



INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS SOUSA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

JOSÉ MANUEL AMANCIO DA SILVA

**A QUÍMICA NO UNIVERSO FICCIONAL: UMA PROPOSTA DIDÁTICO-
PEDAGÓGICA**

SOUSA – PB

2021

JOSÉ MANUEL AMANCIO DA SILVA

**A QUÍMICA NO UNIVERSO FICCIONAL: UMA PROPOSTA DIDÁTICO-
PEDAGÓGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado à Coordenação do Curso Superior
de Licenciatura em Química do Instituto
Federal da Paraíba, Campus Sousa, como
requisito para obtenção do título de Licenciado
em Química.

Orientador: Dr. João Batista M. de Resende
Filho

Coorientador: Msc. Luiz Henrique da Costa
Souza

SOUSA – PB

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Leandro da Silva Carvalho – Bibliotecário CRB 15/875

S586q Silva, José Manuel Amancio da
A química no universo ficcional: uma proposta didático-Pedagógica /
José Manuel Amancio da Silva. - Sousa, 2021.
63 p.: il.

Orientador: Dr. João Batista M. de Resende Filho.

Coorientador: Msc. Luiz Henrique da Costa Souza.

TCC (Graduação - Licenciatura em Química) - IFPB, 2021.

1. Animes. 2. Ensino de Química. 3. Sequências Didáticas. I. Resende
Filho, João Batista M. de. II. Souza, Luiz Henrique da Costa III. Título.

IFPB Sousa / BS

CDU 54

À minha mãe e ao meu pai, que sempre me apoiaram e me incentivaram a estudar. Para eles, com todo o meu apreço.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, por ter permitido todas as conquistas que adquiri até hoje e as que Ele ainda irá proporcionar; e, também, por ter colocado pessoas que me auxiliaram a trilhar meu caminho.

A minha família, que sempre me apoiou e tem estima por mim. Em especial, a minha mãe, Geralda Eliza de Jesus Silva, e ao meu pai, José Amancio da Silva, que sempre me incentivaram a estudar para conseguir uma vida melhor. As minhas irmãs (Micaelle Amancio, Michelle Amancio e Mirelle Amancio), que estiveram ao meu lado. Aos meus avós, Joaquim Amancio da Silva (*in memoriam*), Severina Maira da Silva, João Severino da Silva (*in memoriam*) e Eliza Maria de Jesus (*in memoriam*), que foram um pilar para formação da minha família. Aos meus tios, que sempre ajudaram quando necessário; em especial, a minha tia Maria de Fátima Amancio da Silva, que, de certa forma, é uma mãe para seus sobrinhos, sempre apoiando, sempre escutando. A minha prima, Patrícia Paloma de Sousa, que é a melhor prima que alguém poderia querer.

Aos meus professores, que contribuíram para minha formação e me mostraram um ótimo perfil docente. Em especial, aos professores Antonio José Ferreira Gadelha, que me abriu os horizontes para a área mais fascinante da Química: a Química Analítica. É nela que pretendo enveredar e continuar minha carreira acadêmica. Na ausência de seus ensinamentos, correria o risco de ter migrado para Química Ambiental [risos]. Ao professor Higo de Lima Bezerra Cavalcanti, pelo apoio que me deu e por me desafiar em suas disciplinas, proporcionando que eu buscasse melhorar cada vez mais e, é claro, pelas excelentes piadas [mais risos]. À professora Polyana de Brito Januário, que me auxiliou maravilhosamente durante o estágio; sem ela, eu não teria conseguido realizá-lo nas condições remotas. Também gostaria de agradecer imensamente ao professor e grande amigo, Pedro Nogueira da Silva Neto, que foi de crucial importância durante a minha formação; sem seu apoio durante todos esses anos, eu não teria conseguido. Sou grato por sua amizade. O futuro profissional que irei me tornar terá grande influência sua.

Gostaria de agradecer aos meus amigos que estiveram comigo nesse período de tempo, mesmo que, algumas vezes, tenha havido alguns conflitos. Em especial, à grande amiga e irmã, Maíre Gomes de Meneses, que o IFPB me deu, me apoiando em momentos difíceis, dando conselhos e gritando comigo várias vezes para eu fazer meu TCC.

Outrossim, tenho que agradecer a duas pessoas que foram cruciais para a confecção desse trabalho, os norteadores dessa pesquisa. Ao meu coorientador, Luiz Henrique

da Costa Souza, que me auxiliou dividindo sua experiência e seus conhecimentos. E, por último e não menos importante, ao professor João Batista Moura de Resende Filho que, mesmo me fazendo raiva [risos], é um grande exemplo de profissional com quem tive a honra de trabalhar e que, sem as devidas orientações, este trabalho não seria findado.

“A única razão de sermos tão apegados as memórias, é que elas não mudam, mesmo que as pessoas tenham mudado.”

(Gaara, Masashi Kishimoto)

RESUMO

O lúdico é considerado uma ótima ferramenta de ensino, pois possibilita uma fuga do ensino tradicional, por meio de atividades que buscam promover a participação e interação dos alunos. Usar o lúdico em sala de aula permite ao aluno o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, além de ser uma alternativa para realizar a contextualização da área em estudo. Para tanto, o presente trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de cards digitais que se utilizam de cenas e/ou personagens de animes (Fullmetal Alchemist Brotherhood, Naruto, Dr. Stone, Boku no Hero Academia, Cavaleiros do Zodíaco e Nanatsu no Taizai.) para abordar conceitos químicos. Associadas a esses cards, foram desenvolvidas nove propostas de sequências-didáticas como recurso inovador de prática metodológica. A partir desse trabalho, acredita-se que o uso de mangás e animes como ferramenta didática possa contribuir para o fortalecimento de uma aprendizagem significativa, devido à abordagem de conhecimentos químicos a partir de universos ficcionais de entretenimento.

Palavras-chaves: Animes. Ensino de Química. Sequências Didáticas.

ABSTRACT

Playfulness is considered a great teaching tool, as it allows an escape from traditional teaching, through activities that seek to promote student interaction and participation. Using playfulness in the classroom allows the student to develop a meaningful learning, in addition to being an alternative to the contextualization the area under study. For this purpose, the present paper had as objective the development of Digital Cards that use scenes and/or anime characters (Fullmetal Alchemist Brotherhood, Naruto, Dr. Stone, My Hero Academy, Knights of the Zodiac and The Seven Deadly Sins) to approach the teaching of chemistry. Thus, nine proposals for didactic sequences were developed as an innovative resource for methodological practice. From this research, it is believed that the use of manga and anime as a didactic tool can contribute to the strengthening of learning, due to the approach of chemical knowledge from fictional universes of entertainment.

Keywords: Animes. Chemistry Teaching. Didactic Sequences.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Exemplo de <i>post</i> no Instagram @quimicanime que aborda conceitos químicos a partir de um anime	14
Figura 2 –	Exemplo de <i>post</i> no Instagram @onerdquimico que aborda conceitos químicos a partir de um anime	14
Figura 3 –	Associação de UFs a Química no YouTube	15
Figura 4 –	Fluxograma para o planejamento e a elaboração dos CaDs	20
Figura 5 –	Fluxograma para o planejamento e elaboração das SDs	21
Figura 1A –	Card Digital (1) envolvendo o personagem Ashido do anime Boku no Hero Academy e que aborda os conceitos químicos de ácidos e bases de Arrhenius, pH, corrosividade, causticidade e toxicidade	40
Figura 2A –	Card Digital (2) envolvendo o personagem Bakugou do anime Boku no Hero Academy e que aborda os conceitos químicos de processos endo e exotérmicos, entalpia explosão e combustão	41
Figura 3A –	Card Digital (3) envolvendo cena do anime Dr. Stone que aborda os conceitos químicos de destilação e fermentação	42
Figura 4A –	Card Digital (4) envolvendo cena do anime Cavaleiros do zodíaco que aborda os conceitos químicos de escalas termométricas e zero absoluto.	44
Figura 5A –	Card Digital (5) envolvendo cena do anime Fullmetal Alchemist que aborda conceitos químicos de eletrólise da água e combustão do gás hidrogênio	45
Figura 6A –	Card Digital (6) envolvendo o personagem Ganância do anime Fullmetal Alchemist que aborda conceitos químicos de alotropia	46
Figura 7A -	Card Digital (7) envolvendo cena do anime Naruto que aborda conceitos químicos de reações exotérmicas, tetraédrico do fogo e métodos de apagar o fogo	47
Figura 8A -	Card Digital (8) envolvendo o personagem Mei do anime Naruto que aborda conceitos químicos de estados físicos da matéria, transformações da matéria e processos endo e exotérmicos	49
Figura 9A -	Card Digital (9) envolvendo o personagem Arlequim do anime Nanatsu no Taizai que aborda conceitos químicos de estados físicos da matéria, transformações da matéria e processos endo e exotérmicos	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	O uso do universo ficcional no Ensino de Química	10
1.1.1	A ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS A PARTIR DO UNIVERSO FICCIONAL NAS REDES SOCIAIS E PLATAFORMAS DIGITAIS	12
1.2	Sequências Didáticas no Ensino de Química	15
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos Específicos	18
3	METODOLOGIA	19
3.1	Construção dos Cards Digitais (CaDs)	19
3.2	Propostas de Sequências Didáticas (SDs)	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	Desenvolvimento dos Cards Digitais	22
4.2	Propostas de Sequências Didáticas	30
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
	REFERÊNCIAS	35
	APÊNDICE A – CARDS DIGITAIS	40
	APÊNDICE B – PLANO DE AULAS DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PROPOSTAS	52

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química, juntamente com outras Ciências Exatas e da Natureza, possui, geralmente, um escopo enfadonho e sem importância na perspectiva dos alunos (ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Essa visão desmotivadora dos estudantes no que tange ao ensino de Química pode estar relacionada à descontextualização em que os conceitos são normalmente apresentados, desconsiderando o conhecimento prévio dos discentes, a interação aluno/professor e os universos (familiar e social, real e/ou virtual etc.) aos quais os estudantes estão imersos (SALES *et al.*, 2018). Segundo Santos e Ferreira (2018, p. 498),

No que diz respeito ao ensino de Química, considerando ser essa uma área de conhecimento vista pelos alunos como de difícil compreensão, é preciso pensar em um ensino mais atrativo, com o estudo de fenômenos do cotidiano dos alunos e de suas comunidades, visando melhorar os processos de ensino e de aprendizagem

A Química enquanto Ciência está bastante difundida no âmbito social, tendo um grande destaque em meios de comunicação, jornais, telejornais, revistas e redes sociais. Também é possível notar sua presença em mídias de entretenimento, sejam jogos interativos, HQs, séries, filmes e desenhos animados, como animes e cartoons. Os programas de televisão estão repletos de fenômenos físicos e químicos, sendo transmitidos aos seus telespectadores, e que podem servir de ponto de partida para abordagem de conceitos químicos. Os programas de entretenimento trazem consigo uma gama de narrativas que englobam conceitos oriundos da Ciência, fazendo com que o público tenha que, de certo modo, pensar sobre esses conceitos para compreender algumas cenas (SOUZA; LEITE, 2017).

Com base no exposto, este trabalho, entendido como proposta didático-pedagógica¹, consiste no planejamento e na elaboração de um conjunto de Cards Digitais (CaDs)² que se utilizem de universos ficcionais (UF) para abordar conceitos químicos, aproximando-os do cotidiano e das atividades de entretenimento de grande parte dos alunos, e que sirvam, posteriormente, como instrumento norteador para a construção de sequências didáticas por professores de Química da Educação Básica.

¹ Uma produção didático-pedagógica consiste na elaboração e organização intencional de um material didático pelo professor, enquanto estratégia metodológica, que possibilite uma mudança e, a princípio, uma melhora no processo de ensino-aprendizagem (PARANÁ, 2011).

² Ao nosso entendimento, Cards Digitais (CaDs) são peças digitais interativas que contém informações didático-pedagógicas e que, geralmente, são apresentados em formato quadrado ou retangular. Muitos dos posts didáticos publicados em redes sociais voltadas para o ensino da Química e/ou para a divulgação científica se utilizam desses materiais.

1.1 O uso do universo ficcional no Ensino de Química

O universo ficcional, segundo Spalding (2015, n.p.), “é um termo usado na ficção científica ou no realismo mágico, designando os elementos narrativos criados pelo autor onde se desenvolve o enredo”. Para Lopes (2000), o conceito de ficção, de um ponto de vista geral, abordado em textos de estudiosos, manuais, dicionários, enciclopédias, se define basicamente como: fingimento, farsa, modelagem, imaginação, representação e invenção. Portanto, pode se entender universo ficcional como uma gama de histórias, ou contos, sejam do gênero narrativo ou dramático, criadas e/ou imaginadas por um ou mais autores. Nesse trabalho utilizaremos o universo de ficção cinematográfico das séries de TV e filmes, assim como dos desenhos animados (animes e cartoons), os quais abordam gêneros de ação, comédia, ficção científica, entre outros, como base para a produção didático-pedagógica.

Quando o estudante está em contato com um meio agradável ou em alguma atividade que lhe causa prazer, a aprendizagem se torna mais efetiva. Dessa forma, de acordo com Jonassen (2000 *apud* SOUZA; LEITE, 2017), ao atribuir um significado ou relação pessoal àquilo que se aprende, a aprendizagem se torna envolvente e a atividade se desenvolve de modo mais dinâmico e reflexivo, aumentando a capacidade de interagir e fortalecendo seu senso crítico. Para Souza e Leite (2017), as séries de TV enriquecem suas histórias por meio do audiovisual, utilizando em alguns casos o conhecimento científico, buscando retratar os momentos de forma mais realista, inspirando o público a compreender os fenômenos observados. Ainda segundo os autores, o ensino de ciência utilizando-se de séries televisivas, seja no contexto do “mundo real” ou no mundo fictício, tem alto potencial de se tornar uma poderosa ferramenta pedagógica, visto que as crianças e jovens brasileiros estão entre os que mais assistem TV no mundo.

Partindo desse cenário, o uso do universo ficcional em sala de aula possibilita ao aluno um contato mais eficaz com o conteúdo, quando comparado à simples demonstração do assunto em lousa ou com outras ferramentas de ensino pouco populares entre os jovens (SOUZA; LEITE, 2017). Corroborando com os autores, Santos e *et al.* (2015) observaram uma redução de 66% da evasão dos alunos nas aulas de Química ao longo da aplicação do UF como estratégia de ensino, em que os autores usaram animes para abordar conceitos relativos à determinada ciência. Também foi relatado pelos autores que, segundo os alunos, a utilização de animes contribuiu para aprendizagem de forma significativa: 38% dos alunos afirmaram que a contribuição foi considerável, 59% razoável e apenas 3% acharam pouco.

Além das séries, curta-metragens e longa-metragens também podem ser usados como ferramenta auxiliar no ensino de Química. O uso do cinema em sala de aula, na concepção de Fantin (2007 *apud* SILVA, 2011), é justificado pela riqueza potencial formativa para práticas educativas e culturais, por meio da inclusão das diversas dimensões do cinema como cognitiva, psicológica, estética, entre outras.

Um dos objetivos comuns aos trabalhos que abordam a temática de universos ficcionais no ensino de Química está relacionado com o desenvolvimento de um método de ensino que fosse prazeroso e contextualizado com a realidade e com o cotidiano nos jovens. Com base no exposto, Quintino e Ribeiro (2010) realizaram a construção de um minicurso para ser aplicado ao ensino de Química, utilizando filmes de ficção científica e outros baseados em fatos reais como estratégia didática para promover uma aprendizagem mais efetiva e entender como os alunos compreendem o filme, considerando os conhecimentos que já possui e os conhecimentos adquiridos durante a aplicação do projeto.

Os autores buscaram interpretar e descrever os fenômenos observados durante os dias de aplicação. Após a exibição dos filmes, os alunos eram questionados sobre o que entenderam e quais conceitos químicos puderam identificar. Esses questionamentos tinham o intuito de desenvolver o senso crítico, a capacidade de interação e a comunicação por meio de acontecimentos no filme. Além disso, é possível notar a preocupação dos autores com o desenvolvimento das interações em sala de aula como objetivo de auxiliar um processo de ensino-aprendizagem mais eficaz (QUINTINO; RIBEIRO, 2010). A importância dessa interação pode ser observada no trabalho de Nascimento *et al.* (2016), onde estes destacaram que a relação professor/aluno se demonstrava um pouco distante no início da pesquisa, dificultando a aprendizagem, porém com o decorrer da aula contextualizada notou-se uma interação mais efetiva, contribuindo para tornar a aula proveitosa.

Souza e Leite (2017) buscaram criar uma ferramenta que desenvolvesse o aprendizado tangencial eficaz para o ensino de Química, o qual, segundo os autores, é alcançado quando o aluno está envolto em um meio agradável ou que lhe cause prazer. Segundo Cosme e Trindade (2001 *apud* SOUZA; LEITE, 2017), o meio é envolvente e eficaz quando o aprendiz tem consciência da especificidade das tarefas, dos meios que possui para resolução, das estratégias e dispositivos que utiliza e das condições necessárias para realizá-las.

O trabalho de Souza e Leite (2017) foi realizado com 160 alunos, sendo aplicado, inicialmente, um questionário para realizar um levantamento de informações e percepções dos discentes a respeito das séries de TV. Em seguida, foi realizada uma etapa denominada “Cine

Debates”: a escolha das séries foi realizada através do quesito de popularidade e, ao final de cada apresentação, realizava-se um debate acerca dos vídeos assistidos. Com os resultados obtidos, pode-se notar que mais de 60% dos participantes assistem séries de TV e que 72% conseguem perceber a presença de ciências. Nessa pesquisa, os autores concluíram que cabe ao professor compreender o potencial das séries de TV para o ensino-aprendizagem.

Vasconcelos *et al.* (2013, p. 3625) ressaltam que:

Mesmo com a disponibilidade de vídeos e documentários em sites como o Youtube, os professores ainda utilizam o recurso de modo limitado, gerando implicações negativas no processo de ensino e aprendizagem. Isto pode desvalorizar o seu potencial de uso, acarretando certo descrédito em relação ao trabalho docente quando este é mal realizado

1.1.1 A ABORDAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS A PARTIR DO UNIVERSO FICCIONAL NAS REDES SOCIAIS E PLATAFORMAS DIGITAIS

Nos últimos anos, temos vivenciado um crescente avanço e disseminação de aparelhos tecnológicos e de redes sociais, os quais possuem diversas funções no dia a dia de seus usuários, desde resolver assuntos profissionais de seus trabalhos à comunicação pessoal. De acordo com Raupp e Eichler (2012, p. 2), “as mídias sociais têm influenciado as práticas em muitos campos orientados pela comunicação, tais como marketing, atendimento ao cliente e jornalismo”. Dessa forma, não há como separar os meios de comunicação social do cotidiano da população, visto que este está costumeiramente presente na vida de todos.

A utilização das redes sociais como ferramenta didática é de grande importância, visto que estas fazem parte do dia a dia de muitos jovens, que passam horas conectados. Segundo Caritá *et al* (2011), recursos oferecidos por redes sociais, como Twitter e Facebook, podem auxiliar na educação e na transmissão de conhecimento por meio de contato entre pessoas de diferentes níveis sociais, culturais, políticos, econômicos e educacionais, além de que os professores pode solucionar dúvidas dos alunos em horário extraclasse, podendo promover atividades em grupo para aumentar a interação entre os alunos.

O uso das Tecnologia de Informação e Comunicação (TICs) na educação está se tornando cada vez mais frequente com o passar dos anos. De acordo com Tavares *et al.* (2013), a educação está cada vez mais sendo associada ao conceito de tecnologia e inovação, pois o aprendizado do ser humano, nas mais diversas faixas etárias e em vários âmbitos, é, em sua maioria, intermediado por aparelhos tecnológicos, que, a princípio, estão ampliando o potencial intelectual do ser humano. Falta de interesse e metodologias cansativas são as

principais alegações dos estudantes com relação à dificuldade de aprender, dessa forma tem-se pensado em modelos de ensino que sejam efetivos para o crescimento do ensino-aprendizado.

Tendo em vista que o setor educacional tem estado em uma busca incessante por estratégias educacionais que otimizem o ensino e aprendizagem, facilitando deste modo, aprendizagens distintas sobre diferentes temas ou conteúdos, a utilização dos recursos virtuais como ferramenta pedagógica tem sido uma alternativa viável para contribuir nesse aspecto, porém, a mesma ainda é pouco explorada nos contextos educacionais (FERREIRA *et al.*, 2016, n.p.).

Raupp e Eichler (2012) realizaram um levantamento de perfis da rede social Facebook que tem como enfoque trabalhar conceitos químicos. Segundo os autores, apesar de uma grande quantidade de páginas voltadas para o ensino de Química na referida rede social, a metodologia abordada pelas mesmas não está devidamente adequada ao ambiente de formação e de atuação dos professores. Deste modo, o próximo objetivo dos autores está centralizado na construção de uma metodologia que esteja adequada a realidade do ensino de química e das demais ciências.

Santos *et al.* (2016) fez uso do Facebook para a criação de um perfil intitulado “Curtindo a Química”, o qual tinha como intuito o compartilhamento de práticas experimentais realizadas pelos alunos. O uso de redes sociais não está restrito apenas às publicações e compartilhamento de *posts*³ do Facebook. Também pode-se observar o uso das redes Instagram e Youtube, sendo este último um dos mais requisitados pelos estudantes, pois apresenta uma gama de material em formato de videoaulas que auxilia o aluno na compreensão dos assuntos abordado em sala, servindo como um reforço extraclasse (SILVA *et al.*, 2017).

Nessa perspectiva, podemos encontrar alguns exemplos de perfis em redes sociais que tem por intuito a divulgação de conhecimentos químicos e que, portanto, podem e vêm sendo usados como meios de estudo, inclusive com a utilização de universos ficcionais. No Instagram, podemos citar os perfis @quimicanime e @onerdquimico, que possuem como foco principal a abordagem de conceitos químicos a partir de cenas e/ou personagens de universos ficcionais, tais como séries televisivas, filmes, animes, games, cartoons etc.

A **Figura 1** apresenta um exemplo de *post* do @quimicanime que aborda os conceitos de fórmulas moleculares, reações de combustão, estequiometria etc., a partir da elaboração e resolução de uma questão que se utiliza das habilidades do personagem Bakugou, do anime *Boku no Hero Academy*. Outro exemplo de material que aborda conceitos

³ Publicação de algo realizada na Web, com o intuito de promover o entretenimento, despertar a curiosidade, divulgação, explanação de conteúdo, entre outros (SILVA, 2020).

químicos a partir de um universo fictício pode ser observado na **Figura 2**, que mostra um *post* do perfil do Instagram @onerdquimico que se utiliza das habilidades do personagem Yoga de Cisne do anime Cavaleiros do Zodíaco para abordar conceitos relacionados ao “zero absoluto”, termo este utilizado no próprio anime. Logo, a partir desse conceito pode-se discorrer sobre temperatura, escalas de temperatura (Celsius, Fahrenheit e Kelvin) e a definição do zero absoluto.

Figura 1 – Exemplo de *post* no Instagram @quimicanime que aborda conceitos químicos a partir de um anime.

Katsuki Bakugou é um dos principais personagens de *Boku no Hero Academia* (*My Hero Academia*). Ele tem a capacidade de causar explosões a partir do suor. Dentre as substâncias produzidas pelo corpo de Bakugou está a nitroglicerina (estrutura ao lado), responsável por sua habilidade de “gerar explosões”. Esse composto é altamente instável, a ponto de explodir com o mínimo de “calor”, contato e/ou fricção.

Considerando as informações sobre as habilidades explosivas de Bakugou, responda o que se pede:

- Qual a fórmula molecular do composto responsável pelas explosões?
- Sabendo que a autoignição da nitroglicerina produz nitrogênio, gás carbônico, água e oxigênio, escreva a equação balanceada da explosão causada por Bakugou.
- Em uma batalha contra Tokoyami, Bakugou usou a técnica *Stun Grenade* (閃光弾スタン グレナード), liberando 710,5 kJ de energia na explosão. Sabendo que a autoignição da nitroglicerina libera 1421 kJ/mol, quantos mols de nitroglicerina foram usados na referida técnica durante a batalha contra Tokoyami?

Tudo simples e fácil. Brincadeira de criança essas perguntas... Vamos lá!

(a) Para fazer a fórmula molecular da nitroglicerina, composto responsável pelas explosões, basta contar quantos C, H, N e O tem na estrutura. Lembrem de seguir o Sistema de Hill: primeiro C, depois H e os demais elementos em ordem alfabética.

Fácil demais... eu disse!

(b) Essa letra diz os produtos que são formados na autoignição da $C_3H_5N_3O_9$. Basta escrever suas fórmulas moleculares nos produtos e depois balancear pelo método das tentativas ou outro que você achar melhor. Para balancear, verifique se há a mesma quantidade de elementos em ambos os lados.

$$C_3H_5N_3O_9 \rightarrow CO_2 + H_2O + N_2 + O_2$$

$$2C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 6CO_2 + 5H_2O + 3N_2 + O_2$$

Agora a última questão, referente a minha técnica *Stun Grenade*.

(c) Na batalha contra o Tokoyami, usei 710,5 kJ de energia. Se vocês observarem, 710,5 é a metade de 1421 kJ, que é a energia liberada por 1 mol de nitroglicerina. Logo, para liberar 710,5 kJ de energia usei 0,5 mol de nitroglicerina. Não precisei de muita coisa para vencer o Tokoyami!

1421 kJ $\rightarrow$ 1 mol
710,5 kJ $\rightarrow$ x
x = 0,5 mol

Fonte: Instagram @quimicanime, 2020.

Figura 2 – Exemplo de *post* no Instagram @onerdquimico que aborda conceitos químicos a partir de um anime.

A QUÍMICA EM CAVALEIROS DO ZODÍACO
@ONERDQUÍMICO

COMO ELE FEZ ISSO NO ANIME?

Hyoga de Cisne, um cavaleiro de bronze, e Camus de Aquário, um cavaleiro de ouro, são conhecidos no anime por utilizarem o *poder do gelo*.

Em uma luta épica entre os dois, Camus diz que apenas seria derrotado caso Hyoga conseguisse, através de seu poder, atingir o zero absoluto.

Nessa condição, na temperatura absoluta, a armadura de ouro seria congelada. No anime, Camus foi derrotado por Hyoga, que na luta conseguiu atingir a temperatura ao elevar seu como ao máximo.

Mas o que é o ZERO ABSOLUTO atingido por Hyoga?

O ZERO ABSOLUTO

Bem, inicialmente, você precisa saber o que é temperatura. Essa, por sua vez, mensura o grau de agitação das moléculas, ou seja, quanto mais frio, menos agitação e por consequência, menor a temperatura.

O zero absoluto, atingido por yoga, é a temperatura de menor energia possível em que as moléculas estejam totalmente paradas. Na escala Kelvin isso corresponde a 0 K, já, na Celsius, corresponde a -273,15 °C. Nessa condição a armadura de ouro foi congelada e Yoga venceu a luta.

Mas isso não passa de uma teoria. Essa temperatura não foi obtida em laboratório, atingindo apenas valores bem próximos.

Cientificamente, essa temperatura não foi atingida, mas estamos falando de um cavaleiro de Athena, né?

A deusa Athena conclama você, cavaleiro, a seguir a página!
@ONERDQUÍMICO

REFERÊNCIAS

- <https://www.cavaleiros.com.br/mais-historias/materias-especiais/zero-absoluto>
- <https://blog.anime.com.br/cavaleiros-do-zodiaco-e-o-zero-absoluto/>
- <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-e-zero-absoluto/>
- <https://www.abril.com.br/animais/atingir-zero-absoluto-e-matematicamente-impossivel-diz-estudo>

ONO
A química com muita nerddice

Fonte: @onerdquimico, 2020.

Não apenas no Instagram podemos encontrar esses tipos de materiais didáticos. Alguns canais do YouTube, como o Universidade da Química, utilizam UFs para problematizar e contextualizar o ensino de Química. A **Figura 3** mostra a captura de tela de um dos vídeos do determinado canal que exemplifica essa abordagem, onde o professor se utilizou um personagem do anime *Bleach* para abordar os conceitos de orbitais atômicos.

Figura 3 – Associação de UFs a Química no YouTube



Fonte: Disponível em: <<https://youtu.be/iarzjWh6kp8>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

Os posts realizados nas redes sociais que abordam conceitos de química a partir de UFs serviram de modelo para a construção dos Cards Digitais que constituem o foco principal dessa proposta didático-pedagógica, e que podem ser utilizados como tema gerador para a organização e aplicação de sequências didáticas.

1.2 Sequências Didáticas no Ensino de Química

Para Oliveira (2013), sequências didáticas (SDs) são procedimentos simples que compreendem um conjunto de atividades interligadas entre si e são precedidas de um alto planejamento delimitado em cada etapa, visando trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada, almejando dinamizar o processo de ensino-aprendizagem. No que tange ao planejamento das SDs, deve-se considerar que os alunos não são tábulas rasas, e sim detentores de conhecimentos prévios, além de considerar as interrelações envolvidas no meio social que é a sala de aula.

É importante considerar, ao planejar uma sequência didática, as relações interativas entre professor/aluno, aluno/aluno e as influências dos conteúdos nessas relações, o papel do professor e o papel do aluno, a organização para os agrupamentos, a organização dos conteúdos, a organização do tempo e espaço, a organização dos recursos didáticos e avaliação (BATISTA *et al.*, 2016, p. 5382).

As SDs são estratégias de ensino para atuar como facilitadora do processo de ensino-aprendizagem. Para Rodrigues *et al.* (2018), as SDs são exemplos de estratégias que permitem a construção do conhecimento através de uma sucessão de questionamentos, facilitando o fazer pedagógico. De certa forma, as SDs são estruturadas de modo que possibilite aos alunos o compartilhamento de ideias e raciocínios, estabelecendo conexões do assunto abordado com o meio escolar e permitindo a construção de comparações e analogias, além de proporcionar a capacidade de comunicação e argumentação.

Oliveira (2013) destaca os pontos básicos para construção das SDs sendo: 1) a escolha do tema a ser trabalhado; 2) questionamentos para a problematização do assunto; 3) planejamento dos conteúdos; 4) objetivos a serem atingidos no processo de ensino-aprendizagem; 5) delimitação da sequência de atividades, materiais didáticos e cronograma; 6) interação entre as atividades; e 7) avaliação dos resultados.

Para Batista *et al.* (2016), ao se planejar uma SD pode-se intercalar diversas estratégias e recursos didáticos, tais como aulas expositivas, sessões de questionamentos, solução de problemas, experimentação com materiais alternativos, exposição, atividade, textos, dinâmicas, entre outros. Com base no exposto, é possível observar que as SDs são procedimentos utilizados como ferramentas de ensino, objetivando desenvolver um processo de ensino-aprendizagem dinamizado com a participação efetiva dos alunos.

O uso de SD como ferramenta para o ensino de Química tem se tornado estratégia viável para desenvolver a participação ativa dos alunos, assim como o interesse pela disciplina, conforme reportam vários trabalhos publicados. Batista *et al.* (2013) abordaram em seu trabalho o planejamento de uma SD sobre o conteúdo de eletroquímica com enfoque CTSA, numa perspectiva problematizadora e contextualizada, utilizando de atividades de leitura de imagens e charges, aplicação de vídeo, explanação de conceitos e realização de atividade experimental sobre o determinado assunto.

Firme e coautores (2008) trabalharam com a construção de uma SD com duração de 6 aulas sobre a Química dos cosméticos, centralizada em xampus e perfumes, em turmas do 3º ano do Ensino Médio, relacionando com conceitos químicos como grupos funcionais e funções orgânicas. Durante a execução, utilizou-se recursos didáticos como textos, charges, slides, experimentos e vídeos, organizados de modo a seguir três momentos pedagógicos: a

problematização, a organização dos conhecimentos e a aplicação dos conhecimentos. Esses e diversos outros trabalhos ressaltam o valor pedagógico do uso das SDs no ensino de Química.

Considerando o exposto anteriormente, a partir dos Cards Digitais elaborados nesse trabalho, seja como item gerador das atividades sequencias ou como instrumento norteador das mesmas, serão construídas propostas de SDs que utilizem dos conceitos abordados nos UFs presentes nos CaDs.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Esse trabalho tem como objetivo desenvolver um conjunto de Cards Digitais para o Ensino de Química no Ensino Médio, utilizando mídias de entretenimento, tais como animes, cartoons e séries de TV, para abordar conceitos químicos.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar levantamento bibliográfico e analisar como as mídias de entretenimento estão sendo utilizadas no âmbito escolar;
- Realizar levantamento de animes, cartoons e séries de TV que possam ser utilizados para abordagem de conceitos químicos;
- Elaborar, a partir de cenas ou características dos personagens fictícios, materiais didáticos digitais CaDs que possibilitem a abordagem de conceitos químicos e que possam ser usados como instrumento norteador para a elaboração de sequências didáticas por professores de Química;
- Propor sequências didáticas a partir dos CaDs construídos nesse trabalho.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste na elaboração de uma Proposta Didática-Pedagógica (PDD), que pode ser compreendida como um documento que propõe a preparação, a construção e a organização de um material didático elaborado, intencionalmente, pelo professor, o qual será usada como estratégia metodológica, objetivando contribuir para o aprimoramento da prática pedagógica. Ou seja, a PDP é uma elaboração teórica que toma um formato prático a ser implementada, com objetivo de ação permeada pela reflexão teórica.

A metodologia desse trabalho descreve as etapas de planejamento, organização e elaboração de CaDs que abordam conceitos químicos a partir do universo ficcional, tais como animes, séries etc., e que são usados como instrumento norteador para a elaboração de sequências didáticas que podem ser usadas por professores da Educação Básica.

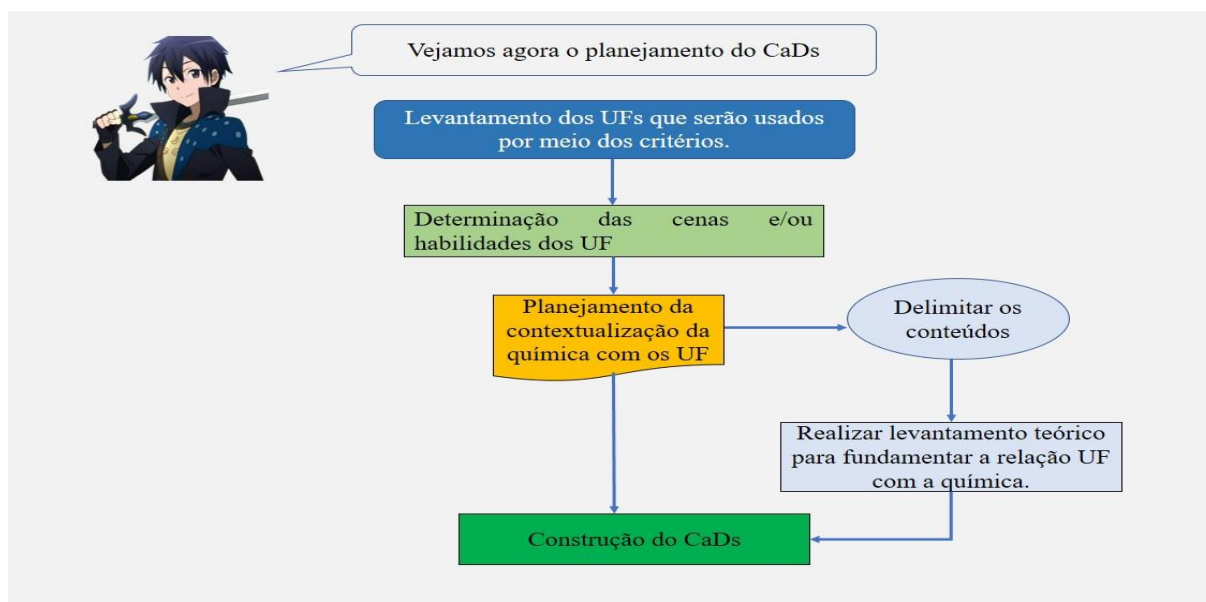
3.1. Construção dos Cards Digitais

Como os CaDs foram organizadas a partir de cenas de universos ficcionais, a primeira etapa consiste na delimitação e seleção dos respectivos. Essa escolha está embasada nos seguintes critérios: (1) adequação e popularidade do UF com o público jovem; (2) possibilidades de abordagem de conceitos químicos a partir de cenas específicas e/ou habilidades de personagens; e (3) adequação das explicações aos conteúdos normalmente trabalhados nas unidades disciplinares de Química do Ensino Médio. No critério da popularidade, não foi encontrada nenhuma pesquisa acadêmica que embasasse a escolha dos UFs. Logo, para esse item, foram consideradas as informações presentes em *sites* que normalmente abordavam e discutiam conteúdo nerd/geek/otaku, tais como AFICIONADOS (<https://www.aficionados.com.br/animes-mais-assistidos-mundo/>), GEEKBLOG (<https://geekblog.com.br/animes-mais-assistidos-confira-a-lista/>) e MAIORES E MELHORES (<https://www.maioresemelhores.com/animes-mais-populares-de-todos-os-tempos/>).

Após as delimitações dos UFs, as cenas que constituem os CaDs foram selecionadas, tendo estas o objetivo inicial de aumentar a dinamicidade do processo de ensino-aprendizagem através de um maior envolvimento participativo dos alunos nas aulas. Às cenas selecionadas, portanto, são associados os conceitos químicos que poderão ser abordados e os possíveis questionamentos e hipóteses para explicá-los.

A organização dos conteúdos nos CaDs teve como referência determinados *posts* elaborados e publicados nos perfis da rede social Instagram® @onerdquimico e @quimicanime⁴, que buscam explicar cenas e habilidades de personagens de UFs utilizando conceitos científicos. A **Figura 4** mostra um fluxograma descritivo de como os CaDs foram planejados e confeccionados.

Figura 4 – Fluxograma para o planejamento e a elaboração dos CaDs.



Fonte: Autoria própria, 2020.

3.2. Propostas de Sequências Didáticas (SDs)

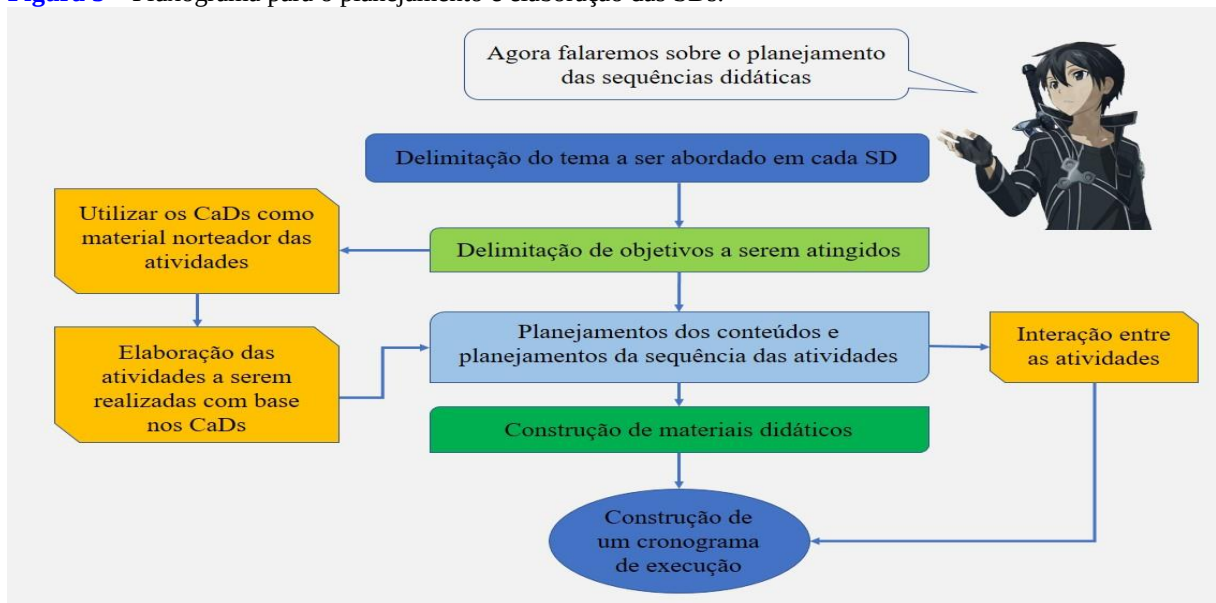
Os critérios para organização das Sequências Didáticas foram estabelecidos conforme o trabalho de Oliveira (2013).

Os CaDs confeccionados serviram como instrumento norteador para a elaboração das SDs. Como a presente proposta didático-pedagógica não foi aplicada em nenhuma turma, as SDs aqui descritas não levaram em consideração as concepções prévias de alunos sobre os conceitos químicos em questão e/ou sobre os UFs. Entretanto, elas podem servir de exemplo para que professores de Química da Educação Básica possam propor SDs adequadas a sua realidade escolar, adaptando determinadas atividades quando necessário.

A **Figura 5** mostra um fluxograma descritivo de como foi o planejamento e a elaboração das atividades que compõem as SDs, tendo como norte determinado CaD.

⁴ @onerdquimica e @quimicanime são Studygrams voltados para o ensino de Química e a divulgação de conceitos científicos.

Figura 5 – Fluxograma para o planejamento e elaboração das SDs.



Fonte: Autoria própria, 2020.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desenvolvimento dos Cards Digitais

Para a construção dos Cards Digitais foram utilizados seis universos ficcionais diferentes do gênero anime: Boku no Hero Academia, Cavaleiros do Zodíacos, Dr. Stone, Fullmetal Alchemist, Nanatsu no Taizai e Naruto. A escolha dos UFs foi delimitada pelos requisitos destacados no tópico 3.1, visto que todos eles são considerados mídias de entretenimento muito difundidas entre o público alvo (adolescentes) e a existência de cenas e/ou características que possam ou são atreladas a conceitos químicos. A **Tabela 1** mostra os conceitos abordados em cada um dos CaDs que foram desenvolvidos nesse trabalho.

Tabela 1 – Relação de personagens/animes utilizados no desenvolvidos dos CaDs e conceitos químicos abordados.

CaD	Personagem (anime)	Característica abordada	Conceitos químicos
1	Mina Ashido (Boku no Hero)	Habilidade do personagem	Acidez Basicidade pH Corrosividade Causticidade Toxicidade
2	Katsuki Bakugu (Boku no Hero)	Habilidade do personagem	Calor Processos endo e exotérmicos Entalpia Explosão e combustão Nitroglicerina
3	Senku Ishigami (Dr. Stone)	Cena do anime	Fermentação Destilação Propriedades da matéria Produção do etanol
4	Hyoga (Cavaleiros do Zodíaco)	Habilidade do personagem	Temperatura Escala termométrica Zero absoluto
5	Roy Mustang (Fullmetal Alchemist)	Cena do anime	Água (composição química) Eletrólise da água Tetraedro do Fogo Combustão do gás hidrogênio
6	Ganância (Fullmetal Alchemist)	Habilidade do personagem	Alotropia Tenacidade Dureza
7	Kakashi (Naruto)	Cena do anime	Tetraedro do fogo Reações exotérmicas Métodos para extinguir o fogo
8	Mei Temure (Naruto)	Habilidade do personagem	Estados físicos da matéria Transformações físicas Processos endo e exotérmicos
9	Alerquim (Nanatsu no Taizai)	Habilidade do personagem	Estados físicos da matéria Transformações físicas Processos endo e exotérmicos

Fonte: Autoria própria, 2021.

Vale a pena observar que, a princípio, pretendíamos abordar conceitos químicos a partir de diversos UFs, tais como séries, filmes, animes e cartoons. Entretanto, no decorrer do desenvolvimento dos CaDs, foi dado um enfoque aos animes devido a maior familiaridade do autor com este tipo de mídia de entretenimento.

A idealização do CaD 1 (**Figura 1A, Apêndice A**) surgiu a partir das habilidades da personagem Mina Ashido do anime Boku no Hero Academia, que relata a história de um grupo de jovens que almejam se tornar heróis em um mundo onde 80% da população possuem os mais diversos poderes/habilidades, denominados de individualidades. Para a personagem em questão, sua individualidade lhe permitia excretar um líquido de caráter ácido, o qual possui um alto poder corrosivo.

O CaD 1, portanto, foi elaborado de modo que possibilitasse o professor abordar alguns conceitos introdutórios de ácidos e bases, relacionados à Teoria Ácido-Base de Arrhenius⁵, normalmente trabalhos em turmas do 1º ano do Ensino Médio (ou no volume 1 dos livros didáticos de Química destinados ao determinado nível de ensino da Educação Básica). Em seguida, a partir desses conceitos, o CaD 1 aborda os princípios de acidez e basicidade por meio da definição de pH (potencial hidrogeniônico) e, através da utilização de uma escala de pH, pode-se classificar soluções aquosas em ácidas ($\text{pH} < 7$), básicas ($\text{pH} > 7$) ou neutra ($\text{pH} = 7$). O CaD apresenta ainda os conceitos de corrosividade, causticidade e toxicidade, relacionando-os com substâncias ácidas e básicas. Por fim, são apresentados alguns animais do nosso mundo que se utilizam da habilidade de lançar líquidos sobre presas e/ou predadores como forma de proteção e que podem gerar discussões sobre os limites e possibilidades da individualidade da Ashido, possibilitando estabelecer semelhanças e diferenças entre seres vivos reais, do nosso mundo, com a personagem do anime (UF).

É importante ressaltar que os CaDs aqui confeccionados não pretendem ser holísticos, abordando um número elevado de conceitos químicos e/ou trabalhando-os de forma excessivamente aprofundada. Dependendo da criatividade e do método de abordagem do professor, uma mesma cena de anime (ou outro UF qualquer) ou habilidade de personagem pode ser trabalhado de formas diferentes, construindo uma linha de raciocínio dessemelhante da que tivemos nessa proposta didático-pedagógica e, até mesmo, compreender conceitos que, a princípio, não foram utilizados em nossos CaDs.

⁵ Segundo a Teoria Ácido-Base de Arrhenius, ácidos são substância que em solução aquosa liberam como único cátion o íon hidrônio, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, aumentando, portanto, a concentração desse cátion na solução. Já bases (também denominadas hidróxidos, nessa teoria) são substâncias que em solução aquosa liberam como único ânion o íon hidróxido, $\text{OH}^-(\text{aq})$, aumento, portanto, a concentração desse ânion na solução (SILVA *et al.*, 2014).

Para a elaboração do CaD 2 (**Figura 2A, Apêndice A**), também foi utilizado um personagem do anime Boku no Hero Academia: Katsuki Bakugou. A individualidade dele está relacionada com a criação de explosões por meio da sua capacidade de liberar, através do suor, nitroglicerina ($C_3H_5N_3O_9$). Esse personagem, inclusive, foi abordado em um exercício de química e publicado no Instagram @quimicanime (ver **Figura 1**). Para a construção do CaD 2, portanto, foi apresentado, inicialmente, informações sobre a nitroglicerina, composto responsável pela individualidade do personagem Bakugou. Em seguida, considerando o uso da nitroglicerina em explosivos, foram apresentados alguns conceitos químicos: combustão, explosão e autoignição⁶. Por fim, a partir de processos que liberam energia, tais como reações de combustão, são trabalhadas as definições de processos endo e exotérmicos, a concepção de entalpia e a interpretação de informações gráficas referentes aos respectivos processos.

A princípio, o CaD 2 pode ser utilizado em qualquer série do Ensino Médio, dependendo da abordagem feita pelo professor. O CaD 2 apresenta conceitos normalmente trabalhados no 1º ano (reações e equações químicas, explosão e combustão), quanto no 2º ano (reações de combustão, calor, processos endo e exotérmicos e entalpia) e no 3º ano (nitroglicerina – fórmulas estruturais e propriedades do composto orgânico).

Diferentemente dos dois primeiros CaDs que abordavam habilidades/poderes de personagens de animes, para a elaboração do CaD 3 (**Figura 3A, Apêndice A**) foi utilizada uma cena específica do anime Dr. Stone. Este, por sua vez, relata a história de um mundo no qual toda a humanidade foi misteriosamente petrificada, e a esperança de restauração é um jovem e brilhante cientista chamado Senku Ishigami, que se utiliza da Ciência para retirar o mundo da nova Idade da Pedra. Nesse anime, é possível observar uma nítida presença de conceitos químicos (e também de outras Ciências Exatas e da Natureza) para explicar fatos e fenômenos durante a trama. A cena de que trata o CaD 3 consiste na obtenção de álcool etílico por meio de um processo de destilação do vinho, a partir de instrumentos e métodos utilizados na antiga mesopotâmia, por volta do ano 3000 a.C.

Inicialmente, o CaD 3 discorre sobre o processo de fermentação, explanando sucintamente sobre seu funcionamento e os produtos obtidos. Ato contínuo, são abordados os conceitos químicos sobre tipos de misturas e processos físicos de separação de misturas, com enfoque no procedimento de destilação, explicando que seu funcionamento se deve a

⁶ Alguns compostos quando atingem uma dada temperatura (denominada de temperatura ou ponto de autoignição) podem sofrer combustão (e até mesmo ocasionar em explosões) sem a necessidade de uma energia externa de ignição, como uma chama ou faísca, por exemplo. Ou seja, a uma dada temperatura, o simples contato do material combustível com o comburente é o suficiente para que ocorra a reação de combustão (ARIELLO, 2010).

diferenças nas propriedades (neste caso, temperatura de ebulição) das substâncias que constituem a mistura. O CaD 3 foi planejado imaginando sua aplicação em turmas do 1º ano do Ensino Médio, considerando os conceitos que são abordados no respectivo material didático-pedagógico.

O anime abordado no CaD 4 (**Figura 4A, Apêndice A**) é um dos mais antigos. Cavaleiros do Zodíaco foi lançado pela primeira vez em 1986, contudo, possui uma legião de fãs no Brasil. O anime conta a história de um grupo de cavaleiros e amazonas que são leais a Atena, deusa grega da sabedoria e protetora da Terra, e, em nome dela, travam batalhas para defender a humanidade de déspotas e até mesmo outros deuses gregos, como Poseidon e Hades, que almejam dominar e governar a Terra. Um dos cavaleiros de Atena, Hyoga de Cisne, através de ensinamentos do seu mestre, o Cavaleiro de Cristal, e do cavaleiro de ouro Camus de Aquário, utiliza golpes congelantes capazes de atingir o zero absoluto.

Dentre os nove CaDs produzidos nesse trabalho, o CaD 4 é o mais simples e sucinto, em termos de apresentação e abordagem de conceitos. Nele, são trabalhados os conceitos de temperatura, escalas termométricas e energia, assim como o conceito de zero absoluto, sendo este, inclusive, o ponto principal que culminou na elaboração desse CaD. No CaD 4 são apresentadas as equivalências das três escalas termométricas mais conhecidas: Celsius, Fahrenheit e Kelvin. Vale a pena ressaltar que, dependendo do objetivo das aulas, o professor poderia se aprofundar mais no conceito do zero absoluto e como ele foi determinado. Entretanto, a proposta do CaD 4 seria trabalhar com alunos do 1º ano do Ensino Médio ou no início das aulas de Termoquímica em turmas do 2º ano do Ensino Médio, conceitos iniciais sobre temperatura e escalas termométricas, não se aprofundando, portanto, em maiores elucidações da Terceira Lei da Termodinâmica⁷.

Cabe ressaltar que podemos encontrar outros trabalhos que se utilizaram do anime Cavaleiros do Zodíaco como uma estratégia de ensino e aprendizagem, nas mais diversas áreas, incluindo as Ciências da Linguagem e Ciências Humanas. Barbosa (2018) destaca em seu trabalho a potencialidade deste anime como ferramenta de ensino para a difusão de conceitos inerentes à mitologia e à Grécia Antiga, cuja experiência obteve êxito no que tange à apresentação de um maior interesse dos discentes acerca da temática proposta. Medeiros (2019) destaca as possibilidades pedagógicas que Cavaleiros do Zodíaco apresenta para as áreas da Química, da Física e da Astronomia. O autor destaca que a presença de alguns

⁷ Em zero kelvin (zero absoluto), toda energia do movimento térmico é extinta, sugerindo que a esta temperatura a entropia das substâncias seja nula, ou seja, há uma forma de distribuir as moléculas e somente um micro estado é acessível, o estado fundamental (ATKINS; PAULA, 2010).

conceitos científicos no anime podem ser questionados e problematizados e, posteriormente, potencializar o aprendizado. Como exemplo, o autor menciona a cena dos ensinamentos proferidos por Marin a seu discípulo, Seiya, no primeiro episódio da série, acerca da composição da matéria, desde os corpos dos seres humanos até os corpos celestes, que são formados por átomos. Por conseguinte, a forma como o conceito de átomo é apresentado no anime pode gerar discussões em sala de aula, investigações sobre incoerências presentes no determinado anime, além do envolvimento de um meio de entretenimento com o estudo, o que, por sua vez, pode facilitar o processo de aprendizagem dos alunos.

O UF que serviu de base para a construção dos CaD 5 (**Figura 5A, Apêndice A**) e CaD 6 (**Figura 6A, Apêndice A**) foi o anime Fullmetal Alchemist Brotherhood, lançado em 2009. Ele conta a história dos irmãos Elric, dois alquimistas muito jovens que buscam reparar seus erros após realizaram uma transmutação (conversão de uma espécie em outra) proibida. O CaD 5 está embasado em uma cena na qual o personagem Roy Mustang, um coronel e alquimista do exército do fictício país de Amestris, conhecido como Alquimista das Chamas, consegue criar uma grande explosão por meio da transmutação de água em gás hidrogênio e oxigênio. Esse CaD foi elaborado pensando na sua aplicação em uma turma do 2º ano do Ensino Médio, considerando os conceitos que nele são abordados.

No primeiro momento, o CaD 5 disserta sobre uma introdução de que os gases que geraram a explosão podem ser obtidos a partir da água através de um processo denominado eletrólise. Em seguida, a eletrólise da água é sucintamente explicada, utilizando-se de uma esquematização comum em materiais didáticos de Química. Nessa etapa, pode o professor abordar diversos conceitos relacionados ao processo de eletrólise: corrente elétrica, condutividade elétrica, oxidação, redução, Nox, eletrodo (cátodo e ânodo), eletrólitos, facilidade de descarga etc. Por fim, são abordados os conceitos atrelados à combustão do gás hidrogênio, que gerou a explosão da luta entre o alquimista Roy Mustang e o homúnculo Lust. Nesta etapa são, portanto, trabalhados os conceitos de processos exotérmicos (que liberam energia), reação e entalpia de combustão.

Por sua vez, o CaD 6 está atrelado a uma habilidade de um personagem, também do UF de Fullmetal Alchemist Brotherhood. O Ganância é um homúnculo (ser humano criado artificialmente, conceito bastante presente em textos alquímicos) e atua como anti-herói na trama. Ele tem a habilidade de criar uma proteção que recobre seu corpo, denominado Escudo Supremo. Este escudo, por sua vez, é retratado como sendo resistente a impactos e ao risco. Na cena de luta contra o protagonista do anime, o Alquimista de Aço, Edward Elric, há uma breve explicação de como o Ganância produz o seu Escudo Supremo. Segundo o anime, ele

utiliza apenas os átomos de carbono presentes no seu próprio corpo humano para formar um novo material que irá recobrir todo o seu corpo, protegendo-o. Logo, partindo dessa explicação, o conceito principal abordado no CaD 6 é a alotropia, uma característica por alguns elementos químicos que possibilitam a formação de mais de diferentes substâncias simples ou elementares, através de, normalmente, estruturas dessemelhantes e/ou atômica diferente da unidade básica de cada alótropo (MUSCELLI, 2012). A princípio, o CaD 6 foi inicialmente elaborado para ser aplicado com turmas do 1º ano do Ensino Médio, considerando que o conceito de alotropia é normalmente trabalhado na respectiva série.

Para a confecção do CaD 6, portanto, no primeiro momento foi estabelecido o conceito de estado alotrópico proposto por Jöns Jacob Berzelius, com a demonstração de exemplos da alotropia do fósforo e do enxofre. Em seguida, foi apresentado a porcentagem de carbono que, normalmente, um corpo humano tem, seguida de informações sobre três dos alótropos do carbono: a grafite, o diamante e o grafeno. Os cards seguintes estabeleciam comparações entre as propriedades de tenacidade (resistência a impactos mecânicos) e dureza (resistência ao risco) dos alotrópicos do carbono, no intuito de tentar sugerir qual seria o provável material que constitui a habilidade do personagem. Vale a pena ressaltar que o mecanismo fictício que possibilita a habilidade do homúnculo não seria considerado para discussão sob a perspectiva da Ciência, tendo em vista que 1) não existe homúnculos em nosso mundo e 2) não há (ou pelo menos não conseguimos identificar) algum ser vivo capaz de realizar uma transformação similar à do personagem.

O anime Fullmetal Alchemist Brotherhood apresenta um grande potencial para abordar diversos conceitos relativos à Ciências Exatas e da Natureza, em especial à Química. Santos (2015) vai ao encontro desta assertiva em seu trabalho, ao utilizar este anime como mídia educacional para discutir, junto aos discentes, os conceitos referentes às formas alotrópicas do carbono e suas especificidades. Segundo este mesmo autor, a utilização do anime como ferramenta didático-pedagógica em sala de aula teve uma boa aceitação pelos alunos que, por sua vez, demonstraram maior interesse pelas aulas. Nessa mesma linha, Spagnol (2012) retrata como os mangás de Fullmetal Alchemist podem auxiliar na construção de significados que dizem respeito à Química, através de elucidações de conceitos inerentes à Alquimia e à Lei da Conservação da Massa de Lavoisier.

Além de estar presente em trabalhos acadêmicos, Fullmetal Alchemist também tem sido utilizado para a elaboração de materiais didáticos em redes sociais, tais como no perfil do Instagram do @quimicanime. Através de publicações periódicas, os administradores explicaram, por meio de conceitos químicos, as habilidades dos personagens e cenas presentes

no referido anime. Ao todo foram produzidos 12 materiais da versão do anime de 2003 e 9 materiais da versão de 2009 (Brotherhood).

O UF utilizado como tema para o CaD 7 (**Figura 7A, Apêndice A**) foi o anime Naruto. Este conta a história do personagem que leva o nome da série, o qual vive em um mundo repleto de aldeias ninjas. Os ninjas possuem uma energia interna, denominada de chakra, que permite utilizar elementos da natureza em suas técnicas (normalmente denominadas de ninjutsus). Considerando, portanto, os ninjutsus dos elementos fogo e água do anime, o CaD 7 busca abordar o porquê da superioridade dos ninjutsus estilo água sobre o estilo fogo. Em um dos episódios da série, o personagem Hatake Kakashi comenta sobre o motivo desta superioridade.

No CaD 7 foi inicialmente abordado o conceito de reações de combustão e os constituintes do denominado tetraedro do fogo (combustível, comburente, energia de ignição e reação em cadeia). Também foi possível relacionar as reações de combustão com processos exotérmicos, ou seja, processos que liberam energia na forma de calor. Os cards seguintes explicam os motivos pelos quais a água consegue apagar o fogo, relacionando-os, portanto, a justificativa, no anime, da superioridade dos ninjutsus estilo água sobre os ninjutsus estilo fogo. Nessa explicação, diversos conceitos químicos são trabalhados, dentre os quais podemos citar: reações de combustão, tetraedro do fogo, transformações físicas da água, capacidade térmica e calor específico. Por fim, utilizando-se desses conceitos, os cards finais mostram como o fogo pode ser extinguido, princípios utilizados, inclusive, para apagar incêndios. Esse CaD pode ser utilizado em qualquer turma de Ensino Médio, considerando a relevância da compreensão dos métodos para extinguir fogo em incêndios e acidentes domésticos.

Assim como o material anterior, o UF do CaD 8 (**Figura 8A, Apêndice A**) também é o anime Naruto e aborda as habilidades da personagem Mei Temure, a quinta Mizukage (líder) da aldeia da Névoa. Esta, no que lhe concerne, se trata de uma ninja que possui habilidades raras, visto a sua capacidade de unir dois estilos de natureza, água e fogo, para criar um terceiro: o estilo vapor. O card aborda os conceitos de transformações físicas da matéria e processos exotérmicos e endotérmicos. Para a apresentação das transformações físicas da matéria, utilizou-se um recurso gráfico comumente presente nos livros didáticos de Química, que mostra os estados de agregação da matéria (sólido, líquido e gasoso) e o nome das transformações entre esses estados: fusão (passagem do estado sólido para o líquido), vaporização (passagem do estado líquido para o gasoso), solidificação (passagem do estado líquido para o sólido), condensação (passagem do estado gasoso para o líquido) e sublimação

(passagem do estado sólido diretamente para o gasoso e vice-versa, sendo o sentido contrário também denominado de ressublimação ou ainda cristalização). A esses processos, é relacionada a ideia de absorção (endotérmico) e emissão de energia (exotérmico) na forma de calor para que a transformação ocorra. Em seguida, são abordados os conceitos de temperaturas de fusão e ebulição e o comportamento gráfico de substâncias frente ao aquecimento/resfriamento. O CaD 8 foi elaborado pensando na aplicação em turmas do 1º ano do Ensino Médio.

No tocante ao anime *Naruto*, Paris e coautores (2017) enfatizam que a utilização de materiais do referido anime constituem uma tecnologia que possibilita novas práticas metodológicas para o processo dialógico de ensino e aprendizagem de ciências sociais. Em contrapartida, Coelho (2014) apresenta em sua pesquisa resultados que merecem atenção e discussão. Na tentativa de atingir um ensino mais significativo, o autor propôs uma adequação nas atividades didático-pedagógico através da inserção da leitura deste mangá, buscando despertar interesse e o aprofundar os conteúdos programáticos de Geografia. No entanto, segundo o autor, constatou-se que esta abordagem apresentou dificuldades por gerar acréscimo de conhecimentos básicos na disciplina.

Particularmente, acreditamos que o uso de animes no ensino das mais diversas disciplinas não geram dificuldades se a(s) atividade(s) for(em) devidamente planejada(s). Além do caráter naturalmente lúdico do anime (uma mídia de entretenimento), é preciso associar um caráter didático-pedagógico ao UF quando este é voltado para o processo educacional. Os animes, assim como outros UFs, não devem ser usados de qualquer modo em sala de aula. É necessário que haja a definição dos objetivos didático-pedagógicos da atividade, assim como a delimitação dos conceitos a serem abordados e o planejamento e direcionamento pedagógico das ações. Essa ideia vai de encontro ao que Garcez (2014) disserta sobre trabalhos que abordam o lúdico no ensino de Química:

Uma característica observada na maioria dos trabalhos é sua débil relação com a fundamentação teórica sobre o lúdico no ensino de química. Verifica-se que a maioria dos trabalhos apresenta pequenas discussões ou apenas cita o lúdico. Às vezes, estas falas se restringem a uma breve revisão bibliográfica, apresentação das características intrínsecas ao lúdico ou definição de jogo educativo (Garcez, 2014, p. 118).

Em outras palavras, entendemos que Garcez ressaltar que há pouco estudo e planejamento para a aplicação da atividade lúdica, o que faz com que, muitas vezes, a utilização desses recursos (e aqui se insere o uso de animes no ensino de Química) caia num espontaneísmo sem respaldo didático-pedagógico. Messeder Neto e Moradillo (2016, p. 360) complementam:

O campo do lúdico no ensino de química encontra-se em uma fase ainda centrada em um “ativismo”. Quando se pensa em jogos e atividades lúdicas na área de Ensino de Química, pensa-se logo em elaborar jogos, mesmo sem clareza dos pressupostos norteadores de tais atividades. Esses trabalhos baseiam-se em uma “intuição” de que os jogos elaborados contribuem para o aprendizado do aluno. Sem teoria explícita e consciente, a prática que envolve o lúdico cai em um espontaneísmo sem tamanho, e o potencial dos jogos em sala de aula não é devidamente explorado.

Por fim, em relação ao CaD 9 (**Figura 9A**, **Apêndice A**), o UF utilizado como tema foi o anime *Nanatsu no Taizai* (Os Sete Pecados Capitais). Este anime conta a história de uma ordem de cavaleiros sagrados da antiga Britânia, em um mundo onde a magia é constantemente utilizada pelos seus habitantes (fadas, humanos, gigantes e demônios). Arlequim (ou King), o cavaleiro do pecado da preguiça, é um dos personagens protagonistas da série e membro da ordem sete pecados capitais. King é o atual rei das fadas e, por esse motivo, suas habilidades estão relacionadas a um controle da magia ligada à natureza. Em uma cena, em particular, podemos observar King utilizando suas habilidades para converter a umidade do ar em gotas d’água. Embora sejam de UFs diferentes, os conceitos químicos abordados no CaD 9 são similares aos do CaD 8: transformações físicas da matéria. Logo, a princípio, o CaD 9 também foi desenvolvido pensando-se numa possível aplicação em turmas do 1º ano do Ensino Médio.

Segundo Silva *et al* (2019), despertar a aptidão pelo estudo se faz necessário para se obter um melhor desenvolvimento do aluno. Diante disso, a utilização de animes como estratégia de ensino vem cada vez mais sendo difundida e chamando atenção dos meios acadêmicos, devido a sua estratégia lúdica de abordagem dos conceitos.

A utilização do lúdico como estratégia de ensino é de excelente contribuição para os professores, sendo uma eficiente ferramenta que auxilia na interação aluno-professor e proporciona aos educandos uma desenvoltura mais acentuada no aprendizado dos conteúdos vistos em sala de aula (BARBOSA *et al.*, 2018, n.p.).

Uma das possibilidades do professor de Química utilizar esses materiais em sala de aula é como parte integrante de uma sequência-didática. No capítulo seguinte vamos propor algumas SDs tendo como instrumento norteador os CaDs confeccionados.

4.2 Propostas de Sequências Didáticas

O uso das sequências didáticas (SDs) para este trabalho tem por objetivo propor uma possibilidade de uso dos CaDs como ferramenta didático-pedagógica para o ensino de Química. Dessa forma, todos os planos de aulas das SDs que estão listadas no **Apêndice B** têm como eixo norteador os cards confeccionados nesse trabalho, discutidos no capítulo anterior e apresentados no **Apêndice A**. Nas SDs propostas, apesar dos CaDs servirem de

guia para sua elaboração, a sua apresentação aos alunos seria feita apenas ao término de cada uma das SDs, com o intuito de finalizar estas por meio da síntese dos conceitos abordados em cada uma das etapas da SD e discutir sobre os limites e possibilidades dos fenômenos, processos e conceitos presentes nos UFs.

Em relação as propostas das SDs, as duas primeiras ações são comuns para todas. A primeira está relacionada a apresentação de trechos do anime referentes à habilidade de um dado personagem ou de uma cena específica, a partir dos quais serão abordados e discutidos conceitos de química. A segunda ação consiste em um conjunto de aulas teóricas explicando sobre os conceitos químicos que surgiram no anime ou que podem ser usados para tentar explicar algum aspecto relacionado à cena/habilidade de personagem. Geralmente, essas aulas teóricas foram imaginadas com a utilização de recursos audiovisuais, tais como slides. Serrano (2016) afirma que os discentes se sentem desmotivados a aprender os conteúdos de química, por não conseguirem observar aplicabilidade deles em suas atividades cotidianas. Como assistir animes e outras mídias de entretenimento fazem parte do cotidiano dos alunos, espera-se que essa abordagem dos conceitos químicos seja mais atrativa do que àquela mera exposição desvinculada de contextos reais ou fictícios.

Uma ação comum presente em várias SDs refere-se a utilização da experimentação, pois esta proporciona uma maior motivação e interação do aluno durante a aula. Santos e coautores (2018) observaram que o uso do ambiente de laboratório tem um papel de grande incentivo na aprendizagem dos alunos, visto que aquele tem a capacidade de despertar o interesse pelo estudo da disciplina.

O uso da experimentação no Ensino de Química pode se mostrar bastante importante para o processo de ensino-aprendizagem, de forma que o aluno leve o conhecimento para o resto de sua vida, não apenas com “decóreas e fórmulas químicas”, mas sim de forma bastante significativa, e isso está muito relacionado a forma como os conteúdos são trabalhados (LIVRAMENTO *et al.*, 2019, n.p.).

É importante ressaltar que mesmo que a escola não tenha um laboratório de Química/Ciências para a realização de experimentos, ou que este ambiente não apresente os materiais e utensílios necessários e/ou características estruturais propícias para a execução de aulas experimentais de forma segura, o professor pode planejar experimentos em diferentes ambientais, tais como a própria sala de aula, utilizando-se de materiais alternativos. Diante disso, Oliveira *et al* (2017) destacaram que, o uso de equipamentos laboratoriais alternativos para o desenvolvimento de aulas experimentais ameniza as dificuldades de infraestrutura vista na maioria das escolas, além de promover um aprimoramento de conceitos que irão possibilitar ao aluno desenvolver seu conhecimento acerca de um determinado experimento.

Outra ação utilizada nas SDs é a utilização de documentários sobre temas e conceitos químicos que são abordados nos CaDs. O uso de recursos didáticos videográficos para o ensino se destaca como uma importante ferramenta didática. Segundo Pazzini e Araújo (2013), filmes, documentários, videoaulas e similares podem ajudar professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem, em virtude das formas contextualizadas, eficazes, dinâmicas e criativas de abordagem dos temas em sala de aula, possibilitando um maior envolvimento dos alunos. Corroborando com esse pensamento, Quintino e Ribeiro (2010) destacam que a utilização de vídeos, como filmes, se trata de uma ótima opção de diversidade nas aulas, pois é, normalmente, um recurso de entretenimento e de interesse do aluno, possibilitando ao professor correlacionar a linguagem cotidiana com a linguagem científica.

Por fim, as SDs foram elaboradas tendo em mente as competências e habilidades estabelecidas pela matriz de referência do Exame Nacional do Ensino Médio e considerando os conceitos geralmente abordados em determinadas séries do Ensino Médio (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Séries do Ensino Médio, conteúdo programático e habilidades previstas para a aplicação das SDs propostas nesse trabalho.

CaD	Série	Conteúdo programático principal	Habilidades*
1	2º ano	Ácido e base	Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.
2	2º ano	Processos exotérmicos	Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.
3	1º ano	Propriedades da matéria	Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.
4	2º ano	Escala termométricas	Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.
5	2º ano	Eletrólise	Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.
6	3º ano	Alotropia	Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.
7	1º ano	Reações exotérmicas	Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas
8	1º ano	Estados físicos da matéria	Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.
9	1º ano	Estados físicos da matéria	Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

*Com base na Matriz de Referência do ENEM (INEP, 2015).

Fonte: Autoria própria, 2021.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, vale a pena mencionar que o presente trabalho tinha por intuito a aplicação de pelo menos duas sequências didáticas (SD) a partir de dois cards digitais em diferentes turmas do Ensino Médio na rede pública de ensino do município de Sousa, PB. Entretanto, devido à paralisação das aulas presenciais nas escolas do estado em razão do distanciamento social necessário para o enfrentamento da pandemia da Covid-19 em março de 2020 até o presente momento, não foi possível a aplicação do trabalho nas escolas. Esperava-se poder fazer essa aplicação no início do ano letivo de 2021, com um possível retorno de aulas presenciais ou híbridas. No entanto, o ano letivo de 2021 nas escolas do estado só retornou em março de 2021, em um período de agravamento da pandemia, mantendo o sistema de ensino totalmente remoto. Por fim, embora adaptações pudessem ser feitas para a aplicação da SD no ensino remoto, muitas escolas públicas do município de Sousa (PB) não estavam trabalhando com aulas síncronas no ano letivo de 2020, o que dificultava ainda mais as etapas envolvendo a discussão simultânea das possíveis hipóteses levantadas pelos alunos para a explicação das habilidades/cenas do universo fictício.

O material didático desenvolvido nesse trabalho é original, não se tratando de adaptações de materiais já existentes. Ele permite a abordagem de diversos conceitos químicos a partir de mídias de entretenimento (animes) que, normalmente, fazem parte do cotidiano de muitos estudantes do Ensino Médio. Diferentemente de outros trabalhos reportados na literatura (SILVA *et al.*, 2013; SANTOS, 2019; SANTOS *et al.*, 2015), este utiliza uma diversidade de animes, o que possibilita, de certo modo, atender um número maior de estudantes que podem conhecer algum dos UFs trabalhados. Considerando os UFs usados, ressalta-se ainda que, embora Dr. Stone seja um anime repleto de conceitos científicos, este ainda é pouco difundido no meio acadêmico, existindo pouca literatura que faça abordagem dos conceitos químicos inerentes à saga (RODRIGUES *et al.*, 2020).

Levando em consideração que há uma busca contínua por metodologias que contribuam para a construção de uma aprendizagem significativa junto aos alunos do Ensino Médio, acredita-se que o uso de mangás e animes como ferramenta didática possa contribuir para essa construção, devido à aproximação entre o conhecimento químico com o universo de interesse dos alunos (os animes).

As SDs propostas nesse trabalho têm por intuito auxiliar os professores da Educação Básica a abordar conceitos químicos a partir de universos ficcionais, tais como o de animes, utilizando como norte os CaDs desenvolvidos inicialmente. Essas SDs não são

imutáveis e devem levar em consideração o contexto em que cada instituição de ensino está inserida, fazendo alterações nas ações propostas quando necessárias. Ressaltamos que as SDs se configuram em uma das ferramentas didático-pedagógicas que podem ser usadas por professores da Educação Básica para trabalhar os CaDs em sala de aula, mas que não são as únicas. Dependendo da criatividade do professor, os CaDs aqui confeccionados podem ser abordados através de diferentes ferramentas de ensino, tais como a utilização de trechos de animes/séries, jogos didáticos, estudos de caso, dentre outros.

REFERÊNCIAS

- ARIELLO, Ana Flávia. **Simulação de auto-ignição e propagação de chamas laminares de etanol, n-heptano e isoctano com modelos cinéticos detalhados**, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. v. 1. ed. 8. Rio de Janeiro: LTC, 210
- BATISTA, A. D.; MOREIRA, M. L. L.; SILVA T. P.; ALMEIDA, R. V. Elaboração e avaliação de uma sequência didática de ensino para o conteúdo de eletroquímica. *In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA DA UEPB*, 3., 2013, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande: REALIZE, 2013. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/eniduepb/trabalhos/Modalidade_6datahora_04_10_2013_18_39_47_idinscrito_220_4e29ebe3a20bfe88c8ba2c18d302165a.pdf. Acesso em: 5 jun. 2020.
- BATISTA, R. C. OLIVEIRA, J. E. RODRIGUES, S. F. P. Sequência didática-ponderações teórico-metodológicas. *In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO*, 18., 2016, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: ANPED, 2016.
- BARBOSA, E. C. F. C.; CAVALCANTI, A. C. N. F.; SOUZA, C. K. S.; NOVAES, P. C.; SÁ, C. L. S. G. Jogos lúdicos: bingo da química utilizando a tabela periódica no ensino de química. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 5., 2018, Olinda. **Anais**. Olinda: Realize, 2018. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD4_SA16_ID4605_09092018171747.pdf. Acesso em: 05 abr. 2021.
- BARBOSA, M. S. Os cavaleiros do zodíaco - o animê como material didático para o ensino de história. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em História) Departamento de História, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.
- CARITÁ, E. C.; PADOVAN, V. T.; SANCHES, L. M. P. Uso de redes sociais no processo ensino-aprendizagem: avaliação de suas características. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA*, 17., 2011, Manaus. **Anais**. Manaus: ABED, 2011. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2011/cd/61.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2020.
- COELHO, V. L.. **Mangás**: potencialidades e possibilidades para o ensino de geografia no ensino fundamental. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.
- FERREIRA, T. V.; MELO, B. M.; CLEOPHAS, M. G.. As TICs aplicadas ao ensino de Química na educação básica do estado do Paraná: uma realidade ou utopia?. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 18., 2016, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: SBQ, 2016. Disponível <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/listaresumos.htm>. Acesso em: 5 jun. 2020.
- FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R.; BARBOSA, R. M. N. Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química. *In:*

ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008, Curitiba. **Anais**. Curitiba: SBQ, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0756-2.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2020.

GARCEZ, E. S. C. **Jogos e atividades lúdicas em ensino de Química**: um estudo do estado da arte. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISA EDUCACIONAIS ANÍSIO TEXEIRA (INEP). **Matriz de Referência ENEM**, 2015. Brasília: MEC, 2015. Disponível em: https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf. Acesso em: 13 abr. 2021.

LOPES, E. M.. **O discurso ficcional**: uma tentativa de definição. 2000. Dissertação (Mestrado em Letras Linguísticas) Faculdade de Letras, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

LIVRAMENTO, P. C. C.; SOUZA, K F; FERREIRA, W. S.; ESPINDOLA, B. P; MALTA S. H. S. A importância da experimentação no ensino de Química: um olhar para a contextualização através do conteúdo de combustão. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Realize, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/57985>. Acesso em: 05 abr. 2021.

MEDEIROS, L. M. Os cavaleiros da ciência: o discurso dos cavaleiros do zodíaco sobre química, física e astronomia. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2019, Natal. **Anais**. Natal, 2019. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1586-1.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2021.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. O lúdico no ensino de Química: considerações a partir da psicologia histórico cultural. **QNEsc**, v. 38, n. 4, p. 360-368, 2016.

MUSCELLI, W. C. **Preparação e caracterização de materiais de carbono via termopolimerização de pré-polímero fenol-formaldeído**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

NASCIMENTO, K. K. V.; PEREIRA, L. H. S.; GOMES FILHO, A. C.. Percepção do professor como facilitador da aprendizagem utilizando aulas introdutórias contextualizadas e interativas. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 1., 2016, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande: REALIZE, 2016. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV058_MD1_S A87_ID1571_17052016181610.pdf. Acesso em: 5 jun. 2020.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Produção didático-pedagógica. Curitiba: SEED/PR., 2011. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/pde_roteiros/texto_producao_didatico_pedagogica.pdf. Acesso em: 17 nov. 2020.

PARIS, C.; BENEDETTI, P. H. C.; CAPRAPA, B.. Mito e cultura: um estudo do mangá e anime Naruto. In: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 7., 2017, Chapecó. **Anais**. Chapecó: UFFS, 2017. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/SEPE-UFFS/article/view/6385>. Acesso em: 05 abr. 2021.

PAZZINI, D. N. A. ARAÚJO, F. V. **O uso do vídeo como feramente de apoio ao ensino-aprendizagem**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Mídias da Educação) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Panambi, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/729>. Acesso em: 05 abr. 2021.

OLIVEIRA, D. G. D. B; GABRIEL, S. S.; MARTINS, G. S. V. A experimentação investigativa: utilizando materiais alternativos como ferramenta de ensino-aprendizagem de química. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. 2, 2017, p. 238-247. Disponível em: <https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/pesquisainterdisciplinar/article/view/358>. Acesso em: 10 abr. 2021.

OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. v. 1. ed. 1 Petrópolis: Vozes, 2013.

QUINTINO, C. P.; RIBEIRO, K. D. F.. A Utilização de filmes no processo de ensino aprendizagem de química no ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília. **Anais**. Brasília: SBQ, 2010. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0472-1.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2020.

RAUPP, D.; EICHLER, M. L.. A rede social *Facebook* e suas aplicações no ensino de química. **Revista Novas Tecnologias da Educação**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p.1-10 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/30860/19216>. Acesso em: 5 jun. 2020.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: SBQ, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/listaresumos.htm>. Acesso em: 12 nov. 2020.

RODRIGUES, I. L.; BEZERRA, I. R.; SOUSA, M. V. S.; MACÊDO, H. R. A. O estudo do eletromagnetismo utilizando o anime Dr. Stone como ferramenta didática. **Educação Pública**, v. 20, n. 33, n.p. 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/33/o-estudo-do-eletromagnetismo-tilizando-o-ianime-dr-stonei-como-ferramenta-didatica>. Acesso em: 09 abr. 2021.

RODRIGUES, J. G.; FREITAS FILHO, J. R.; FREITAS, Q. P. S. B. Elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a química dos cosméticos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n.1, p 211-224. 2018. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID467/v13_n1_a2018.pdf. Acesso em: 5 jun. 2020.

SALES, M. F.; SOUZA, G. A. P.; SILVA, A. A.; SILVA K. L. Um jogo didático para o ensino de química: uma proposta alternativa para o conteúdo de equilíbrio químico. **SOUTH AMERICAN: Journal of Basic Education, Technical and Technological**. v. 5, n. 2, p.

125-137, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEETT/article/view/1964>. Acesso em: 16 nov. 2020.

SANTOS, A. C. F.; SÁ, A. P.; FERREIRA, L. T. L.; MENEZES, R. C.; CANDIDO, R. A. Curtindo a química: uma proposta de aprendizagem utilizando redes sociais. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3., 2016, Natal. **Anais**. Natal: Realize, 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/19594>. Acesso em: 16 nov. 2020.

SANTOS, A. B.. O anime pokémon como ferramenta lúdica no processo de ensino e aprendizagem em ciências (física e química). **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**. v. 3, n. 1, p. 69-86, 2019. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/1675>. Acesso em: 09 abr. 2021.

SANTOS, B. C. D.; FERREIRA, M. Contextualização como princípio para o ensino de Química no âmbito de um curso de educação popular. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 497-511, 2018. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID525/v13_n5_a2018.pdf. Acesso em: 29 mai. 2020.

SANTOS, Évany Silva dos; SILVA, Cícero Romerio Pereira da; LUZ, José Anderson Pereira. A experimentação como ferramenta facilitadora no ensino de química. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5., 2018, Recife. **Anais**. Recife: Realize, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/45758>. Acesso em: 11 abr. 2021.

SANTOS, R. P.; GOMES, J.; ALMEIDA, L. I. L. CDZ, Fullmetal e Qwaser: Animes em aulas de Química. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 55., 2015, Goiânia. **Anais**. Goiânia: ABQ, 2015. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2015/trabalhos/6/7398-20915.html>. Acesso em: 16 nov. 2020.

SERRANO, J. N. P.. **Desenhos animados e o ensino de química**: Possibilidades de recursos audiovisuais. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SILVA, D. P. **Investigação da abordagem do conteúdo de atomística em studygrams voltados para o ensino de química**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal da Paraíba, Sousa, 2020.

SILVA, I. D. L.; LIMA, A. G. S.; LIMA, E. M.; COSTA, C. M. S.; BRITO, A. M. S. S. Contextualizando a alquimia através de animes. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 8., 2013, Recife. **Anais**. Recife: UFRPE, 2013. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0672-1.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2021.

SILVA, J. M. A.; BEZERRA, A. V.; BATISTA, L. F.; VIEIRA, C. H.; JANUÁRIO, P. B. A ludicidade como facilitador do processo de ensino-aprendizagem sobre equilíbrio químico. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Realize, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/58614>. Acesso em: 05 abr. 2021.

SILVA, L. A.; LARENTINS, A. L.; CALDAS, L. A.; RIBEIRO, M. G. L.; ALMEIDA, R. V.; HERBST, M. H. Obstáculos Epistemológicos no Ensino-Aprendizagem de Química Geral

e Inorgânica no Ensino Superior: Resgate da Definição Ácido-Base de Arrhenius e Crítica ao Ensino das “Funções Inorgânicas”. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p261-268, 2014. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_4/04-CCD-61-13.pdf. Acesso em: 09 abr. 2021.

SILVA, M. J.; PEREIRA, M. V.; ARROIO, A. O papel do youtube no ensino de ciências para estudantes do ensino médio. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n.2, P. 35-55, 2017. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4560>. Acesso em: 16 nov. 2020.

SILVA, S. A. **Os animês e o ensino de ciências**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SOUZA, J. I. R.; LEITE, B. S. A Química nas séries de TV: um recurso para promover a aprendizagem tangencial de Portnow e Floyd no ensino de Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n.5, p 34-46, 2017. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID378/v12_n5_a2017.pdf. Acesso em: 29 mai. 2020.

SPAGNOL, G. S.; SANTOS, V. P.; PEREIRA, L. L. A Alquimia abordada no mangá Fullmetal Alchemist. In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador. **Anais**. Salvador: SBQ, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7165/4974>. Acesso em: 05 abr. 2021.

SPALDING, M. A importância do Universo Ficcional na produção de um texto ficcional. **Cursos de Escritas**, 2015. Disponível em: <http://www.cursosdeescrita.com.br/4832/a-importancia-do-universo-ficcional-na-producao-de-um-texto-ficcional>. Acesso em: 16 jun. 2020.

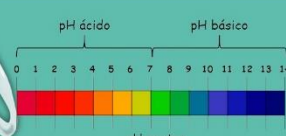
TAVARES, R.; SOUZA, R. O. O.; CORREIA, A. O. Um estudo sobre a “TIC” e o ensino da química. **Geintec**, São Cristóvão, v. 3, n. 5, p. 155-167, 2013. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/2ac6/048b6ae57f7ac82620cb4f64914e7fc382f5.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2020.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; MELO, S. K. S.; ARROIO, A.; LEÃO, M. B. C. O uso vídeos no ensino de química: análise da temática nas publicações da química nova na escola. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9., 2013, Girona. **Anais**. Girona: editora, 2013.

APÊNDICE A – CARDS DIGITAIS

Figura 1A – Card Digital (1) envolvendo o personagem Ashido do anime Boku no Hero Academia e que aborda os conceitos químicos de ácidos e bases de Arrhenius, pH, corrosividade, causticidade e toxicidade. (continua)

A INDIVIDUALIDADE ÁCIDA DA MINA ASHIDO

MATERIAL DIDÁTICO DIGITAL

Desenvolvido por: José Manuel (@manuel_omancio)
Orientação: João Batista
Coorientação: Henrique Souza

Boku no Hero Academia é uma série de mangá escrita e ilustrada por Kohei Horikoshi. Em um mundo com superpoderes, um grupo de jovens sonham em se tornar heróis. Para isso, eles vão estudar em uma escola de super-heróis.



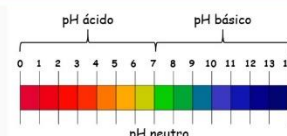
Boku no Hero - temporada 02, episódio 06



Em um dos episódios de Boku no Hero, Ashido usa suas habilidades para derreter o cinto de Aoyama. Mas como isso acontece?

O potencial de acidez ou basicidade de cada substância é medido através do pH.

O pH está associado à concentração de íons H^+ (ou H_3O^+) existente na solução. Para facilitar a compreensão foi criada uma escala de pH.



Olá! Para compreender como funciona meus poderes, temos que conhecer a definição de ácido e base de Arrhenius.



Em 1884, surgiu uma das primeiras teorias ácido-base criada pelo químico Svante Arrhenius (esse cara aí do lado).



A teoria de Arrhenius baseava-se no comportamento de certas substâncias em soluções aquosas, ou seja, quando eram dissolvidas em água.

$NaOH(s) \xrightarrow{H_2O(l)} Na^+(aq) + OH^-(aq)$

Base: espécie que libera como único ânion o OH^-

$HCl(l) \xrightarrow{H_2O(l)} H^+(aq) + Cl^-(aq)$

Ácido: espécie que libera como único cátion o H^+

pH ácido $\Rightarrow$ Concentração de H^+ $>$ concentração de OH^-

pH neutro $\Rightarrow$ Concentração de H^+ $=$ concentração de OH^-

pH básico $\Rightarrow$ Concentração de H^+ $<$ concentração de OH^-

Um dos principais perigos que a maioria dos ácidos e bases apresentam é a sua capacidade de corrosão.



Corrosividade é a capacidade que uma substância possui de desgastar, destruir ou corroer a pele e/ou superfícies



Os ácidos (ou bases) corroem as superfícies através de reações de oxirredução (troca de elétrons).

Estas, por sua vez, provocam o desgaste da substância.

É possível observar o fenômeno da corrosão quando ocorre a precipitação de chuvas ácidas em monumentos e construções de países muito industrializados. A chuva ácida é formada pela emissão de gases (óxidos ácidos) que reagem com a água formando ácidos.



Figura 1A – (continuação) Card Digital (1) envolvendo o personagem Ashido do anime Boku no Hero Academy e que aborda os conceitos químicos de ácidos e bases de Arrhenius, pH, corrosividade, causticidade e toxicidade.

Na minha batalha (mostrada abaixo), podemos ver como minha habilidade funciona em contato com o metal...



A reação entre o metal e o ácido é um exemplo de reação de oxirredução

$$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) + 2\text{Ag}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2(\text{g})$$

O ácido reage corroendo o metal (que é oxidado) e produzindo um sal (Ag_2SO_4) e liberando o gás hidrogênio.

Utilizando ácido, eu consegui inutilizar o cinto do Aoyama por meio de um processo de corrosão.

Outra característica que pode ser atribuída aos ácidos e bases é a causticidade.

A causticidade é uma propriedade que está relacionada à irritação e queimaduras da matéria orgânica.

Embora causticidade seja, costumeiramente, atrelada a substâncias de caráter básico, essa propriedade também é observada em ácidos.

Ao serem inalados, os produtos cáusticos causam irritação e queimaduras nas vias aéreas, provocando tosse, ardor e dificuldade para respirar.

Por fim, vamos entender o que é toxicidade. A toxicidade indica quão nociva é uma substância quando penetra em um organismo, seja por ingestão, inalação, ou absorção cutânea. Toda e qualquer substância tem seu grau de toxicidade.

Sobre a liberação de substâncias, algumas espécies de animais possuem a capacidade de expelir líquidos como meio de defesa.

A naja cuspidora (*Hemachatus haemachatus*) consegue expelir, por meio de furos na parte da frente de suas presas, um jato de veneno cegante a mais de 2 metros de distância.

O Potó (*Paederus irritans*) produz a Pederina, uma substância que, em contato com a pele, causa queimaduras.

O besouro-bombardeiro (*Brachinus crepitans*) possuem duas glândulas com substâncias químicas, que quando misturadas liberam um jato com temperatura de 100°C.

REFERÊNCIAS

COLASSO, Camilla. Produtos corrosivos: qual a toxicidade e os perigos à saúde? **Chemicalrisk**, 2019. Disponível em: <https://www.chemicalrisk.com.br/produtos-corrosivos/>. Acesso em: 17 jan. 2021.

LISBOA, J. C. F. **Ser protagonista**: Química. 3ª ed. v. 1. São Paulo: Edições SM, 2016.

NOVAIS, Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissioni. **Vivá**: Química. 1ª ed. v. 1. Curitiba: Positivo, 2016.

REIS, Martha. **Química**. 1ª ed. v. 1. São Paulo: Ática, 2013.

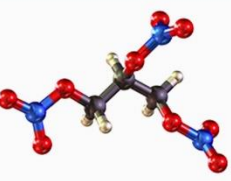
Este material trata-se de uma produção acadêmica para construção do TCC, como requisito para obtenção do título de licenciado, desenvolvido por José Manuel Amancio da Silva, licenciando em Química pelo Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, sob orientação do prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho e Me. Luiz Henrique da Costa Souza.

INSTITUTO FEDERAL
Paraíba
Campus
Sousa

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 2A – Card Digital (2) envolvendo o personagem Bakugou do anime Boku no Hero Academy e que aborda os conceitos químicos de processos endo e exotérmicos, entalpia, explosão e combustão. (continua)

COMO FUNCIONAM AS EXPLOSÕES DO BAKUGOU?

MATERIAL DIDÁTICO DIGITAL
Desenvolvido por José Manuel (@manuel_amancio)
Orientação: João Batista
Coorientação: Henrique Souza

Boku no Hero Academia é uma série de mangá escrita e ilustrada por Kohei Horikoshi. Em um mundo com superpoderes, um grupo de jovens sonham em se tornar heróis. Para isso, eles vão estudar em uma escola de super-heróis.

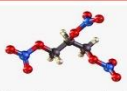


Katsuki Bakugou é um dos personagens principais do anime Boku no Hero. Seus poderes são baseados em explosões, que são oriundas de compostos liberados pelo suor do Bakugou.



Figura 2A – (continuação) Card Digital (2) envolvendo o personagem Bakugou do anime Boku no Hero Academy e que aborda os conceitos químicos de processos endo e exotérmicos, entalpia, explosão e combustão.

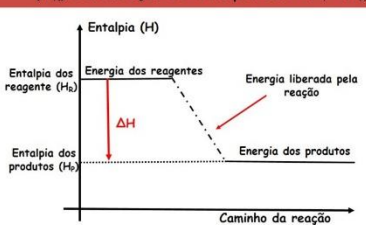
Euerr... Vocês querem saber como eu consigo criar minhas explosões? Isso é muito simples, a minha habilidade permite que meu corpo produza nitroglicerina e a libere através do suor.



A nitroglicerina, também conhecida como trinitroglicerina, é um composto de fórmula molecular $C_3H_5N_3O_9$ obtido a partir da glicerina. É altamente instável, a ponto de explodir com o mínimo de calor, contato e/ou fricção fornecida.

A principal característica da molécula de nitroglicerina é sua instabilidade. Isso quer dizer que ela precisa de pouquíssima energia para se decompor em outras substâncias.

A quantidade de energia envolvida em uma reação a pressão constante é denominada Entalpia. A diferença de energia existente entre os produtos (H_p) e reagente (H_R) é a variação de entalpia: $\Delta H = H_p - H_R$.



Nas reações exotérmicas, a energia dos reagentes é superior a energia dos produtos, motivo pelo qual seu valor é negativo (indicando liberação de energia).

A autoignição da nitroglicerina é uma reação que libera energia, portanto, se trata de uma reação exotérmica, cujo ΔH da reação é negativo

A autoignição da nitroglicerina libera grande quantidade de energia, sendo caracterizada como uma reação exotérmica.

$$2C_3H_5N_3O_9(l) \rightarrow 6CO_2(g) + 5H_2O(g) + 3N_2(g) + 1/2O_2(g)$$

$$\Delta H = -2842 \text{ kJ/mol}$$

Reações exotérmicas são aquelas que liberam energia na forma de calor para o ambiente. As reações de combustão são exemplos de processos exotérmicos.

Temperatura de autoignição (ou ponto de ignição) é a temperatura mínima em que ocorre uma combustão, independente de uma fonte de ignição, como uma chama ou faísca.




REFERÊNCIAS

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7ª ed. São Paulo: Bookman, 2018.

NOVAIS, Lúcia Duarte; ANTUNES, Murilo Tissoni. **Vivá: Química**. 1ª ed. v 2. Curitiba: Positivo, 2016.

REIS, Martha. **Química**. 1ª ed. v 1. São Paulo: Ática, 2013.

Este material trata-se de uma produção acadêmica para construção do TCC, como requisito para obtenção do título de licenciado, desenvolvido por José Manuel Amancio da Silva, licenciando em Química pelo Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, sob orientação do prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho e Me. Luiz Henrique da Costa Souza.

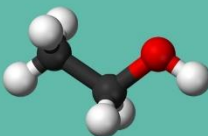


INSTITUTO FEDERAL
Paraíba
Campus
Sousa

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 3A – Card Digital (3) envolvendo cena do anime Dr. Stone que aborda os conceitos químicos de destilação e fermentação (continua).

COMO SENKU CONSEGUIU PRODUZIR ÁLCOOL?

**MATERIAL DIDÁTICO
DIGITAL**

Desenvolvido por: José Manuel (@manuel_amancio)
Orientação: João Batista
Coorientação: Henrique Souza

Dr. STONE

Dr. Stone é uma série de mangá escrita por Riichiro Inagaki e ilustrada por Boichi. Ela narra a história de um jovem que pretende restaurar a humanidade usando a ciência após esta ter sido petrificada, misteriosamente, há 3700 anos.

Senku Ishigami é o protagonista da série, um brilhante cientista do universo de Dr. Stone. No primeiro episódio, após ter se libertado da petrificação, Senku realiza um processo de produção de vinho. Mas, como isso é possível?



Figura 3A – (continuação) Card Digital (3) envolvendo cena do anime Dr. Stone que aborda os conceitos químicos de destilação e fermentação.

Dr. Stone – temporada 01, episódio 01

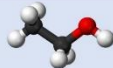


- Destilação?
- Aqueça, esfrie e deixe pingar. Isso concentra o álcool.

Não se preocupe, as pessoas na Mesopotâmia faziam isso em 300 a. C. usando potes.

O vinho é produzido por um processo bioquímico, no qual leveduras e algumas bactérias fermentam açúcares das uvas e produzem álcool etílico e gás carbônico.

Esse processo é denominado fermentação alcoólica.



Álcool etílico



Gás carbônico

Mas para que serve a fermentação?

A humanidade utiliza os dois produtos da fermentação.

O álcool etílico ($\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH}$) é empregado na fabricação de bebidas alcoólicas e o gás carbônico (CO_2) é importante na fabricação do pão, um dos mais tradicionais alimentos da humanidade.

Senku, como que é feita a separação do álcool do vinho?

Isso é muito simples de explicar, grandalhão. O processo utilizado para esse experimento chama-se destilação.

Destilação é uma técnica de separação de misturas homogêneas que consiste em aquecer a mistura até que a substância de menor temperatura de ebulição seja vaporizada, sendo recolhida em outro recipiente após sua condensação.

Misturas homogêneas apresentam fases indistinguíveis, ou seja, não conseguimos determinar por quantas substâncias é formado a mistura.

Um grande exemplo é a água límpida de um lago ou rio, que tem diversos sais dissolvidos.

Então, grandalhão, o processo de destilação consiste na separação das substâncias voláteis.

O procedimento se baseia na diferença de temperaturas de ebulição das substâncias. Para a solução de vinho, temos o ponto de ebulição da água, que é 100°C , e do álcool, que é de $78,4^\circ\text{C}$ (dados a 1 atm).

O álcool vaporiza primeiro, desta maneira, é possível fazer a separação desta mistura.

Observe o esquema de destilação abaixo, grandalhão.

A solução aquosa é exposta a uma fonte de energia, iniciando o processo de ebulição.

Por existir diferença nos pontos de ebulição, uma substância irá se vaporizar primeiro.

O vapor passa pelo condensador, que tem a função de resfriar o sistema, permitindo a passagem do vapor para o estado líquido.



REFERÊNCIAS

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7ª ed. São Paulo: Bookman, 2018.

IBRAVIN. **Nem tudo que fermenta vira vinho**. Disponível em: <https://www.ibravin.org.br/admin/arquivos/downloads/1455902155.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2020.

NOVAIS, Lúcia Duarte; ANTUNES, Murilo Tissioni. **Vivá: Química**. 1ª ed. v 1. Curitiba: Positivo, 2016.



INSTITUTO FEDERAL
Paraíba
Campus Sousa

Este material trata-se de uma produção acadêmica para construção do TCC, como requisito para obtenção do título de licenciado, desenvolvido por José Manuel Amancio da Silva, licenciando em Química pelo Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, sob orientação do prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho e Me. Luiz Henrique da Costa Souza.

Figura 4A – Card Digital (4) envolvendo cena do anime Cavaleiros do Zodíaco que aborda os conceitos químicos de escalas termométricas e zero absoluto.

O QUE É O ZERO ABSOLUTO?



CARD DIGITAL

Desenvolvido por: José Manuel (@manuel_amancio)
Orientação: João Batista
Coorientação: Henrique Souza

CAVALIERS DO ZODIACO

Cavaleiros do Zodíaco é uma série de mangá escrita e ilustrada por Massami Kurumada. Ela conta a história de um grupo de guerreiros que lutam ao lado da deusa grega Atena para proteger a Terra contra as forças do mal.



Olá, jovens cavaleiros! O zero absoluto trata-se da temperatura de $-273,15^\circ\text{C}$, a qual eu precisava atingir para derrotar meu mestre Camus.

Temperatura está relacionada com o estado de agitação das partículas que constitui os corpos



Quanto a menor for a agitação, menor será a temperatura

O zero absoluto é a temperatura de menor energia possível, ou seja, a essa temperatura praticamente não existe mais movimento das moléculas.

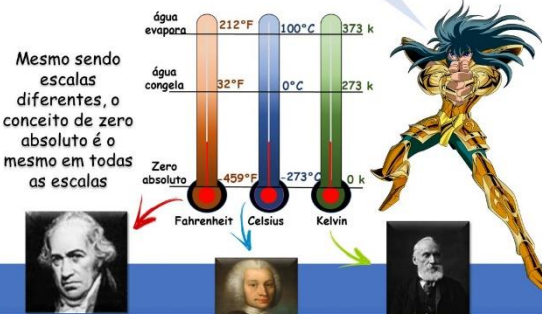


No episódio 66 de Cavaleiros do Zodíaco, uma incrível batalha é travada entre o cavaleiro de ouro Camus de Aquário e o cavaleiro de bronze Hyoga de Cisne. Em uma das cenas, Camus diz que só será derrotado caso Hyoga atingisse o zero absoluto.



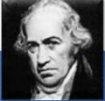
Vale ressaltar que $-273,15$ é o valor do zero absoluto na escala Celsius. Apenas na Escala Kelvin, o valor do zero absoluto é representado como zero: 0 K . Os cálculos em Termodinâmica devem considerar a temperatura em Kelvin.

Podemos encontrar outros valores para o zero absoluto, contudo, em escalas diferentes.



Mesmo sendo escalas diferentes, o conceito de zero absoluto é o mesmo em todas as escalas

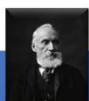
A Escala Fahrenheit foi criada em 1724 pelo físico e engenheiro Daniel Gabriel Fahrenheit.



A Escala Celsius foi criada em 1742 pelo astrônomo sueco Anders Celsius.



A escala kelvin recebeu este nome em homenagem ao físico e engenheiro irlandês William Thomson.



REFERÊNCIAS

ALVES, Líria. Temperatura. **Prepara Enem**, [s.dd]. Disponível em: <<https://www.preparaenem.com/quimica/temperatura.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

NOVAIS, Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissioni. **Vivá: Química**. 1ª ed. v 2. Curitiba: Positivo, 2016.

REIS, Martha. **Química**. 1ª ed. v 2. São Paulo: Ática, 2013.



INSTITUTO FEDERAL
Paraíba
Campus Sousa

Este material trata-se de uma produção acadêmica para construção do TCC, como requisito para obtenção do título de licenciado, desenvolvido por José Manuel Amancio da Silva, licenciando em Química pelo Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, sob orientação do prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho e Me. Luiz Henrique da Costa Souza.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 5A – (continuação) Card Digital (5) envolvendo cena do anime Fullmetal Alchemist que aborda conceitos químicos de eletrólise da água e combustão do gás hidrogênio.

REFERÊNCIAS

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Eletrólise da água. *Prepara Enem*, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.preparaenem.com/quimica/eletrólise-agua.htm>>. Acesso em 23 jan. 2021.

NOVAIS, Lúcia Duarte; ANTUNES, Murilo Tissioni. *Vivá: Química*. 1ª ed. V. 1. Curitiba: Positivo, 2016.

NOVAIS, Lúcia Duarte; ANTUNES, Murilo Tissioni. *Vivá: Química*. 1ª ed. V. 2. Curitiba: Positivo, 2016.

Este material trata-se de uma produção acadêmica para construção do TCC, como requisito para obtenção do título de licenciado, desenvolvido por José Manuel Amancio da Silva, licenciando em Química pelo Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, sob orientação do prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho e Me. Luiz Henrique da Costa Souza.



**INSTITUTO
FEDERAL**
Paraíba
Campus
Sousa

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 6A – Card Digital (6) envolvendo o personagem Ganância do anime Fullmetal Alchemist que aborda conceitos químicos de alotropia (continua).

O ESCUDO SUPREMO DO GANÂNCIA





Fullmetal Alchemist é uma série de mangá escrita e ilustrada por Hiromu Arakawa. Ela conta a História de dois irmãos alquimistas que buscam recuperar seus corpos.



CARD DIGITAL

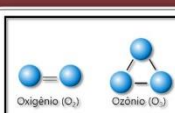
Desenvolvido por José Manuel (Emanuel_Amancio)
Orientação: João Batista
Comentação: Henrique Souza





Ganância é o homúnculo que tem uma habilidade denominada escudo supremo, o qual protege seu corpo contra qualquer tipo de ataque. No episódio 13 de Fullmetal Alchemist Brotherhood, ao utilizar alquimia, Edward consegue romper o escudo supremo.

Então, vocês querem saber sobre o meu escudo supremo? Está bem! Eu não fico bonito assim, mas vou mostrar. O meu escudo supremo trata-se de um estado alotrópico do carbono.



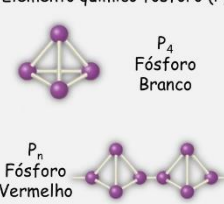
Oxigênio (O₂) Ozônio (O₃)

Usado inicialmente por Jöns Jacob Berzelius, o termo alotropia ou estado alotrópico faz referência à propriedade que alguns elementos químicos têm de se unir de diferentes formas para originar mais de uma substância simples.



Os alotropos podem ser diferenciados pela quantidade de átomos que os formam e/ou o arranjo espacial dos átomos.

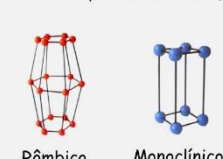
Elemento químico fósforo (P)



P₄
Fósforo Branco

P_n
Fósforo Vermelho

Elemento químico enxofre (S)



Rômbico Monoclínico

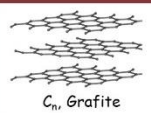
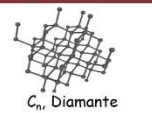
Então, seu escudo supremo é um alotropo de algum elemento químico encontrado no seu corpo.



Figura 6A – (continuação) Card Digital (6) envolvendo o personagem Ganância do anime Fullmetal Alchemist que aborda conceitos químicos de alotropia.

Um corpo humano adulto de 70 kg é composto por 23% de carbono. Então o escudo supremo deve utilizar essa quantidade de carbono para criar um estado alotrópico.

Os alotropos naturais do carbono são a grafite e o diamante, mas existem muitos outros alotropos produzidos artificialmente.


O grafeno é um alotropo artificial constituído de uma fina rede de carbonos. Esta rede é considerada como unidade básica estrutural para formação dos demais alotropos do carbono, com exceção do diamante.

O escudo supremo deve ser formado por um desses estados alotrópicos.

Mesmo o diamante sendo o material natural com maior dureza ele pode ser facilmente quebrado com uma martelada.

Isso acontece devido à baixa tenacidade do diamante.

Já o grafeno possui uma alta tenacidade, podendo resistir a impactos de $3,948 \cdot 10^7$ atm.

Portanto, o grafeno é um material que possui uma alta dureza (resistência a ser riscado) e tenacidade (resistência a impactos).

Logo, podemos supor que o escudo supremo do ganância pode ser feito de grafeno.

O escudo supremo não é riscado e é resistente a impactos, portanto, o estado alotrópico tem que possuir essas características.

A resistência de um material ao risco é uma propriedade física chamada de dureza.

A escala de Mohs tem como referência a dureza do diamante. Portanto, este é considerado o material natural com maior dureza.

Material	Dureza (Escala de Mohs)
Diamante	10
Corindon	9
Topázio	8
Quartzo	7
Feldspato	6
Apatita	5
Fluorita	4
Calcita	3
Gipsita	2
Talco	1

O grafeno não é um composto natural, mas possui uma elevada dureza, podendo resistir a ser riscado por vários materiais.

Entretanto, um material duro não necessariamente possuirá uma elevada tenacidade (propriedade física relacionada com a resistência a impactos mecânicos).

REFERÊNCIAS

Hacopian, E. F.; et al. Toughening Graphene by Integrating Carbon Nanotubes. *ACS Nano*. 2018. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.8b02311>>. Acesso em: 10 out. 2020.

SILVA, M. N. *Grafeno como Nanoaditivo em Compósitos para Proteção Anticorrosiva*. 2018. Dissertação (Mestrado em engenharia de materiais), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

Este material trata-se de uma produção acadêmica para construção do TCC, como requisito para obtenção do título de licenciado, desenvolvido por José Manuel Amancio da Silva, licenciando em Química pelo Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, sob orientação do prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho e Me. Luiz Henrique da Costa Souza.

INSTITUTO FEDERAL
Paraíba
Campus
Sousa

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 7A – Card Digital (7) envolvendo cena do anime Naruto que aborda conceitos químicos de reações exotérmicas, tetraedro do fogo e métodos de apagar o fogo (continua).

POR QUE O ESTILO FOGO É FRACO CONTRA O ESTILO ÁGUA?





As cinco transformações da natureza de chakra elemental

CARD DIGITAL

Desenvolvido por José Manuel (@manuel_amancio)
Orientação: João Batista
Coorientação: Henrique Souza

NARUTO

Naruto é uma série de mangá escrita e ilustrada por Masashi Kishimoto. Ela conta a História de um jovem que busca realizar um sonho de ser reconhecido e se tornar Hokage, o líder da sua vila.



Em diversos episódios de Naruto é possível ver que os jutsus do estilo água levarem vantagens contra jutsus do estilo fogo. Mas por que isso acontece?

Figura 7A – (continuação) Card Digital (7) envolvendo cena do anime Naruto que aborda conceitos químicos de reações exotérmicas, tetraedro do fogo e métodos de apagar o fogo.

Usuários do estilo fogo produzem chamas por meio de reações de combustão, que são reações exotérmicas, ou seja, liberam energia na forma de calor.

Para que uma reação de combustão aconteça são necessários o combustível, o comburente e uma fonte de calor.

Também se faz necessário um quarto componente, a reação em cadeia. Observem o tetraedro do fogo ao lado.

Quando as técnicas do estilo fogo e água se colidem ocorre a transformação da água no estado líquido para o estado gasoso (vapor d'água).

Essa transformação no estado da matéria é conhecida como vaporização e acontece quando a água líquida absorve energia, diminuindo a temperatura do meio.

Então é dito que a água "rouba" o calor da reação devido o seu elevado calor específico.

Calor específico é a quantidade de energia necessária para elevar em 1°C a temperatura de 1 g de uma substância. Para a água esse valor é de $1\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$.

Por isso que o elemento água vem antes do elemento fogo no diagrama (isso é de Naruto, viu?!).

Existem 3 métodos de extinguir o fogo. São eles: o abafamento, o isolamento e o resfriamento.

ABAFAMENTO

ISOLAMENTO

RESFRIAMENTO

Os dois primeiros atuam separando o combustível ou comburente do meio, interrompendo a reação em cadeia. O terceiro ocorre por meio da absorção de energia.

A água consegue resfriar o sistema, eliminando-se, portanto, o componente da energia de ignição do Tetraedro do Fogo.

Contudo, não se pode usar água para apagar qualquer tipo de fogo.

O corpo de bombeiros classifica o fogo em 3 classes: A, B e C

O **fogo A** é, normalmente, oriundo de materiais sólidos como madeira, tecido, papéis... Esse é o único que pode ser apagado com água.

O **fogo B** é originário em combustíveis líquidos, como óleo, gasolina, álcool.. Este não pode ser apagado com água, pois a água pode espalhar o combustível, aumentando o fogo.

O **fogo C** ocorre em equipamentos elétricos e não pode ser apagado com água, devido o risco de choque elétrico e curtos-circuitos.

REFERÊNCIAS

FLORES, Bráulio Cançado; ORNELAS, Éliton Ataíde; DIAS, Leônidas Eduardo. **Fundamentos de Combate a Incêndio** – Manual de Bombeiros. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. 1ª ed. Goiânia-GO: 2016. 150 p.

NOVAIS, Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissioni. **Vivá: Química**. 1ª ed. v. 2. Curitiba: Positivo, 2016.

TEIXEIRA, Rejane M. Ribeiro. **Calor sensível: calorimetria. A aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na física termina do ensino médio**, 2006. Dissertação (mestrado em ensino de física), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006

Este material trata-se de uma produção acadêmica para construção do TCC, como requisito para obtenção do título de licenciado, desenvolvido por José Manuel Amancio da Silva, licenciando em Química pelo Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, sob orientação do prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho e Me. Luiz Henrique da Costa Souza.

INSTITUTO FEDERAL
Paraíba
Campus Sousa

Figura 8A – Card Digital (8) envolvendo o personagem Mei do anime Naruto que aborda conceitos químicos de estados físicos da matéria, transformações da matéria e processos endo e exotérmicos (continua).

COMO FUNCIONA O ESTILO VAPOR DA MEI?



CARD DIGITAL

Desenvolvido por José Manuel (@manuel_amancio)
Orientação: João Batista
Coordenação: Henrique Souza

NARUTO
Shippuden

Então vocês estão interessados em descobrir como funciona a minha técnica do estilo vapor? É simples! Vamos desvendá-la utilizando conceitos físico-químicos.

NO ANIME, A TÉCNICA CONSISTE NA UNIÃO DE DOIS ELEMENTOS, O ESTILO FOGO E ESTILO ÁGUA.

Embora não seja possível uma pessoa usar técnicas de água e fogo, podemos explicar como se forma o vapor a partir dos conhecimentos de transformações da matéria.

Ao unir o estilo fogo com o estilo água acontece a mudança de estado da água de líquida para gasosa, originado o estilo vapor.

As mudanças de estado acontecem quando a matéria absorve ou perde energia na forma de calor. Essas mudanças podem ocorrer oriundas de variações de temperatura ou pressão.

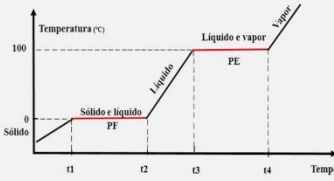
Mizukage-sama, o que são esses estados da matéria?

Portanto, a técnica do estilo vapor consiste em um processo endotérmico, o qual se processa através da união do estilo fogo (a fonte de energia) com o estilo água, a matéria que sofre alteração em seu estado.

Byakugan! Mizukage-sama, com minha técnica pude notar que antes da liberação do estilo vapor, a água e vapor coexistem.

Esse fato pode ser explicado por meios dos pontos de fusão (PF) e ebulição (PE) da água pura.

PF e PE se caracterizam como estado de transição, no qual a temperatura permanece constante até toda a matéria mude de um estado físico para outro. Dessa forma, a água coexiste no estado líquido e gasoso.



Essa constância na temperatura de fusão e ebulição caracteriza uma substância. Misturas normalmente apresentam variações de temperatura nessas transições de estado.

Naruto é uma série de mangá escrita e ilustrada por Masashi Kishimoto. Ela conta a História de um jovem que busca realizar um sonho de ser reconhecido e se tornar Hokage, o líder da sua vila



Mei Temuri é a quinta Mizukage da aldeia da Névoa, pertencente a uma das cinco grandes nações ninjas. No episódio 204 da oitava temporada de Naruto Shippuden, a Mei utiliza um golpe chamado "estilo vapor: Técnica Habilidosa da Névoa", que consiste na liberação de uma grande nuvem de vapor.



Os estados da matéria são as formas como esta pode ser encontrada. Grosso modo, existem três tipos: o estado sólido, o líquido e o gasoso.

Essas mudanças de estados são guiadas por dois tipos de processos: o endotérmico, que ocorre com absorção de energia; e o exotérmico, o qual ocorre com a liberação de energia.



Os processos endotérmicos acontecem da esquerda para direita, enquanto que os exotérmicos acontecem no sentido inverso.

As diferenças entre os estados da matéria acontecem devido o grau de agitação das moléculas, pois quanto maior a energia absorvida no processo endotérmico, maior será a agitação das moléculas.

Para a liberação do estilo vapor, a mudança ocorre quando se é transferida uma quantidade de calor suficiente para atingir o ponto de ebulição da água, que, a 1 atm, é de 100°C. Observe abaixo alguns valores de temperaturas de fusão e ebulição.

	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Água	0°C	100°C
Alcool etílico	-114,1°C	78,37°C
Iodo	113,7°C	184,3°C
Mercúrio	-38,83°C	356,7°C

*Temperaturas de fusão e ebulição a 1 atm.

Calor específico é a quantidade de energia necessária para elevar em 1° a temperatura de 1 g de uma substância. Para a água esse valor é de 1 cal/g·°C.

Portanto, para elevar a temperatura de 1 g de água em 1°C, é necessário fornecer 1 cal (4,186 joules) de energia.

A quantidade de energia necessária para realizar a transformação depende do calor específico de cada substância.

Figura 8A – (continuação) Card Digital (8) envolvendo o personagem Mei do anime Naruto que aborda conceitos químicos de estados físicos da matéria, transformações da matéria e processos endo e exotérmicos.

REFERÊNCIAS

TEIXEIRA, Rejane M. Ribeiro. Calor sensível: calorimetria. A aquisição automática de dados proporcionando discussões conceituais na física termina do ensino médio, 2006. Dissertação (mestrado em ensino de física), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

NOVAIS, Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissioni. Vivá: Química. 1ª ed. v 1. Curitiba: Positivo, 2016.

Este material trata-se de uma produção acadêmica para construção do TCC, como requisito para obtenção do título de licenciado, desenvolvido por José Manuel Amancio da Silva, licenciando em Química pelo Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, sob orientação do prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho e Me. Luiz Henrique da Costa Souza.



**INSTITUTO
FEDERAL**
Paraíba
Campus
Sousa

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 9A – Card Digital (9) envolvendo o personagem Arlequim do anime Nanatsu no Taizai que aborda conceitos químicos de estados físicos e transformações da matéria e processos endo e exotérmicos (continua).

COMO FUNCIONA O PODER DE CONDENSAÇÃO KING?



CARD DIGITAL

Desenvolvido por José Manuel (@manuel_amancio)
Orientação: João Batista
Coordenação: Henrique Souza

Nanatsu no Taizai é uma série de mangá escrita e ilustrada por Nakaba Suzuki. Ela conta a história de uma ordem de cavaleiros que protegem a antiga Britânica do mal.





O que?! Vo.. Vocês estão querendo saber sobre o meu poder? Ele pode ser explicada com conceitos da físico-química.

A TÉCNICA CONSISTE NA CONDENSAÇÃO DA ÁGUA PRESENTE NA ATMOSFERA.

Utilizando meus poderes, consigo condensar a umidade do ar, transformando o vapor de água em água líquida.

Esse processo é conhecido como mudança de estado da matéria. As mudanças de estados acontecem quando a matéria perde ou absorve energia.

Arlequin-sama, o que são esses estados da matéria?

Arlequin ou King, o pecado da preguiça do urso, é o rei das fadas e membro da ordem dos 7 pecados capitais. No episódio 11 da segunda temporada, em uma batalha contra seu capitão, King produz uma gota de água líquida a partir da umidade da atmosfera.



Os estados físicos da matéria são as formas como a matéria pode ser encontrada. Eles são caracterizados pelo grau de liberdade (movimentos) de suas espécies químicas. Os principais estado são o sólido, o líquido e o gasoso.

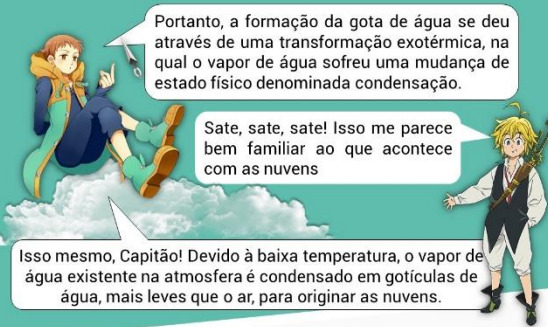


Estas mudanças de estados são guiadas por dois tipos de processos: o endotérmico, que ocorre com absorção de energia na forma de calor; e o exotérmico, que ocorre com a liberação de energia na forma calor.

Os processos endotérmicos acontecem da esquerda para direita, enquanto que os exotérmicos acontecem no sentido inverso.



Figura 9A – (continuação) Card Digital (9) envolvendo o personagem Arlequim do anime Nanatsu no Taizai que aborda conceitos químicos de estados físicos e transformações da matéria e processos endo e exotérmicos.



Portanto, a formação da gota de água se deu através de uma transformação exotérmica, na qual o vapor de água sofreu uma mudança de estado físico denominada condensação.

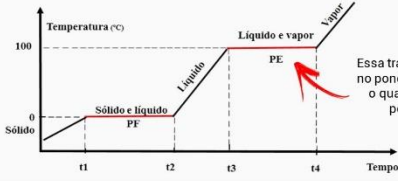
Sate, sate, sate! Isso me parece bem familiar ao que acontece com as nuvens

Isso mesmo, Capitão! Devido à baixa temperatura, o vapor de água existente na atmosfera é condensado em gotículas de água, mais leves que o ar, para originar as nuvens.

REFERÊNCIAS

LISBOA, J. C. F. **Ser protagonista: Química**. 3ª ed. v 1. São Paulo: edições SM, 2016.

NOVAIS, Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissioni. **Vivá: Química**. 1ª ed. v 1. Curitiba: Positivo, 2016.



Essa transformação ocorre no ponde de condensação, o qual é equivalente ao ponto de fusão.

Este material trata-se de uma produção acadêmica para construção do TCC, como requisito para obtenção do título de licenciado, desenvolvido por José Manuel Amancio da Silva, licenciando em Química pelo Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, sob orientação do prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho e Me. Luiz Henrique da Costa Souza.



**INSTITUTO
FEDERAL**
Paraíba
Campus
Sousa

Fonte: Autoria própria, 2021.

APÊNDICE B – PLANO DE AULAS DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PROPOSTAS

PLANO DE AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA RELACIONADA AO CARD DIGITAL DA ASHIDO (CaD 1)			
Objetivo Geral: motivar os alunos do Ensino Médio ao estudo da Química e auxiliar na compreensão dos conceitos de ácidos e bases de Arrhenius, corrosividade e a escala de pH (potencial hidrogeniônico).			
Objetivos Específicos	Conteúdos	Tempo (min)	Desenvolvimento metodológico
1. Despertar o interesse dos alunos sobre conceitos químicos a partir da introdução das habilidades da personagem Mina Ashido do anime Boku no Hero Academy; 2. Compreender os conceitos de ácido e base, segundo Arrhenius; 3. Compreender o conceito de corrosividade e causticidade; 4. Conhecer a relação existente entre ácidos e bases, corrosividade e causticidade.	1. Teoria ácido-base de Arrhenius; 2. Conceito de corrosividade e causticidade.	100	1. Apresentação da personagem e das características desta por trechos do anime Boku no Hero Academy e/ou slides sobre a personagem e suas habilidades; 2. Levantar questionamentos acerca de limites e possibilidades relacionados às habilidades da personagem; 3. Aula teórica sobre a Teoria Ácido-Base de Arrhenius, Corrosividade e Causticidade, utilizando recursos multimídias.
1. Compreender o conceito de pH e escala de pH; 2. Entender a ideia de indicadores ácido-base; 3. Identificar soluções aquosas de certas substâncias como ácidas ou básicas; 4. Verificar a corrosividade de substâncias.	1. pH e escala de pH; 2. Indicadores ácido-base.	100	1. Aula teórica sobre potencial hidrogeniônico (pH), escala de pH e indicador ácido-base; 2. Aula experimental de verificação sobre o pH de determinadas substâncias em solução aquosa e teste de corrosividade.
1. Conhecer os mecanismos de defesa de animais existentes em nosso mundo e tecer possíveis hipóteses para explicar as habilidades da personagem Ashido.	1. Animais e seus mecanismos de defesa; 2. Causticidade e toxicidade.	50	1. Aula teórica, com recursos multimídias, que aborda diferentes mecanismos de defesa de alguns animais, tais como o potó (<i>Paederus irritans</i>), o besouro-bombardeiro (<i>Brachinus crepitans</i>) e a naja cuspidreira (<i>Hermachatus haemachatus</i>).
1. Sintetizar os conhecimentos apreendidos nas aulas anteriores; 2. Propor hipóteses para a explicação da habilidade da personagem fictícia Ashido.	1. Acidez, basicidade, pH, corrosividade, causticidade e toxicidade.	50	1. Apresentar o CaD 1, utilizando recursos multimídias, e discutir cada frame (slide/quadro) do CaD 1, a luz do que foi estudado anteriormente.

PLANO DE AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA RELACIONADA AO CARD DIGITAL DO BAKUGOU (CaD 2)			
Objetivo Geral: motivar os alunos do Ensino Médio ao estudo da Química e auxiliar na compreensão dos conceitos de processos endotérmicos e exotérmicos, explosões e decomposição da nitroglicerina.			
Objetivos Específicos	Conteúdos	Tempo (min)	Desenvolvimento metodológico
1. Despertar o interesse dos alunos sobre conceitos químicos a partir da introdução das habilidades da personagem Bakugou Katsuki do anime Boku no Hero Academy; 2. Compreender as diferentes formas de transferência de energia, com foco no conceito de calor; 3. Compreender os conceitos de processos endotérmicos e exotérmicos; 4. Entender o conceito de entalpia e relacionar a entalpia de uma reação com os termos “exotérmico” e “endotérmico”.	1. Transferência de energia e calor; 2. Processos exotérmicos e endotérmicos; 3. Entalpia.	100	1. Apresentação do personagem e das características deste por trechos do anime Boku no Hero Academy e/ou slides sobre o personagem e suas habilidades; 2. Levantar questionamentos acerca de limites e possibilidades relacionados às habilidades do personagem; 3. Aula teórica sobre a calor, processos endotérmicos e exotérmicos e entalpia, utilizando recursos multimídias.
1. Compreender a relação entre os conceitos de calor e temperatura; 2. Identificar transformações como sendo endotérmicas ou exotérmicas.	1. Processos endotérmicos e exotérmicos; 2. Temperatura.	50	1. Aula experimental de verificação sobre processos exotérmicos e endotérmicos.
1. Conhecer os requisitos para que ocorra uma explosão e compreender as diferenças entre os conceitos de combustão e explosão; 2. Conhecer a reação de decomposição da nitroglicerina.	1. Combustão; 2. Explosão; 3. Decomposição da nitroglicerina.	50	1. Aula teórica, utilizando recursos multimídias, sobre reações de combustão e explosões, com foco na decomposição da nitroglicerina.
1. Sintetizar os conhecimentos apreendidos nas aulas anteriores; 2. Propor hipóteses para a explicação da habilidade do personagem fictício Bakugou.	1. Calor, processos endo e exotérmicos, entalpia, explosão, combustão e decomposição da nitroglicerina.	50	1. Apresentar o CaD 2, utilizando recursos multimídias, e discutir cada frame (slide/quadro) do CaD 2, a luz do que foi estudado anteriormente.

PLANO DE AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA RELACIONADA AO CARD DIGITAL DO DR. STONE (CaD 3)			
Objetivo Geral: motivar os alunos do Ensino Médio ao estudo da Química e auxiliar na compreensão dos conceitos de fermentação e destilação, associados à produção de álcool etílico.			
Objetivos Específicos	Conteúdos	Tempo (min)	Desenvolvimento metodológico
1. Despertar o interesse dos alunos sobre conceitos químicos a partir de cenas do anime Dr. Stone; 2. Compreender os conceitos de substâncias e misturas; 3. Conhecer os diferentes métodos de separação de misturas, com foco na destilação.	1. Processos físicos de separação de misturas.	100	1. Apresentação de trechos do anime Dr. Stone relacionados à utilização de processos de destilação e fermentação para produção de etanol; 2. Levantar questionamentos acerca de limites e possibilidades relacionados aos processos mencionados e explicados no anime; 3. Aula teórica sobre processos físicos de separação de misturas, utilizando recursos multimídias.
1. Compreender o processo de fermentação; 2. Conhecer o processo de obtenção do etanol em engenhos e usinas sucroalcooleiras.	1. Processo de Fermentação.	50	1. Aula teórica sobre fermentação e produção do etanol, utilizando recursos multimídias.
1. Produzir etanol a partir de caldo de cana-de-açúcar.	1. Produção de álcool etílico; 2. Fermentação e destilação.	100	1. Aula experimental de verificação: produção de álcool etílico a partir da fermentação de caldo de cana-de-açúcar, seguido de destilação.
1. Sintetizar os conhecimentos apreendidos nas aulas anteriores; 2. Analisar a viabilidade da produção do etanol na cena do anime Dr. Stone.	1. Fermentação, destilação, propriedades da matéria e produção do etanol.	50	1. Apresentar o CaD 3, utilizando recursos multimídias, e discutir cada frame (slide/quadro) do CaD 3, a luz do que foi estudado anteriormente.

PLANO DE AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA RELACIONADA AO CARD DIGITAL DO CDZ* (CaD 4)			
Objetivo Geral: motivar os alunos do Ensino Médio ao estudo da Química e auxiliar na compreensão dos conceitos de temperatura, escalas termométricas e zero absoluto.			
Objetivos Específicos	Conteúdos	Tempo (min)	Desenvolvimento metodológico
1. Despertar o interesse dos alunos sobre conceitos químicos a partir das habilidades e cenas envolvendo os personagens Hyoga de Cisne e Camus de Aquário; 2. Compreender o conceito de temperatura e seu desenvolvimento durante o decorrer da história; 3. Conhecer as escalas termométricas existentes e saber transitar entre elas.	1. Temperatura e escalas termométricas (Celsius, Fahrenheit e Kelvin).	100	1. Apresentação das habilidades de dois personagens do anime Cavaleiros do Zodíaco, Hyoga de Cisne e Camus de Aquário, e/ou cenas envolvendo os respectivos personagens e que abordam o termo “zero absoluto”; 2. Levantar questionamentos acerca do significado do termo mencionado no anime; 3. Aula teórica sobre temperatura e escalas termométricas, utilizando recursos multimídias.
1. Conhecer o desenvolvimento da termometria ao longo da história; 2. Compreender a Ciência como construto humano, que está em constante mudança e atualização.	1. A história da termometria.	100	1. Leitura e discussão do artigo intitulado “A termometria nos séculos XIX e XX”, de Pires <i>et al.</i> , publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física em 2006 (v. 28, n. 1, p. 101-114).
1. Compreender o conceito de zero absoluto e suas implicações na termodinâmica.	1. O zero absoluto na termodinâmica.	50	1. Aula teórica sobre o conceito de zero absoluto na termodinâmica, utilizando recursos multimídias.
1. Sintetizar os conhecimentos apreendidos nas aulas anteriores.	1. Temperatura, escalas termométricas e zero absoluto.	50	1. Apresentar o CaD 4, utilizando recursos multimídias, e discutir cada frame (slide/quadro) do CaD 4, a luz do que foi estudado anteriormente.

*Anime Cavaleiros do Zodíaco.

PLANO DE AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA RELACIONADA AO CARD DIGITAL DO ROY MUSTANG (CaD 5)			
Objetivo Geral: motivar os alunos do Ensino Médio ao estudo da Química e auxiliar na compreensão dos conceitos de eletrólise e combustão.			
Objetivos Específicos	Conteúdos	Tempo (min)	Desenvolvimento metodológico
1. Despertar o interesse dos alunos sobre conceitos químicos a partir das habilidades e cenas envolvendo o personagem Roy Mustang do anime Fullmetal Alchemist Brotherhood; 2. Conhecer o tetraedro do fogo; 3. Compreender os conceitos e as características dos processos de combustão e explosão.	1. Tetraedro do fogo; 2. Combustão e explosão; 3. Gás hidrogênio como combustível.	100	1. Apresentação de trechos do anime Fullmetal Alchemist Brotherhood em que o alquimista Roy Mustang produz explosões a partir de hidrogênio obtido alquimicamente da água; 2. Levantar questionamentos acerca de limites e possibilidades relacionados aos processos mencionados e explicados no anime; 3. Aula teórica sobre combustão e explosão.
1. Compreender os conceitos de número de oxidação (Nox), oxidação e redução; 2. Conhecer as características e os componentes de uma eletrólise aquosa; 3. Compreender o funcionamento da eletrólise aquosa.	1. Nox, oxidação e redução; 2. Eletrólise aquosa.	100	1. Aula teórica sobre oxidação, redução e eletrólise aquosa, utilizando recursos multimídias.
1. Realizar a produção de gás hidrogênio e oxigênio a partir da eletrólise de uma solução aquosa.	1. Eletrólise da água.	50	1. Atividade experimental de verificação: eletrólise da água.
1. Sintetizar os conhecimentos apreendidos nas aulas anteriores; 2. Verificar se é possível produzir gás hidrogênio a partir da água e analisar a cena do anime Fullmetal Alchemist Brotherhood; 3. Analisar os requisitos necessários para que a viabilidade da combustão do gás hidrogênio.	1. Água (composição química), eletrólise da água, fogo e combustão do gás hidrogênio.	50	1. Apresentar o CaD 5, utilizando recursos multimídias, e discutir cada frame (slide/quadro) do CaD 5, a luz do que foi estudado anteriormente.

PLANO DE AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA RELACIONADA AO CARD DIGITAL DO GANÂNCIA (CaD 6)			
Objetivo Geral: motivar os alunos do Ensino Médio ao estudo da Química e auxiliar na compreensão dos conceitos relacionados à alotropia e propriedades físicas de materiais, tais como a tenacidade e dureza.			
Objetivos Específicos	Conteúdos	Tempo (min)	Desenvolvimento metodológico
1. Despertar o interesse dos alunos sobre conceitos químicos a partir das habilidades e cenas envolvendo o personagem Greed (Ganância) do anime Fullmetal Alchemist Brotherhood; 2. Compreender o conceito de alotropia; 3. Conhecer os alótropos do carbono; 4. Compreender e diferenciar os conceitos de dureza e tenacidade.	1. Alotropia. 2. Tenacidade e dureza.	100	1. Apresentação de trechos do anime Fullmetal Alchemist Brotherhood em que o homúnculo Greed (Ganância) utiliza sua habilidade denominada Escudo Supremo; 2. Levantar questionamentos acerca de limites e possibilidades relacionados aos processos mencionados e explicados no anime; 3. Aula teórica sobre alotropia e as propriedades físicas tenacidade e dureza.
1. Conhecer sobre as propriedades do grafeno; 2. Discutir sobre possibilidades do Escudo Supremo ser constituído de uma película de grafeno.	1. Alótropos do carbono: grafeno.	100	1. Apresentação e discussão de documentário sobre o grafeno e suas aplicações.
1. Sintetizar os conhecimentos apreendidos nas aulas anteriores.	1. Alotropia; 2. Tenacidade e dureza.	50	1. Apresentar o CaD 6, utilizando recursos multimídias, e discutir cada frame (slide/quadro) do CaD 6, a luz do que foi estudado anteriormente.

PLANO DE AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA RELACIONADA AO CARD DIGITAL DO KAKASHI (CaD 7)			
Objetivo Geral: motivar os alunos do Ensino Médio ao estudo da Química e auxiliar na compreensão dos conceitos de fogo, combustão e métodos de combate a incêndios.			
Objetivos Específicos	Conteúdos	Tempo (min)	Desenvolvimento metodológico
1. Despertar o interesse dos alunos sobre conceitos químicos a partir das habilidades e cenas envolvendo personagens do anime Naruto; 2. Compreender o tetraedro do fogo; 3. Conhecer as diferentes formas de se apagar o fogo.	1. Tetraedro do fogo; 2. Reações exotérmicas; 3. Métodos para extinguir o fogo.	100	1. Apresentação de trechos do anime Naruto em que ninjutsus de fogo são combatidos com ninjutsus de água; 2. Levantar questionamentos sobre os conceitos e as relações estabelecidas no anime; 3. Aula teórica sobre o fogo e procedimentos para combatê-lo.
1. Compreender os conceitos de calor específico e capacidade térmica; 2. Conhecer a capacidade térmica da água.	1. Capacidade térmica; 2. Calor específico.	50	1. Aula teórica sobre capacidade térmica e calor específico.
1. Conhecer situações reais envolvendo incêndios e os métodos usados pelos bombeiros para extinguir ou controlar o fogo.	1. Incêndios em zonas urbanas e no meio ambiente; 2. Métodos para extinguir o fogo.	100	1. Documentário sobre incêndios e formas de combatê-los.
1. Sintetizar os conhecimentos apreendidos nas aulas anteriores; 2. Verificar se, partindo de conceitos do nosso mundo, há sentido em ninjutsus de fogo serem combatidos com ninjutsus de água.	1. Tetraedro do fogo; 2. Reações exotérmicas; 3. Métodos para extinguir o fogo.	50	1. Apresentar o CaD 7, utilizando recursos multimídias, e discutir cada frame (slide/quadro) do CaD 7, a luz do que foi estudado anteriormente.

PLANO DE AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA RELACIONADA AO CARD DIGITAL DA MEI TEMURE (CaD 8)			
Objetivo Geral: motivar os alunos do Ensino Médio ao estudo da Química e auxiliar na compreensão dos conceitos relacionados a estados de agregação da matéria e transformações físicas.			
Objetivos Específicos	Conteúdos	Tempo (min)	Desenvolvimento metodológico
1. Despertar o interesse dos alunos sobre conceitos químicos a partir das habilidades e cenas envolvendo personagens do anime Naruto; 2. Conhecer e caracterizar (micro e macroscopicamente) os estados de agregação da matéria; 3. Diferenciar vapor e gás; 4. Compreender as transformações físicas envolvendo os estados da matéria.	1. Estados físicos da matéria; 2. Estado gasoso (vapor e gás); 3. Transformações físicas.	100	1. Apresentação de trechos do anime Naruto em que a personagem Mei Temure utiliza seu jutsu estilo vapor; 2. Levantar questionamentos sobre os conceitos e as relações estabelecidas no anime; 3. Aula teórica sobre estados de agregação da matéria e transformações físicas.
1. Compreender as transformações físicas envolvendo os estados da matéria.	1. Fusão, solidificação, vaporização (calefação, ebulição e evaporação), condensação, sublimação e ressublimação.	100	1. Atividade experimental de verificação envolvendo mudanças de estados de agregação de materiais.
1. Sintetizar os conhecimentos apreendidos nas aulas anteriores; 2. Verificar se, partindo de conceitos do nosso mundo, há sentido nas explicações da técnica do estilo vapor do jutsu da personagem Mei Temure, do anime Naruto.	1. Estados físicos da matéria; 2. Transformações físicas; 3. Processos endo e exotérmicos.	50	1. Apresentar o CaD 8, utilizando recursos multimídias, e discutir cada frame (slide/quadro) do CaD 8, a luz do que foi estudado anteriormente.

PLANO DE AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA RELACIONADA AO CARD DIGITAL DO KING (CaD 9)			
Objetivo Geral: motivar os alunos do Ensino Médio ao estudo da Química e auxiliar na compreensão dos conceitos relacionados a estados de agregação da matéria e transformações físicas.			
Objetivos Específicos	Conteúdos	Tempo (min)	Desenvolvimento metodológico
1. Despertar o interesse dos alunos sobre conceitos químicos a partir das habilidades e cenas envolvendo personagens do anime Nanatsu no Taizai; 2. Conhecer e caracterizar (micro e macroscopicamente) os estados de agregação da matéria; 3. Compreender as transformações físicas envolvendo os estados da matéria.	1. Estados físicos da matéria; 2. Transformações físicas.	100	1. Apresentação de uma luta entre dois personagens (King e Meliodas) do anime Nanatsu no Taizai, em que o personagem King condensa água presente na atmosfera; 2. Levantar questionamentos sobre os conceitos que são utilizados no anime; 3. Aula teórica sobre estados de agregação da matéria e transformações físicas.
1. Compreender as transformações físicas envolvendo os estados da matéria.	1. Fusão, solidificação, vaporização (calefação, ebulição e evaporação), condensação, sublimação e ressublimação.	100	1. Atividade experimental de verificação envolvendo mudanças de estados de agregação de materiais.
1. Sintetizar os conhecimentos apreendidos nas aulas anteriores.	1. Estados físicos da matéria; 2. Transformações físicas; 3. Processos endo e exotérmicos.	50	1. Apresentar o CaD 9, utilizando recursos multimídias, e discutir cada frame (slide/quadro) do CaD 9, a luz do que foi estudado anteriormente.