução de problemas ou a elaboração de hipóteses os acontecimentos do anime. No primeiro contexto, *Obtenção de Ácido Nítrico*, Senku precisa desenvolver um método de acordar as pessoas petrificadas e, através do teste de hipóteses, se é obtido ácido nítrico e assim, é feita a solução de nital. No segundo contexto, *Processo de Despetrificação*, Senku propõe uma hipótese sobre como ocorre o processo de despetrificação de acordo com os conhecimentos científicos que o mesmo possui. No contexto *Rota de Síntese de Sulfa*, o protagonista formula uma hipótese para a causa da doença de Ruri a partir de seus sintomas, elaborando uma solução para o problema. No último contexto, *Retirada de*

Oxigênio, há uma série de problemas que os personagens enfrentam para produzir tubos a vácuo. A cada novo problema, os personagens utilizam o raciocínio lógico para contorná-lo, conseguindo ao fim atingir os objetivos.

Durante os contextos *Detector de Gás Sulfídrico* (episódio 12), *Produção de Máscaras de Gás* (episódio 12) e *Obtenção de Ácido Sulfúrico* (episódio 12), é discorrido sobre a necessidade da utilização de equipamentos de segurança para se obter ácido sulfúrico. Com a avaliação dos riscos de se extrair o reagente, é feita a aplicação dos conhecimentos científicos e acontecimentos de acidentes que ocorreram no passado, para se produzir os equipamentos de segurança (detector de gás sulfídrico e máscaras de gás). Dessa forma, pode-se desenvolver a habilidade EM13CNT306 proposta pela BNCC a fim de desenvolver a Competência Específica 3.

Por fim, nos demais 14 contextos, foram identificadas situações onde seria possível desenvolver a habilidade EM13CNT307 alocada dentro do tópico “Competência Específica 3”, presente na BNCC. Durante os contextos, é utilizada uma abordagem onde se possibilita que os estudantes entendam a origem de diferentes componentes químicos. Tais compostos como, por exemplo, vidro, sal marinho, ácido clorídrico, plásticos, fios de cobre e etc são vitais para a indústria atual e vida cotidiana. Entendendo também os diferentes níveis de periculosidade entre os compostos e suas diferentes aplicações industriais e cotidianas.

Durante os contextos, não somente é possível desenvolver habilidades específicas e, por consequência, competências específicas, mas também, há a possibilidade da desenvoltura de competências gerais presentes na BNCC. Em determinados momentos, traços culturais, principalmente de origem japonesa, estão presentes no anime. Um exemplo é durante o contexto *Obtenção de Sal Marinho* (episódio 1), onde Taiju encontra uma diversidade de plantas e cogumelos, Senku os classifica como “comestíveis” e “venenosos”. De acordo com Nishikido (2018), o consumo de cogumelos é uma prática comum entre os imigrantes japoneses, sendo comum entre nipônicos o conhecimento para diferenciar cogumelos comestíveis (*shokuyôkinoko*) e não comestíveis (*dokukinoko*). Dessa forma é possível também desenvolver a Competência Geral 1, presente na BNCC, que propõe a necessidade de “Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade [...]” (BRASIL, 2018, p. 9).

Já o contexto *Oxidação e Intoxicação por Cobre* (episódio 3), onde os personagens encontram o monumento do Buda de Kamakura, pode ser abordado a simbologia cultural que o monumento tem para os personagens, expondo a maneira em que os mesmos se mostraram

mais confiantes após encontrar a estátua. O contato entre a cultura budista apresentada no anime e os alunos, pode ser um momento para desenvolver a competência geral 3, presente na BNCC, que propõe “Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.” (BRASIL, 2018, p. 9).

Durante os contextos *Chamas Coloridas* (episódio 7) e *Transformação de Quartzo em Vidro* (episódio 11), é explícito a diferença de viveres e saberes dos personagens. No primeiro contexto, Chrome afirma ser um “Feiticeiro” e Senku se autoproclama ser um “Cientista”. A diferença de termos e expressões no contexto do anime indica uma diferença de vivências culturais entre os personagens. O fato de Senku não ter uma atitude de menosprezo sobre a fala, mas sim expor interesse sobre ela, proporciona um espaço de respeito entre duas pessoas com vivências distintas.

No segundo contexto, Senku propõe submeter os minerais de quartzo obtidos por Chrome a um tratamento térmico, onde será obtido vidro. Durante o episódio, é explícito que, apesar de Senku ter um conhecimento abrangente a respeito de ciências, o personagem não possui grandes habilidades manuais. Assim, é necessária uma pessoa com experiência para se moldar vidro a fim de se produzir vidrarias. Chrome então busca auxílio do artesão da vila, senhor Kaseki. Durante o momento, fica clara a importância de diferentes habilidades e como mesmo sem conhecimentos aprofundados em ciência, Kaseki consegue com maestria moldar vidro. Assim, em ambos os contextos, é possível desenvolver a Competência Geral 6. A competência, proposta pela BNCC, trata a respeito de

Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade (BRASIL, 2018, p. 9)

Além da presença cultural em determinados contextos, é importante ressaltar como é abordado o método científico de maneira prática. No contexto *Produção de Vinho* (episódio 1), Senku mostra para Taiju que está há meses tentando encontrar uma maneira de despetrificar estátuas de pássaros que coletou. Entre o diálogo dos personagens, Taiju se mostra desacreditado que a ciência poderia fornecer uma maneira de despertar os pássaros. Senku o motiva afirmando que utilizar o método científico para a resolução de problemas é um processo lento, expondo que a ciência é feita de hipóteses, tentativas e erros. Esse diálogo

possibilita o desenvolvimento da Competência Geral 2, presente na BNCC, que afirma a importância de

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2018, p. 9).

Durante o contexto *Obtenção de Ferro* (episódio 8), Senku, Chrome e Kohaku se reúnem para coletar areia de ferro utilizando imãs. Suika, criança que possui um capacete de melancia, afirma que quer ajudar os personagens pois não consegue participar de outras atividades da vila por conta de seu capacete. Durante o diálogo, Senku afirma que todas as pessoas são aceitas no “Reino da Ciência”, independente de suas características físicas. Suika se emociona afirmando que é a primeira vez que é aceita e não é questionado o motivo pelo qual ela utiliza a melancia. Nesse contexto, além de ser possível abordar o conteúdo químico para obtenção de ferro, durante o diálogo de Suika com Senku é possível desenvolver a Competência Geral 9 presente na BNCC que propõe

Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza (BRASIL, 2018, p. 10).

Por fim, durante o contexto *Obtenção de Ácido Sulfúrico* (episódio 12) Ginrou, um dos guardas da vila, se mostra assustado com os perigos de se coletar ácido sulfúrico. Em um diálogo com Kaseki, o senhor afirma que é normal ter medo frente determinadas circunstâncias, deixando explícito a necessidade de entender e enfrentar o sentimento. Nesse momento, Ginrou decide lidar com seus sentimentos, se inspirando em Senku e Chrome, personagens que enfrentaram seus medos e foram coletar o produto. Dessa forma, além de abordar conteúdos químicos, é possível desenvolver a Competência Geral 8 presente na BNCC, que expõe a necessidade de “Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.” (BRASIL, 2018, p. 10).

5 CONCLUSÃO

Durante a etapa de Pré-Análise, dos 24 episódios que constituem a 1ª temporada do anime, 11 episódios foram classificados como “Química”, indicando forte presença de conteúdos químicos na temporada. Na segunda etapa nomeada como Exploração do Material, pode-se identificar, descrever e verificar a veracidade de 29 contextos químicos que ocorreram durante os episódios classificados como “Química”. Dessa forma, é possível afirmar que há uma vasta diversidade de contextos, havendo o envolvimento de conhecimentos químicos. Por vezes o protagonista, Senku, não explicita detalhes de todos os procedimentos químicos utilizados, contudo, com as informações expostas é possível deduzir mecanismos e reagentes que o personagem utiliza no decorrer dos episódios.

A análise de veracidade do conteúdo químico presente em cada contexto se mostrou positiva dado que, somente uma das reações químicas explicitadas (formação de sal de La Rochele a partir de algas, contexto *Obtenção do Sal de La Rochele*, episódio 15) no anime não foi identificada em artigos acadêmicos presentes na literatura científica. Porém, é possível se obter o produto de tal reação utilizando os reagentes disponíveis em uma rota alternativa, sendo essa sustentada por artigos científicos. Considerando a natureza cinematográfica do material analisado, a coerência entre a realidade e a animação no quesito químico é bastante satisfatória. As reações utilizadas no decorrer dos episódios fazem parte da história da indústria química, não sendo mais utilizadas atualmente por conta da descoberta de rotas economicamente mais viáveis. Dessa forma é possível fazer um paralelo entre as condições as quais os personagens estavam inseridos e a evolução da indústria química.

Por fim, na terceira etapa de tratamento dos resultados obtidos e interpretação, foi relacionado competências e habilidades presentes na BNCC com os contextos apresentados. Foi possível elencar os contextos identificados na segunda etapa com 9 habilidades, as 3 competências específicas da área e 6 competências gerais presentes na BNCC. A possibilidade de desenvolvimento de competências gerais utilizando o anime reforça a ideia de uma aprendizagem que valoriza a diversidade cultural, proporcionando espaços multiculturais. Sendo assim, a ampla relação entre contextos, habilidades e competências presentes na BNCC é uma resposta positiva a pergunta de pesquisa. O anime possui grande potencialidade para ser utilizado como ferramenta pedagógica durante as aulas de química, não somente para se ensinar conteúdos químicos, mas também para trazer aspectos culturais diferentes e questões sobre autoconhecimento e método científico para os estudantes.

Além disso, há contextos onde é possível se utilizar uma abordagem interdisciplinar. Por exemplo, nos contextos *Transformação de Quartzo em Vidro* e *Rota de Síntese de Sulfa*, além da forte presença do conteúdo químico, é possível trabalhar conceitos físicos e biológicos respectivamente, focando em conteúdos como ótica e ação de antibióticos em bactérias. A abordagem interdisciplinar também é defendida pela BNCC, onde é afirmado a necessidade de um currículo educacional onde é possível

Decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem (BRASIL, 2018, pg. 16).

Assim, é acessível que futuros trabalhos possam abordar a interdisciplinaridade dos contextos presentes no anime. É também importante ressaltar que, no presente trabalho, não houve a abordagem da totalidade de possibilidades para utilização dos contextos identificados, sendo cabível o desenvolvimento de novos estudos com diferentes abordagens além de interpretações químicas e didáticas acerca do material analisado. Há também a possibilidade de desenvolver materiais educacionais práticos como propostas de aula, utilizando o anime para o ensino de química no ensino médio.

Por fim, após todos os pontos analisados no decorrer do presente trabalho, é possível afirmar que houve o cumprimento de todos os objetivos estabelecidos. Podendo se concluir também que a análise de conteúdo gerou respostas positivas acerca do uso do anime em sala de aula. A pesquisa pode contribuir para a elaboração de aulas mais interessantes para discentes, inspirando professores a desenvolverem planos de ensino baseados no uso de mídias audiovisuais.

6 REFERÊNCIAS

AKERMAN, M. **Natureza, Estrutura e Propriedades do Vidro**. São Paulo: Cetev – Centro Técnico de Elaboração do Vidro, 2000. Disponível em: https://www.unifal-mg.edu.br/ppgcem/wp-content/uploads/sites/116/2020/06/NaturezaEstrut_Prop_Vidro-Saint-Gobain-2000.pdf. Acesso em: 21 jan. 2022.

ÁMEZ, P. G. **Estudo da Absorção de CO₂ de Gases Exaustos de Usinas Termelétricas em Reator Cilíndrico Contendo Solução de NaOH**. 2013. 80 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/11526/1/monopoli10008950.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2022.

ANDRADE, D. C. de. **Determinação das Propriedades Físico-Químicas na Obtenção e Processamento de Sal Tipo: Peneirado, Grosso, Triturado, Moído e Extrafino**. 2015. 29 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macau, 2015.

BAKELITE, M. **Bakelite - The Material of a Thousand Uses The Career of the First Real Plastic**. 2006. Disponível em: <file:///C:/Users/vifew/Zotero/storage/SR2F9WGH/bakges-e.html>. Acesso em: 22 jan. 2022.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARROS, D; BARBIERI, Edison. **Fósforo: da alquimia a agricultura!**. São Paulo: Book, 2014.

BARROS, F. **A Interdisciplinaridade como um Caminho Possível para uma Educação Integral**. 2015. 15 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Educação Integral na Escola Contemporânea, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/117528/000966816.pdf?se>. Acesso em: 16 ago. 2021.

BELLION, M.; COURBOT, M.; JACOB, C.; BLAUDEZ, D.; CHALOT, M. Extracellular and cellular mechanisms sustaining metal tolerance in ectomycorrhizal fungi. **Fems Microbiology Letters**, v. 254, n. 2, p. 173-181, jan. 2006. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-6968.2005.00044.x>. Disponível em: <https://academic.oup.com/femsle/article/254/2/173/524022>. Acesso em: 21 jan. 2022.

BELTRAN, Maria Helena Roxo. Destilação: a arte de “extrair virtudes”. **Química Nova na Escola**, v. 4, n. 4, p. 24-28, nov. 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/historia.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2022.

BRANDÃO, I. G.. **Caracterização e Avaliação da Urina Humana para Uso Agrícola**. 2020. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2020. Disponível em: <https://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/1035118-isadora.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2022.

BRASIL. **LEI Nº 5.692, DE 11 DE AGOSTO DE 1971**. Brasília, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5692.htm. Acesso em: 11 ago. 2021.

BRASIL. **Lei Nº 8.069, de 13 de Julho de 1990**. Brasília, 13 jul. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm. Acesso em: 25 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Nacional Curricular**. Brasília: MEC, 2002.

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

CAMPOS, Taynara Rúbia; CRUZ, Dulce Márcia. Análise de conceitos científicos presentes no anime Hataraku Saibou. **Debates em Educação**, Maceió, v. 12, n. 27, p. 703, 22 jun. 2020. Universidade Federal de Alogaos. <http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2020v12n27p703-723>. Disponível em:

https://pdfs.semanticscholar.org/b318/3e424232fd49684574124cc02dfc2a261990.pdf?_ga=2.245439367.2031324960.1626397893-1268771823.1626397893. Acesso em: 06 ago. 2021.

CARMO, B. C. do; CÓIS, F.. **Efeito "Bubble up" - do Oriente para o Ocidente: a influência do street style do japão na concepção de uma marca para "otakus" ou "otomes" no brasil**. 2015. 210 f. TCC (Graduação) - Curso de Desing de Moda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2015. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/5777/4/AP_CODEM_2015_2_26.pdf. Acesso em: 03 set. 2021.

CARVALHO, P. S. L. de; SILVA, M. M. da; RÓCIO, M. A. R.; MOSZKOWICZ, J. **Minério de Ferro**. [Rio de Janeiro]: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4802/1/BS%2039%20min%C3%A9rio%20de%20ferro_P.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

CHAMPANGNATTE, D. M. de O.; NUNES, L. C.. A Inserção das Mídias Audiovisuais no Contexto Escolar. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 27, n. 03, p. 15-38, dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/GPF6zTjDHXQ885Vmtm48BPD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 06 ago. 2021.

CHAZIN, Eliza de Lucas. Ethyl Acetate (CAS No. 141-78-6). **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 4, n. 6, p. 872-883, 2012. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20120061>. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v4n6a16.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2022.

CHEN, Wan-Ting; JIN, Kai; WANG, Nien-Hwa Linda. Use of Supercritical Water for the Liquefaction of Polypropylene into Oil. **Acs Sustainable Chemistry & Engineering**, [West Lafayette], v. 7, n. 4, p. 3749-3758, 10 jan. 2019. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b03841>.

FÁTIMA, A. de; ALVES, R. B. **Química Orgânica Experimental II**. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009. 14 p.

DURAN, E. R. S. **A Linguagem da Animação como Instrumental de Ensino**. 2010. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desing, Pontífica Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=16478@1>. Acesso em: 07 ago. 2021.

FELTRE, R. **Química: físico-química**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 432 p.

FERNANDES, B. R. B. **Aproveitando dos Finos de Scheelita Utilizando Concentração Centrífuga e Lixiviação Ácida**. 2011. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mineral, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011. Disponível em:

https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5190/1/arquivo7560_1.pdf. Acesso em: 29 jan. 2022.

FERRARI, R.; FANTIN, M. Cinema e Incorporações: reflexões e possibilidades educativas. **Revista Digital do Lav**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 017, 25 ago. 2017. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1983734828785>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revislav/article/view/28785>. Acesso em: 07 ago. 2021.

FERRAZ, H. O Aço na Construção Civil. **Revista Eletrônica de Ciências**, São Carlos, v. 22, p. 17, 6 out. 2005.

FONTINHA, R.; SALTA, M. M. **Corrosão e Conservação de Estátuas de Liga de Cobre**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2008. Disponível em: http://repositorio.lnec.pt:8080/jspui/bitstream/123456789/16888/2/CPM_2008_1.pdf. Acesso em: 21 jan. 2022.

FORSTER, M. Investigations for the environmentally friendly production of Na₂CO₃ and HCl from exhaust CO₂, NaCl and H₂O. **Journal Of Cleaner Production**, v. 23, n. 1, p. 195-208, mar. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652611003830>. Acesso em: 22 jan. 2022.

GALVÃO, P. **Chuva Ácida**: estudo de caso no campus usp/sp. 1996. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-21102015-151437/publico/Galvao_Mestrado.pdf. Acesso em: 16 fev. 2022.

GOMES, L. C.; LELLO, B. C. di; CAMPOS, J. B.; SAMPAIO, M. Síntese e caracterização de fosfatos de cálcio a partir da casca de ovo de galinha. **Cerâmica**, v. 58, n. 348, p. 448-452, dez. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0366-69132012000400005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/Hz4ctbKzFrJ6c7kFvtXYJKk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 jan. 2022.

GUANAES, D.; BITTENCOURT, E. Propelentes Sólidos: uma história ligada à evolução dos polímeros. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**: Coleção General Benício, Rio de Janeiro, v. 15, n. 0, p. 71-80, jan. 2008. Disponível em: http://www.rmct.ime.eb.br/arquivos/revistas/RMCT_1_quad_2008.pdf#page=73. Acesso em: 29 jan. 2022.

HERNÁNDEZ, S.P.; SCARPA, F.; FINO, D.; CONTI, R.. Biogas purification for MCFC application. **International Journal Of Hydrogen Energy**, v. 36, n. 13, p. 8112-8118, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2011.01.055>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319911000978?via%3Dihub>. Acesso em: 21 jan. 2022.

HINO, K. N.; OMORI, Á. T. Método de Síntese de Azidas Aromáticas Usando Vinagre. **Química Nova**, v. 38, n. 1, p. 156-158, out. 2014. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140284>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/k4sSLNLMQpnsf8f8SfTbWPN/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 22 jan. 2022.

HOBUSS, C.; VENZKE, D.; GOUVEIA, D.; GOBEL, L.; KROLOW, M.; DEVANTIER, P.; ALVES, R.; JACONDINO, V. **Ciclo do Enxofre**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2007. 10 p. Disponível em: http://www2.ufpel.edu.br/iqg/livrovirtual/estanteamb_arquivos/enxofre.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

HOUSE, J. E. **Inorganic Chemistry**. Canada: Elsevier, 2008.

HOW to make Glacial Acetic Acid. [S.L.]: Nilered, 2014. Son., color. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=8iG_qnkF08Y. Acesso em: 17 fev. 2022.

HURDIS, E. C.; YANG, J. W. Preparation of Sulfanilamide from Aniline: an organic chemistry experiment. **Journal Of Chemical Education**, Texas, v. 46, n. 10, p. 697-698, out. 1969. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/ed046p697>. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed046p697?casa_token=G_v8WrmF7OoAAAAA:vea0SKCmyRBkJ-87TtB8qVZnJ_2nveO9jNcxIMv7i6NqmMIjRTybcBlITZXBjHnN143b03mTJ2n8cT4. Acesso em: 22 jan. 2022.

JAGTAP, S. D.; TAMBE, S. P.; CHOUDHARI, R. N.; MALLIK, B. P. Mechanical and anticorrosive properties of non toxic coal-tar epoxy alternative coating. **Progress In Organic Coatings**, v. 77, n. 2, p. 395-402, fev. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.porgcoat.2013.11.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030094401300283X?via%3Dihub>. Acesso em: 22 jan. 2022.

KIEFER, D. M. **Is was all about alkali**. 2002. Disponível em: <http://pubsapp.acs.org/subscribe/journals/tcaw/11/i01/html/01chemchron.html?>. Acesso em: 25 jan. 2022.

LACERDA, L. D. Contaminação por Mercúrio no Brasil: fontes industriais vs garimpo de ouro. **Química Nova**, Niterói, v. 20, n. 2, p. 196-199, jun. 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/hjbCmKwN3TnKJnsYzvPNswD/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.

LIMA, R. M. F.; LUZ, J. A. M. da. Capítulo 29 - Mobilidade Eletroforética (Eletroforese). In: SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A.. **Tratamento de Minérios: práticas laboratoriais**. Rio de Janeiro: Cetem/McT, 2007. p. 507-530.

LITEPLO, R. G.; BEAUCHAMP, R.; MEEK, M. E.. **Formaldehyde**. 2002. Disponível em: <https://inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad40.htm>. Acesso em: 22 jan. 2022.

LUYTEN, S. M. B.. Mangá e Animê: ícones da cultura pop japonesa. **Fundação Japão em São Paulo**, São Paulo, p. 1-11, mar. 2014. Disponível em: https://fjosp.org.br/site/wp-content/uploads/2014/04/Manga_e_Anime.pdf. Acesso em: 08 ago. 2021.

MAGALHÃES, K. M. M.; RIBEIRO JÚNIOR, A. S.; SANTOS, G. J. B. dos. Capítulo 1 - Análise de fratura em elementos utilizados na explosão do GNL submetidos à vazamentos criogênicos. In: ANDRADE, D. F. (ed.). **Engenharia do Século XXI**. Belo Horizonte: Poisson, 2019. Cap. 1. p. 06-12.

MAHLER, B. J.; VAN METRE, P. C.; CRANE, J. L.; WATTS, A. W.; SCOGGINS, M.; WILLIAMS, E. S. Coal-Tar-Based Pavement Sealcoat and PAHs: implications for the environment, human health, and stormwater management. **Environmental Science & Technology**, v. 46, n. 6, p. 3039-3045, 13 fev. 2012. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/es203699x>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es203699x>. Acesso em: 22 jan. 2022.

MALTER, L.; MARCUVITZ, N. On a Modification of Hickman's Distillation Pump. **Review Of Scientific Instruments**, v. 9, n. 3, p. 92-95, mar. 1938. AIP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1063/1.1752444>. Disponível em: <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.1752444?journalCode=rsi>. Acesso em: 22 jan. 2022.

MARTINELLO, A. C.; GIACOMAZZO, G. F. As Contribuições da Linguagem Audiovisual nas Práticas Educativas na Educação Infantil. **Saberes Pedagógicos**, Criciúma, v. 4, n. 3, p. 21-39, dez. 2020.

MELLO, H.; LOPES, E. T.; NEVES, M. S. Síntese da Acetanilida: uma proposta de atividade experimental utilizando a química verde. **Latin American Journal Of Science Education**, v. 6, n. 0, p. 1-7, set. 2019.

MENEZES, C. G. P. **BNCC e Formação de Professores para Uso de Mídias**. 2018. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Mídias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/199851/001102418.pdf;jsessionid=A4CD55BA6491DBA32F80F358F9F0C4E9?sequence=1>. Acesso em: 06 ago. 2021.

MOURA, J. S.; FERRO, T. P. S.; BAUTISTA, E. V. Análise da Dissolução de Scale de Carbonato de Cálcio em Substâncias Químicas. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 3., 2020, **Anal.** Realize, 2020. p. 8. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conepetro/2018/TRABALHO_EV104_MD4_SA100_ID348_08072018201703.pdf. Acesso em: 22 jan. 2022.

MOURA, L. F. S. **Análise Numérica da Dilatação Linear de Tubulações Durante o Regime de Transiente Térmico**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica de Energia e Fluidos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3150/tde-18122015-115201/publico/DISS_Luis_F_S_Moura.pdf. Acesso em: 22 jan. 2022.

NEVES, M. da S. Consumo de Mídias Audiovisuais: mudanças e desafios. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9., 2017, Santana do Livramento. **Anal.** Santana do Livramento: Universidade Federal do Pampa, 2017. p. 1-6. Disponível em:

https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/12382/seer_12382.pdf. Acesso em: 29 jan. 2022.

NISHIKIDO, L. M. T. **Hábitos Alimentares Esmerilados pelos Imigrantes Japoneses do Pós-Guerra no Amazonas (1953-1967):** a reconstrução do passado através da memória. 2018. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8157/tde-06062018-113344/publico/2018_LindaMidoriTsujiNishikido_VCorr.pdf . Acesso em: 25 jan. 2022.

OLIVEIRA, B. J.: Cinema e imaginário científico. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13 (suplemento), p. 133-50, outubro 2006.

PAULA, J. E. de. **Madeiras que produzem álcool, coque e carvão.** Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo, Rio de Janeiro, ano 12, n. 72, p. 31-45, jun./jul./ago. 1980.

PIVA, T. C. C.; FILGUEIRAS, C. A. L. O Fabrico e Uso da Pólvora no Brasil Colonial: o papel de alpoim na primeira metade do século XVIII. **Química Nova**, v. 31, n. 4, p. 930-936, mar. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/bTryhdnrShqjKHNmLy6ZTDL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2022.

PIZETTA, D. C.; MASTELARO, V. R. Construção de um dilatômetro e determinação do coeficiente de dilatação térmica linear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 1, mar. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/yfmHGK4DDzZtSrL6ZNRrv6z/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 jan. 2022.

ROCHA, J. R. **Mecanismos das Reações de Descarga das Placas Positivas nas Baterias de Chumbo-Ácido.** 2004. 71 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia de Processos Térmicos e Químicos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34707/R%20-%20D%20-%20JOSE%20RIVELINO%20ROCHA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 jan. 2022.

RODRIGUES, J. L. M.; ROCHA, C. B. R. Mangá e animê: um recurso para aprendizagem do ensino de ciências. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 14, n. 08, p. 65-85, ago. 2018. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ciencias-sociais/manga-e-anime>. Acesso em: 06 ago. 2021.

ROSSI, A.; CARROLL, A. J. Using Color Changing Candles to Decrease the Hazards and Increase the Accessibility of the /Rainbow Flame Test. In: ACS SPRING 2020 NATIONAL MEETING & EXPO., 2020, Tennessee. **Banner**. [S.L.]: Tennessee Tech, 2020. Disponível em: <https://www.morressier.com/o/event/5e733c5acde2b641284a7e27/article/5e73d6ce139645f83c229ad5>. Acesso em: 25 jan. 2022.

RUMBLE, J. **Handbook of Chemistry and Physics**. New York: Crc Press, 2019.

SAWYER, C. B. **The Use of Rochelle Salt Crystals for Electrical Reproducers and Microphones**, in *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, vol. 19, no. 11, p. 2020-2029, Nov. 1931, doi: 10.1109/JRPROC.1931.222262.

SECCO, M.; TEIXEIRA, R. R. As leis da física e os desenhos animados na educação científica. **Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo**, v. 9, n. 2, 2008.

SILVA, C. A. da. **Além dos muros da escola: as causas do desinteresse, da indisciplina e da violência dos alunos**. São Paulo: Papirus Editora, 2011. 232 p.

SILVA, G. D. L. da. **Investigação de Novas Metodologias de Análise e Controle de Qualidade para o Ácido Tartárico**. 2017. 92 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências e Técnicas Nucleares, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-AUVJQ3/1/tese.danielleleirose.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2022.

SILVA, R. F. da; SAIDELLES, F. L. F.; KEMERICH, P. D. C.; STEFFEN, R. B.; SWAROWSKY, A.; SILVA, A. S. da. Crescimento e Qualidade de Mudas de Timbó e Dedaleiro Cultivadas em Solo Contaminado por Cobre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 881-886, fev. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/vF5ysKp9P9FStYqRRz8NHmx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 jan. 2022.

SILVA, S. de A. e. **Os Animês e o Ensino de Ciências**. 2011. 212 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9602/1/2011_SamanthaAssisSilva.pdf. Acesso em: 06 ago. 2021.

SOARES, D. F. V. **O Processo Histórico dos Animes e Mangás no Brasil**. 2019. 109 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em História, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Coronel Bicaco, 2019. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/6698/Diego%20Francisco%20Vieira%20Soares.pdf;jsessionid=7E9B05123038BC27ABD512FED2233D4E?sequence=1>. Acesso em: 08 ago. 2021.

SOTIRCHOS, S. V. **Removal of H₂S and SO₂ by CaCO₃-Based Sorbents at High Pressure**. New York: 1998. doi:10.2172/2297. Disponível em: <http://www.osti.gov/servlets/purl/787561/>. Acesso em: 25 jan. 2022.

SOUZA, A. L. de; MARTINS, M. G.; QUAGLINO, M. A.; HAZAN, S. S.; FREITAS FILHO, A. P. Argemiro e a lâmpada das Alagoas: uma experiência na belle époque. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [Rio de Janeiro], v. 35, n. 1, p. 1-7, mar. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172013000100027>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/kM6QYmQqY6M8QC5FFbZCCgB/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 22 jan. 2022.

STAUFFER, J. E.. **Manufacture of Hydrogen Chloride from Salt and Sulfuric Acid**. US n. US 6,767,528 B2. Depósito: 15 fev. 2001. Concessão: 27 jul. 2004.

STEIGER, V. K.. **Contribuição para o Estudo da Degradação Química da Pasta de Cimento**: simulação da atividade agressiva do guano de morcegos. 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontífica Universidade Católica do Rio de Janeiro, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/6310#preview-link0>. Acesso em: 21 jan. 2022.

SUTTER, J. **Life Cycle Inventories of Pesticides**. Zurich: Ecoinvent, 2010.

VIEIRA, F. L.; SILVA, G. M.; ALVES, E. D. L.; PERES, J. P. S. Causas do desinteresse e desmotivação dos alunos nas aulas de Biologia. **Universitas Humanas**, [Brasília], v. 7, n. 1, p. 95-109, 17 jun. 2010. Centro de Ensino Unificado de Brasília. <http://dx.doi.org/10.5102/univhum.v7i1.1061>. Disponível em: <https://www.cienciasaude.uniceub.br/universitashumanas/article/view/1061>. Acesso em: 20 ago. 2021.

VILARDI, G.; STOLLER, M.; PALMA, L. di; VERDONE, N. Continuous Production of KNO₃ Nanosalts for the Fertilization of Soil by Means of a Spinning Disk Reactor. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 15., 2017, Rhodes. **Anais**. Rhodes: Cest, 2017. p. 1-3. Disponível em: https://iris.uniroma1.it/retrieve/handle/11573/1058060/592226/Vilardi_Continuous-production_2017.pdf. Acesso em: 11 jan. 2022.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. da; BEJERANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, [S.L], v. 35, n. 2, p. 84-91, maio 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf. Acesso em: 13 ago. 2021.

WILSEK, M. A. G.; TOSIN, J. A. P. Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de problemas. p. 44, 2013.

WOLFF, E. **Reciclagem, Tratamento e Disposição Segura das Pilhas Zinco-Carbono e Alcalinas de Manganês**. 2001. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8EZJ5N/1/eliane_wolff.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

ZOELLER, Joseph R.; AGREDA, Victor H.; COOK, Steven L.; LAFFERTY, Norma L.; POLICHNOWSKI, Stanley W.; POND, David M. Eastman chemical company acetic anhydride process. **Catalysis Today**, v. 13, n. 1, p. 73-91, mar. 1992. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0920-5861\(92\)80188-s](http://dx.doi.org/10.1016/0920-5861(92)80188-s). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/092058619280188S>. Acesso em: 10 jan. 2022.