

Da ficção à Educação: desvendando transformações da matéria nos animes *Dr. Stone* e *AniQuimera*

From fiction to education: Unveiling matter and its transformations in the animes *Dr. Stone* and *AniQuimera*

 Alef Bruno dos Santos¹

 Edgar Perin Moraes²

¹Escola Cidadã Integral (ECI) Serveliano de Farias Castro, Caraúbas, PB, Brasil.
Autor Correspondente: alef.santos@professor.pb.gov.br

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Instituto de Química, Natal, RN, Brasil.

Resumo: Este estudo analisa o quarto episódio de *Dr. Stone* e o primeiro de *AniQuimera*, com o objetivo de explorar novas estratégias no ensino que favoreçam a participação e o aprendizado dos alunos. Utilizando uma abordagem qualitativa e indutiva, a pesquisa envolveu 28 alunos do primeiro ano do Ensino Médio e resultou na criação colaborativa do *webtoon AniQuimera*, que trata de conceitos de Mudanças Físicas e Químicas da Matéria. A análise dos mapas mentais elaborados pelos alunos mostrou que o uso de *animes* como ponto de partida para discussões e organizadores prévios promoveu uma aprendizagem significativa. Embora os *animes* por si só não garantam esse tipo de aprendizagem, a discussão subsequente e a criação do *webtoon* foram eficazes. O *AniQuimera*, disponível online em português, inglês e espanhol, obteve alto índice de acessos e foi validado por 88 estudantes, incluindo alunos do 9º ano e do Ensino Médio.

Palavras-chave: Ensino de Química; Ensino médio; Animes; Aprendizagem significativa; Processo de ensino-aprendizagem.

Abstract: This study analyzes the fourth episode of *Dr. Stone's* anime and the first episode of the *AniQuimera* webtoon to explore new instructional strategies that enhance student participation and learning. Using a qualitative and inductive approach, the research involved 28 first-year middle school students and resulted in the collaborative creation of the *AniQuimera* webtoon, which addresses concepts of physical and chemical changes in matter. Analysis of the mental maps created by the students showed that the use of anime as a starting point for discussion and as an advance organizer promoted meaningful learning. Although anime alone does not guarantee this type of learning, the subsequent discussion and creation of the webtoon proved effective. *AniQuimera* is available online in Portuguese, English, and Spanish. It had a high access rate and had been validated by 88 students, including ninth-graders and middle-school students.

Keywords: Chemistry teaching; Secondary education; Animes; Meaningful learning; Teaching-learning process.

Recebido: 07/03/2024
Aprovado: 25/07/2024



Introdução

A Educação Química tem concentrado suas pesquisas na compreensão das exigências quanto ao conhecimento e habilidades que os alunos necessitam adquirir e aplicar no contexto do saber químico, na avaliação da manifestação de uma compreensão coesa e prática da química pelos estudantes, e na identificação de evidências relacionadas a metodologias que possam eficazmente colaborar com o processo de aprendizado (Cooper; Stowe, 2018). No entanto, abordar tais questões é intrincado, dada a natureza essencialmente indireta das evidências disponíveis sobre a compreensão dos estudantes. Os processos cognitivos envolvidos são regidos por complexas linhas de raciocínio intuitivo, incorporando a associação com conhecimentos prévios, que, por sua vez, dependem de capacidades de reconhecimento e generalização, englobando também julgamentos afetivos, que abarcam confiança e afeto (Talanquer, 2014).

Dentre as inovações mais amplamente reconhecidas no ensino e aprendizagem de química, destacam-se aquelas relacionadas a implementação de recursos educacionais tecnológicos, abrangendo desde simulações de fenômenos até visualizações do mundo submicroscópico, além de materiais e testes computadorizados (Cooper; Stowe, 2018). Em um contexto global interconectado, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) têm sido agentes determinantes de transformações em diversos setores da sociedade, inclusive no âmbito educacional de química, por meio da oferta de recursos instrucionais (Henriques; Ferreira; Silveira, 2023; Mata; Silva; Mesquita, 2021; Moreno; Heiddelmann, 2017; Sepúlveda; Cañas Urrutia; Bobadilla Gómez, 2018; Silva; Lins; Leão, 2019), embora sejam evidentes situações-limites em suas aplicações (Guaita; Gonçalves, 2022). Diante da crescente disponibilidade de recursos educacionais tecnológicos, tais como simulações computacionais, realidade virtual, metaverso, *animés*, *webtoons*, conteúdo online, aplicativos interativos (Sacramento; Menezes, 2023) e vídeos educacionais de elevada qualidade, os educadores encontram-se munidos de ferramentas robustas para enriquecer substancialmente o processo de ensino e aprendizagem.

Por conseguinte, surgem convicções acerca das múltiplas oportunidades para a inovação do ensino de qualidade. Sob esta perspectiva, delineia-se uma abordagem educacional caracterizada pela constante avaliação, na qual o processo de ensino e aprendizagem se interconectam intrinsecamente (Braathen, 2012; Borreguero *et al.*, 2017). Avaliar os elementos distintos do ensino e da aprendizagem, é possibilitar dimensionar as ações para a significação dos elementos do novo conhecimento. Nesse contexto, o professor é peça fundamental no quebra-cabeça da aprendizagem com significados, fazendo emergir do discente seu protagonismo, a partir das práticas pedagógicas (Braathen, 2012; Filgueira; Silva, 2017).

O metaverso, um ambiente virtual de interação, tanto real quanto fictícia, emerge como um elemento de significativa relevância nos processos de ensino e de aprendizagem, contribuindo para a promoção do protagonismo discente. Através da apresentação de diversos gêneros textuais, que incluem códigos, diálogos, imagens, sons e/ou vídeos, o metaverso facilita a interação com o público, proporcionando um espaço propício para o desenvolvimento de habilidades essenciais, como observação, identificação, formulação de hipóteses, compreensão, argumentação e explicação (Schlemmer; Backes, 2008). Por outro lado, os desenhos animados cultivam competências por meio da comunicação, que incorpora aspectos emocionais, sensoriais e racionais, expressos na narrativa de

uma história presente em um *anime* ou *webtoon*, exemplificando a amplitude das potencialidades educacionais dessas ferramentas (Leles; Miguel, 2017).

Cabe ressaltar que a maioria dessas ferramentas, embora não tenha como principal desígnio a produção direta de conhecimento científico, desempenha uma função na transmissão de informações sobre determinado tema, configurando-se, portanto, como uma distinta ferramenta didática que integra as dimensões da arte, tecnologia e educação. Consciente de que a linguagem, as imagens, os cenários e/ou os sons, variáveis conforme o gênero de divulgação, têm a capacidade de fornecer concepções alternativas e, por vezes, distorções conceituais, sua incorporação no contexto educacional requer uma análise, planejamento e avaliação prévios, alinhados com os objetivos específicos de ensino e aprendizagem a serem alcançados (Cabral; Nogueira, 2019; Machado; Silveira, 2020).

Os *animes*, sejam em formato audiovisual, mangá, histórias em quadrinhos ou *webtoon*, transcenderam as barreiras do público-alvo, alcançando diversas faixas etárias. Tais produções têm o potencial de impactar o paradigma do ensino tradicionalmente adotado nas instituições escolares, motivando os estudantes e reconfigurando a percepção da ciência química, assim como sua inter-relação com outras disciplinas do conhecimento (Cabral; Nogueira, 2019; Machado; Silveira, 2020). Apesar da expressiva popularidade de *animes* provenientes de franquias renomadas, como *Naruto*, *Pokémon*, *Digimon*, *Dragon Ball Z*, *Yu-Gi-Oh*, *Cavaleiros do Zodíaco*, entre outras, é notável a escassez de produções acadêmicas que detalhem e apresentem resultados derivados de sua aplicação no contexto dos processos de ensino e de aprendizagem, especialmente quando comparados a outras ferramentas provenientes da Cultura Popular e Visual (Ryu *et al.*, 2020).

Neste contexto, Santos e Meneses (2019) empregaram um episódio de *Pokémon* para explorar conceitos de química e física junto a estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. Adicionalmente, Santos e Moraes (2023a) demonstraram a eficácia de 12 episódios da série anime *Dr. Stone* como facilitadores na organização do conhecimento prévio dos alunos. Em uma abordagem complementar, Santos e Moraes (2023b) empregaram o primeiro episódio de *Fullmetal Alchemist* como uma ferramenta sistematizadora de conceitos de química no contexto de estudantes da 2ª série do Ensino Médio. Este conjunto de pesquisas ressalta a potencialidade do uso de *animes*, inicialmente concebidos sem propósitos didáticos, como recursos pedagógicos em sala de aula, visando a significativa aprendizagem do indivíduo.

Os *animes* emergem como uma ferramenta lúdica com considerável potencial para motivar, envolver e estimular o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem, proporcionando uma abordagem divertida, prazerosa e significativa. É determinante salientar que despertar o interesse dos alunos não garante automaticamente a internalização dos elementos do aprendizado. No entanto, é possível reconhecer que a motivação do indivíduo representa o primeiro passo para atingir os objetivos do ensino (Filgueira; Silva, 2017).

David Ausubel descreve que a aprendizagem verbal significativa envolve uma interação ativa e integrativa entre o material instrucional e as ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, resultando na geração de novos significados (Ausubel, 2010). O autor também propôs a utilização de um organizador avançado como estratégia para auxiliar os alunos na integração de suas ideias preexistentes com novos conceitos. Os organizadores são instrumentos introdutórios concebidos para estruturar os elementos existentes na configuração cognitiva, preparando a base para a discussão de novas informações, os chamados subsunçores. Esta estratégia visa estabelecer uma conexão entre o conhecimento prévio, seja ele de natureza científica ou de senso comum, e o

novo conhecimento, estabelecendo relações de causa e efeito (Azevedo, 2013; Brum; Schuhmacher; Silva, 2016; Martínez *et al.*, 2017; Moreira; Sousa; Silveira, 1982; Ribeiro; Silva; Koscianski, 2012). Ribeiro, Silva e Koscianski (2012, p. 172) descreveram que “[...] um bom organizador prévio prepara o terreno para a chegada de novas informações, ativando memórias, destacando conceitos e conhecimentos prévios que o aluno tenha e que poderão ser usados para ancorar as novas informações”.

Dado o caráter introdutório, apresentado antecedendo a discussão conceitual, os organizadores revelam-se distintos de sumários, textos, imagens ou notas de rodapé frequentemente encontrados no início dos livros didáticos. Essa ferramenta evidencia um patamar mais elevado de abstração conceitual, generalidade, correlação e inter-relação com o ambiente do sujeito, seja ele real ou virtual, em comparação aos conceitos curriculares (Azevedo, 2013; Brum; Schuhmacher; Silva, 2016; Moreira; Sousa; Silveira, 1982; Ribeiro; Silva; Koscianski, 2012).

Os organizadores podem ser categorizados como comparativos e expositivos. Os comparativos, sendo ferramentas mais familiares aos estudantes e de compreensão mais acessível, desempenham o papel de discriminadores de ideias, estabelecendo relações diretas de comparação e associação. Em contrapartida, os organizadores expositivos, considerados mais adequados para o processo, possibilitam a construção de elementos mais relevantes, exigindo um nível de abstração mental mais elevado, uma vez que o organizador é desconhecido pelo aprendiz, facilitando, assim, uma compreensão significativa da aprendizagem. É importante destacar que não é possível predeterminar a classificação do organizador antes de sua aplicação, e este pode receber mais de uma classificação, dependendo do indivíduo que o utiliza (Moreira, 2008; Moreira; Sousa; Silveira, 1982).

Diante das considerações expostas, visando explorar e consolidar estratégias na Educação Química, este estudo propôs a análise do impacto da aplicação de episódios de *animes* no ensino fundamental e médio, com foco nos episódios 4 de *Dr. Stone* e um de *AniQuimera*, a fim de investigar suas potencialidades e contribuições nos processos de ensino e de aprendizagem. A pesquisa teve como objetivo responder à indagação: *quais são as contribuições decorrentes da utilização desses episódios na aprendizagem significativa de transformações físicas e químicas?* Adicionalmente, buscou-se desenvolver um Produto Educacional, um episódio colaborativamente construído com os estudantes em formato de *webtoon*, abordando conceitos científicos.

Percurso metodológico

Para a construção do percurso metodológico, buscou-se analisar o perfil dos estudantes em relação ao consumo de *animes*, o conhecimento da saga a ser utilizada (*Dr. Stone*) e o sexo dos indivíduos. O desenvolvimento baseou-se em oito etapas sequenciais, delineadas conforme representado no fluxograma (**figura 1**), que guiou o desenvolvimento subsequente do estudo.

Figura 1 – Etapas de construção do trabalho



Fonte: elaborada pelos autores.

A fase inicial da elaboração da proposta correspondeu à *fase exploratória*, cujo propósito foi delimitar as ações a serem desenvolvidas. Nessa etapa, definiu-se a natureza do trabalho, os sujeitos da pesquisa, os conceitos a serem abordados e os instrumentos a serem utilizados (André, 2013; Godoy, 1995a). A abordagem adotada no presente estudo foi de natureza qualitativa, pautada na análise e compreensão do mundo empírico por meio de dados descritivos. Esta abordagem visou responder à questão problema previamente mencionada, caracterizando o estudo como um caso específico. O docente pesquisador estabeleceu contato direto com o ambiente de estudo, a sala de aula, e com os estudantes, sujeitos da pesquisa.

Esse tipo de ação metodológica não possui uma estrutura rígida, sendo moldável quando necessário para seguir as etapas pensadas, caracterizando-se como um estudo intrínseco, já que analisa e discute um caso específico, da utilização de *animés* para a discussão das transformações da matéria estudadas no ensino fundamental e médio em Química. Em sequência, configurando-se como um estudo documental do tipo iconográfico, se desenvolveu a análise dos possíveis *animés* a serem utilizados, a partir da codificação das informações transmitidas, com o objetivo de identificar elementos necessário para funcionar como um organizador prévio do conhecimento para a discussão do conteúdo supracitado (André, 2013; Godoy, 1995b; Moreira, 2008).

Por conseguinte, procurando entender as contribuições da utilização dos *animés*, os autores do trabalho se preocuparam com a compreensão em sua totalidade do fenômeno e sua complexidade como um todo. Com isso, a obtenção dos dados ocorreu por meio da observação participante, notas de campo, produção de nuvens de palavras a partir das anotações e a transcrição de mapas mentais produzidos pelos estudantes (André, 2013; Bretz, 2001; Bogdan; Biklen, 1994; Flick, 2004; Godoy, 1995a; Kraisig; Braibante, 2017).

Nesse viés, as atividades foram desenvolvidas no Colégio de Nossa Senhora do Carmo (CNSC), localizado em Nova Cruz, cidade do interior do estado do Rio Grande do Norte, região agreste, com 28 estudantes (12 meninos e 16 meninas) da 1ª Série do Ensino Médio, com faixa etária entre 14 e 16 anos durante o ano letivo de 2021. É relevante ressaltar que antes do desenvolvimento da proposta, apresentou-se o Termo de Assentimento (TA), para melhor segurança do pesquisador e pesquisado, bem como a solicitação e assinatura da Carta de Compromisso Escolar junto a coordenação e direção da instituição, pois foi necessário a utilização dos espaços para o desenvolvimento da

proposta e pesquisa. Após a assinatura do TA, e o consentimento da equipe diretiva do colégio, a proposta em questão desenvolveu-se durante as aulas da disciplina de Química.

Partindo dos elementos citados no texto, um dos objetivos do trabalho foi promover a inserção do anime *Dr. Stone*, como ferramenta de ensino e discutir suas contribuições no processo de significação da aprendizagem no conteúdo apresentado. Desse modo, utilizou-se o quarto episódio que possibilita a abordagem da temática em questão, a partir das informações transmitidas na narrativa da produção cinematográfica, observada e discutida no artigo publicado por Santos e Moraes (2023).

Com uma duração aproximada de 25 minutos, a ferramenta foi empregada no início da aula, que consiste em dois períodos de 45 minutos cada. Este uso inicial teve como intuito fornecer um ponto de partida para as futuras discussões, sem antecipar o conteúdo a ser estudado, uma vez que o propósito da utilização do anime é organizar a estrutura cognitiva dos indivíduos. Posteriormente, os estudantes foram incentivados a dialogar e registrar possíveis informações científicas apresentadas. Importante salientar que trechos específicos do episódio eram revisados quando solicitados pelos estudantes para a observação de algum fato ou fenômeno citado.

Nas aulas subsequentes foi totalizado quatro períodos, divididos em dois momentos, o objetivo consistiu em avaliar a assimilação das ideias pelos estudantes por meio da correlação dos conceitos, e contextos estabelecidos no anime. Nesse contexto, o conteúdo referente às mudanças físicas e químicas da matéria foi apresentado e discutido. Posteriormente, em dois períodos adicionais, os alunos foram instruídos a elaborar mapas mentais, visando analisar os significados atribuídos aos elementos de aprendizagem e identificar possíveis dificuldades na compreensão e/ou relação entre conceitos e contextos que pudessem surgir.

É válido ressaltar que os mapas mentais produzidos pelos estudantes foram analisados e separados em três grupos. No primeiro grupo ficaram os mapas que foram julgados como possuindo todos os elementos esperados em relação aos conceitos, as narrativas das histórias dos *animes* e ao cotidiano. No segundo grupo, estavam aqueles que possuíam um número relevante de conceitos, mas as relações entre os conceitos e os contextos não apresentavam um alto grau de relevância. Por fim, no terceiro grupo, estavam os mapas dos estudantes que apresentaram pouca ou nenhuma relação entre os conceitos e o contexto, servindo de base para a correção de rota. Por fim, um exemplar de cada grupo foi selecionado para apresentação e discussão.

Por conseguinte, em contraturnos, a elaboração do Produto Educacional (PE), construído de forma colaborativa, foi embasada na necessidade de melhorias para os processos de ensino e de aprendizagem. Desse modo, o PE tratou-se de um episódio de um anime em formato de *webtoon*, intitulado *AniQuimera*, que possibilitou discutir o conteúdo de transformações físicas da matéria, presente na estrutura curricular da educação básica conforme orienta Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018; Moreira; Nardi, 2010).

Nesse contexto, o anime *AniQuimera* foi roteirizado pelo professor da turma, Alef Santos, e discutido coletivamente com todos os estudantes para possíveis alterações nos cenários, personagens e falas. Em sequência, a partir dos dados obtidos sobre o perfil dos estudantes e buscando abranger o maior número de leitores, foram criados um menino e uma menina para serem os personagens principais. A estudante Heloyse Cavalcante foi responsável pelos desenhos dos personagens, enquanto o professor cuidou das cenas.

As traduções ficaram a cargo do professor Cleiton Clemente, que se voluntariou para essa tarefa. O professor Edgar Moraes fez a avaliação final antes da publicação, que ocorreu em julho de 2022.

A aplicação e validação do Produto Educacional (PE) foram realizadas junto a 88 estudantes pertencentes a mesma instituição, distribuídos entre 38 do 9º ano, 24 da 2ª Série e 26 da 3ª Série do último ciclo da educação básica durante o ano letivo mencionado. A utilização do *webtoon* seguiu o mesmo percurso metodológico adotado para o anime *Dr. Stone* nas respectivas turmas, ao longo de quatro aulas, com o objetivo de avaliar a capacidade da ferramenta em organizar o conhecimento prévio dos estudantes, abarcando tanto o senso comum quanto o conhecimento científico.

Resultados e discussão

Antes de apresentar o vídeo do anime *Dr. Stone*, foi fornecida uma explicação aos estudantes sobre a estratégia de iniciar a aula utilizando a ferramenta como ponto de partida para as discussões de conteúdo, sem explicitar os temas abordados, a fim de preservar a natureza e finalidade do organizador prévio do conhecimento. Esse esclarecimento foi incorporado como medida preventiva para evitar possíveis comentários que pudessem descaracterizar a proposta. Observou-se que os estudantes ao receberem essa orientação, demonstraram entusiasmo e curiosidade em relação ao anime, ansiosos por descobrir o enredo da história e os conceitos a serem explorados.

Perfil dos estudantes

Nesse contexto, traçar o perfil dos estudantes possibilita compreender a participação dos indivíduos durante as aulas, permitindo identificar a relação das produções com os seus significados de aprendizagem. Nesse viés, dos 28 estudantes, 15 são consumidores da cultura otaku (termo utilizado para pessoas que têm interesse em *animes* e mangás), dos quais seis conheciam o anime *Dr. Stone*, sendo cinco meninos e uma menina. Esses dados ressaltam o perfil geral dos espectadores de sagas que envolvem ação, aventura, cenas de violência e amizade entre os personagens, cujos principais são do sexo masculino. Essas características foram apontadas por Batistella (2021) como elementos primordiais para atrair esse grupo de jovens. A autora resalta que “[...] o mangá para meninas é chamado de *shōjo* (garota jovem em japonês) e tem como tema comum as histórias de amor, mas com tendências ao formato clássico dos contos de fadas” (Batistella, 2021, p. 7).

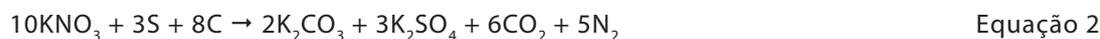
Análise iconográfica do 4º episódio de Dr. Stone

Denominado Disparar Sinais de Fumaça, a análise do episódio 4 da saga corrobora as observações apresentadas por Santos e Moraes (2023). Sob essa perspectiva, a narrativa delinea a fabricação de pólvora pelos personagens, visando criar armas de fogo como meio de defesa em potenciais confrontos contra um adversário mais robusto. Nesse contexto, Senku, protagonista da trama, minuciosamente descreve e explica aos seus companheiros que carvão, enxofre e nitrato de potássio são os reagentes essenciais para alcançar o objetivo predefinido.

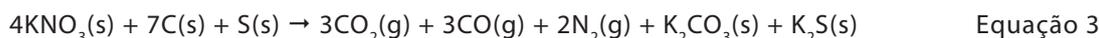
A queima da pólvora não ocorre como uma única reação, resultando em subprodutos que não são facilmente previsíveis. Uma simplificação da reação é expressa na equação 1.



Uma representação simplificada e balanceada adicional desta reação é fornecida pela equação 2.



As proporções exatas dessa composição podem variar, e a reação mencionada pode ser expressa conforme a equação 3 (REGO *et al.*, 2011).

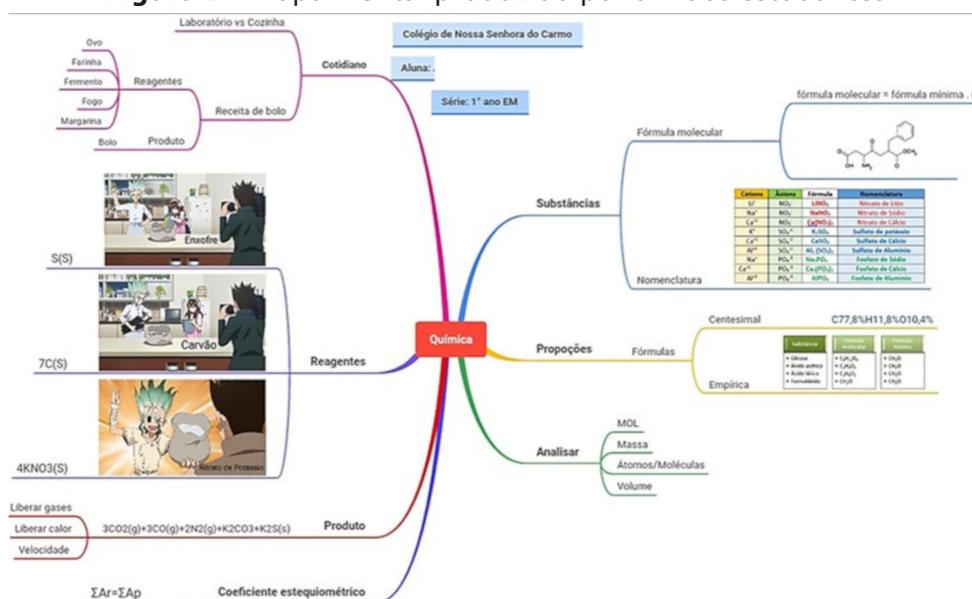


No referido episódio, são observáveis aspectos relacionados aos conceitos de liberação de energia, estados físicos das substâncias, utilização da linguagem científica e a conexão entre o laboratório e a cozinha. Essa abordagem possibilitou a discussão das semelhanças e diferenças nas transformações ocorridas nos referidos ambientes. Dessa forma, pode-se inferir que o episódio em questão abrange os elementos necessários para a exploração da Competência 1 e das Habilidades 101, 205 e 301, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o conteúdo de Transformações Químicas (Brasil, 2018).

Efeitos da discussão do Anime Dr. Stone em sala de aula

Para determinados estudantes, a narrativa da saga *Dr. Stone* era familiar, configurando o anime como um organizador prévio comparativo. Nesse contexto, ele desempenhou o papel de discriminador do conhecimento, permitindo estabelecer relações diretas de comparação entre o conhecimento prévio do estudante e os novos elementos de aprendizagem, conforme ilustrado na produção do estudante na **figura 2** (Moreira, 2008; Moreira; Sousa; Silveira, 1982).

Figura 2 – Mapa mental produzido por um dos estudantes

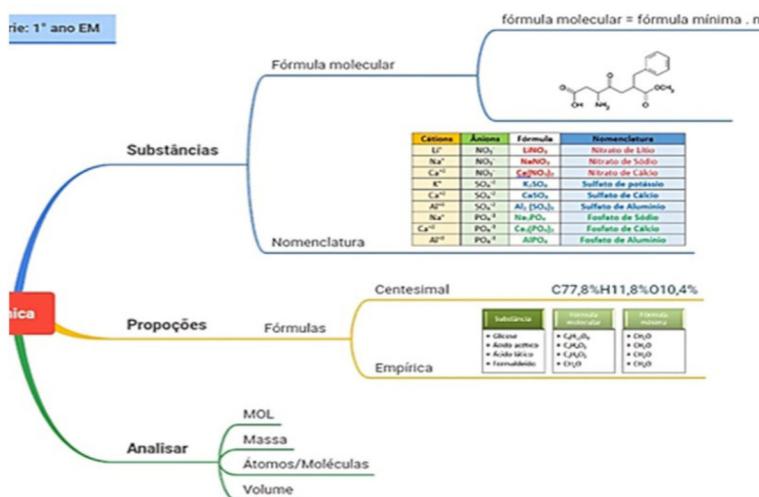


Fonte: elaborada pelos autores.

Cabe destacar que o conhecimento prévio nem sempre se limita ao senso comum, ele pode também se configurar como conhecimento científico, estabelecendo, por meio de um adequado organizador, relações com o novo conhecimento.

O discente, responsável pelo primeiro esquema (**figura 2**), estabeleceu correlações entre os aspectos dos reagentes, produtos e evidências da transformação retratada no anime e os conceitos previamente abordados, como fórmula molecular, nomenclatura, proporções e grandezas (**figura 2A**).

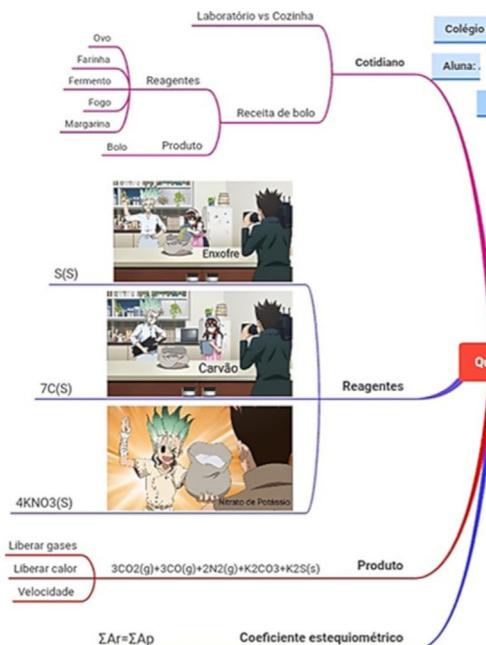
Figura 2A – Zoom do lado direito do Mapa que estabelece as relações conceituais



Fonte: adaptada de Santos (2022).

Adicionalmente ele conectou o ambiente do laboratório à cozinha, vinculando a transformação química à ideia de preparação de um bolo (**figura 2B**). Uma observação relevante foi o uso de imagens das cenas do anime, destacando cores mais intensas no lado direito em comparação com as menos intensas no lado esquerdo do esquema, evidenciando uma hierarquia de importância para o novo conhecimento adquirido (**figura 2**).

Figura 2B – Zoom do lado esquerdo do Mapa que estabelece as relações com o cotidiano do aluno

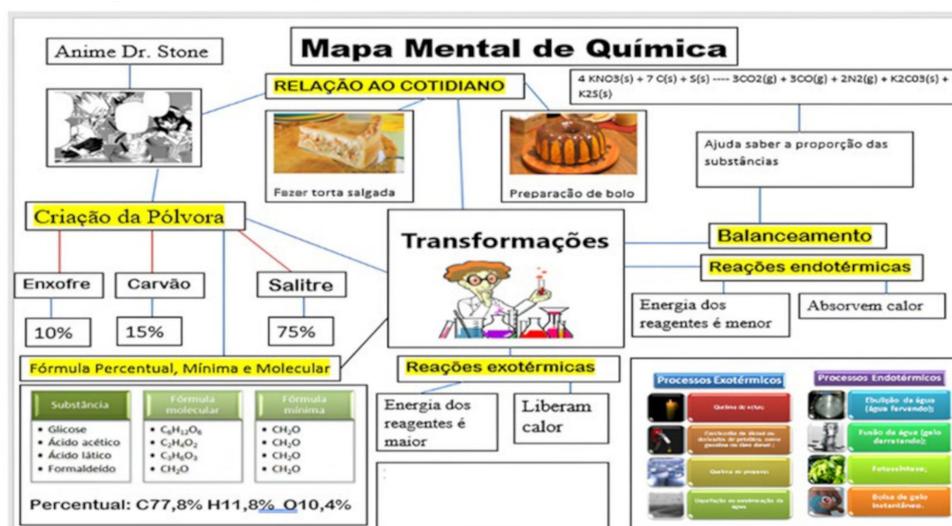


Fonte: adaptada de Santos (2022).

Os mapas mentais desempenham o papel de uma ferramenta diagnóstica da assimilação do conhecimento pelos estudantes, oferecendo uma avaliação abrangente do processo de ensino. Esses mapas consistem de nós que representam conceitos e ligações, revelando as relações entre esses conceitos. Nessa perspectiva, Joseph D. Novak e sua equipe da Universidade de Cornell desenvolveram a ideia do mapa conceitual como um meio de representar o conhecimento emergente em ciências. A teoria subjacente aos mapas conceituais é baseada nas teorias cognitivas de David Ausubel, que enfatizou a importância do conhecimento prévio para a aprendizagem significativa (Novak, 2009; Moon *et al.*, 2011). Nessa perspectiva, a utilização dessa ferramenta permite uma análise aprofundada das lacunas na compreensão conceitual dos alunos, possibilitando a implementação de ações corretivas antes da adoção da avaliação *tradicional* nas instituições educacionais, conforme preconizado por Braathen (2012).

Divergindo do aluno encarregado da **figura 2**, o autor do segundo mapa mental (**figura 3**), embora familiarizado com a saga, optou por não incorporar as imagens pertinentes ao episódio do anime em questão.

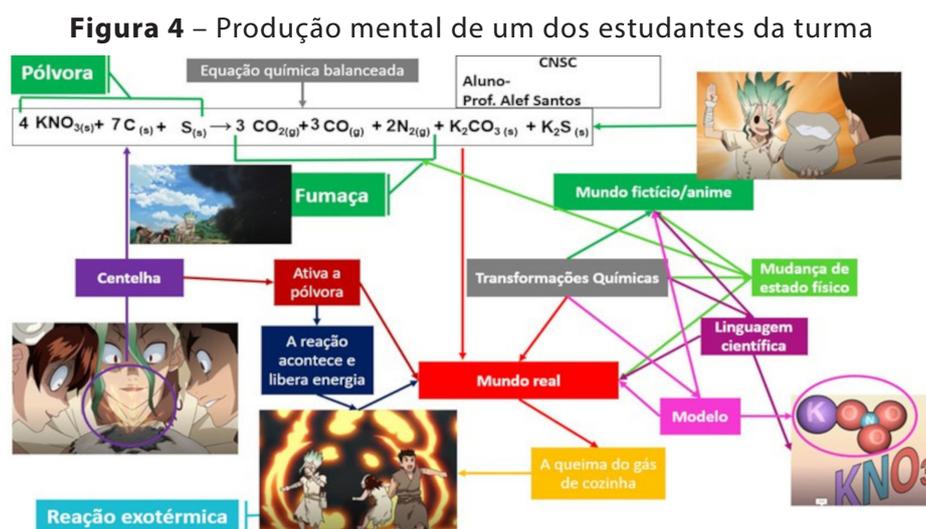
Figura 3 – Produção mental de um dos estudantes da turma



Fonte: elaborada pelos autores.

Um aspecto notável no mapa mental da **figura 3**, é a conexão estabelecida pelo estudante entre o anime e o cotidiano, evidenciando o papel do episódio como um organizador comparativo. A familiaridade do aluno com o anime permitiu a expressão de conceitos relacionados a energia, embora sua interconexão não tenha sido completamente clara, indicando uma compreensão parcial do conceito. Além disso, são observáveis exemplos isolados de processos endotérmicos e exotérmicos, aos quais o aluno não conseguiu associar em sua produção. Nesse contexto, a produção do mapa mental serviu como ponto de partida para a implementação de uma aula corretiva, demonstrando a importância de revisar e ajustar o processo de aprendizagem.

A produção apresentada na **figura 4** é proveniente de um estudante que não tinha conhecimento prévio do anime *Dr. Stone*. Nesse contexto, a ferramenta desempenhou o papel de um organizador prévio expositivo, conforme recomendado pela literatura como preferencial, para alcançar a aprendizagem significativa, dado seu requisito de maior abstração conceitual por parte do indivíduo.



Fonte: elaborada pelos autores.

O estudante estabeleceu conexões entre os elementos significantes do mundo fictício do anime com o mundo real, integrando os conceitos, a linguagem e o modelo explicativo utilizados em ambos os cenários. Adicionalmente, pode-se deduzir o progresso conceitual ao mencionar que a fumaça, conhecimento do senso comum, consiste nas partículas resultantes da reação. Um ponto relevante a ser destacado é a comparação entre a transformação química que libera energia apresentada no episódio e a combustão do gás de cozinha.

As diferenças destacadas nas representações internas dos estudantes evidenciam a singularidade com que cada indivíduo estrutura suas percepções, revelando a influência única que um mesmo recurso educacional pode exercer sobre cada um. Além disso, a proficiência tecnológica emerge como um fator importante, uma vez que os mapas 1 e 3 indicam um conhecimento prévio diferente daquele do autor do mapa 2. Nesse sentido, a comparação entre as produções de indivíduos distintos se mostra inviável, dada a singularidade da compreensão de cada um. As produções, no entanto, evidenciam os significados que cada aluno foi capaz de expressar.

O produto educacional anime AniQuimera em formato de Webtoon

O Produto Educacional (PE) *AniQuimera* consiste em um anime apresentado no formato de *webtoon*, um gênero textual específico. Esse recurso está disponível em duas versões distintas: uma destinada aos estudantes e ao público em geral, acessível pelo site <https://www.webtoons.com/en/>, e outra, elaborada especificamente para professores, acompanhada de um conjunto de orientações sobre a utilização da ferramenta, disponível na plataforma do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI)¹, um programa de pós-graduação que tem como objetivo principal proporcionar formação continuada, qualificada e atualizada em Química para professores da educação básica em todo o país (Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017).

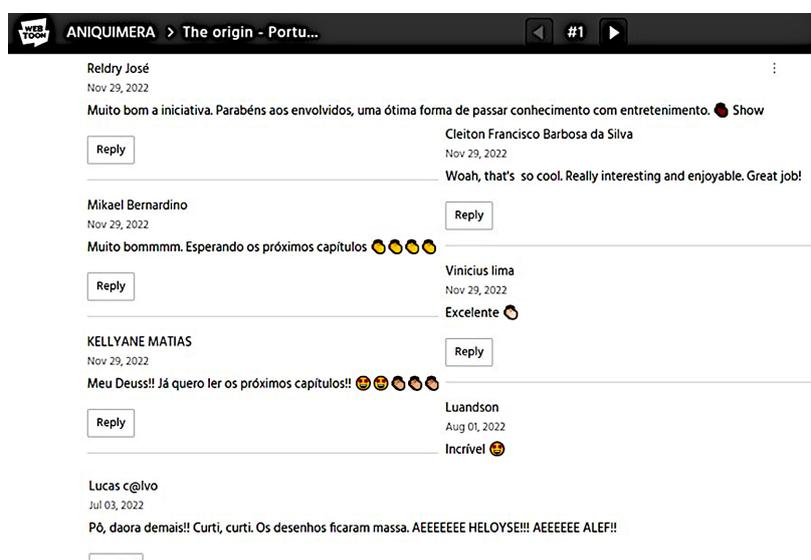
¹Programa de pós-graduação semipresencial, stricto sensu, na modalidade mestrado profissional, na área de Química com oferta nacional. É formado por uma rede de Instituições de Ensino Superior, no âmbito do Programa de Mestrado Profissional para Professores da Educação Básica (ProEB) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e coordenado pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, tendo a cogestão da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e o apoio das Instituições Associadas.

A versão destinada aos estudantes e ao público em geral não inclui orientações ou comentários adicionais sobre a saga. A narrativa é apresentada de maneira direta, para apreciação e leitura. Essa versão pode ser visualizada, 'baixada' e recebe comentários diretamente do espectador no perfil do *AniQuimera* no site do Webtoon (Santos, 2022).

Disponibilizado na rede a partir do dia 3 de julho de 2022, com publicações em português, inglês e espanhol e com o intuito de abranger o maior número de espectadores, o anime conta com mais de 1.209 visualizações (registro até o dia 4 de dezembro de 2023), indicando, a nosso ver, que foi bem recebido pelo público.

Em resumo, o anime em formato de *webtoon*, criado de forma colaborativa, tem se mostrado eficaz em atrair e manter o interesse, além de receber feedback positivo de diferentes espectadores, como demonstra a **figura 5**.

Figura 5 – Amostra de feedback de leitores do anime *AniQuimera* no site do Webtoon



Fonte: Santos (2022).

Nesse contexto, o episódio direciona seu enfoque à origem dos personagens, que desde tenra idade foram sequestrados para servir como sujeitos de testes de mutações em células-tronco. Essa abordagem baseada no conhecimento científico, busca criar soldados superpoderosos, aproveitando a rápida recuperação das células-tronco juvenis. A trama desvenda um projeto confidencial da cúpula americana, intitulado *AniQuimera*, explorando magistralmente as fascinantes transformações da matéria.

Efeitos da discussão do PE AniQuimera em sala de aula

O Produto Educacional *AniQuimera*, concebido e desenvolvido como um organizador prévio do conhecimento, objetiva estabelecer relações entre o saber prévio, conhecimento anterior dos indivíduos obtido através de experiências vivenciadas e/ou ensinamentos, e o novo saber, conhecimento derivado dos significados construídos durante o processo de aprendizagem, que envolve a aquisição de novas informações, habilidades e perspectivas.

Como criação inédita, desempenhou a função de um organizador prévio expositivo, categoria elencada na literatura como a mais propícia no contexto da busca pela aprendizagem significativa. Esta categorização se fundamenta na característica singular do *AniQuimera*, de não ser previamente conhecido pelos alunos, enquanto destaca

conceitos fundamentais, princípios e informações essenciais pertinentes ao conteúdo que será explorado. Adicionalmente, a produção reforçou a premissa de apresentar um nível de abstração mais elevado se comparado aos textos introdutórios usuais de livros didáticos e sumários, os quais tipicamente elucidam os conceitos de maneira direta, sem fomentar a análise crítica e a discussão necessárias para uma compreensão mais profunda (Azevedo, 2013; Brum; Schuhmacher; Silva, 2016; Moreira; Sousa; Silveira, 1982; Ribeiro; Silva; Koscianski, 2012).

Neste cenário, após a leitura do episódio gerou-se uma nuvem de palavras a partir das colocações que cada estudante fez em relação à sua interpretação das informações (imagens, sons e falas dos personagens) contidas na saga (**figura 6**).

Figura 6 – Nuvem de palavras a partir das ideias dos estudantes

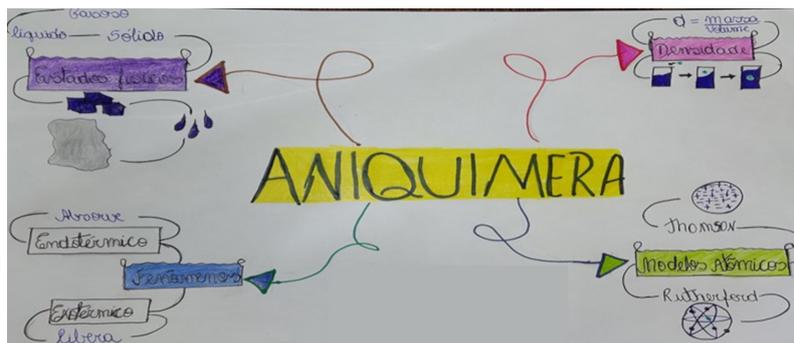


Fonte: elaborada pelos autores.

Ao analisar a **figura 6**, destaca-se o termo *derreteu*, na nuvem de palavras do 9º ano, claramente associado à transição de estado físico da barra de metal na cena 11 da saga. Essa observação evidencia o conhecimento prévio dos estudantes, relacionado a sua experiência de vida, podendo ser refinado e expandido com o uso de uma linguagem mais técnica, conforme demonstrado pelas outras turmas. A 3ª série do ensino médio apresentou o termo *fusão* para esta mudança de estado físico, além de uma quantidade mais significativa de expressões vinculadas aos domínios químico, físico e biológico, descritos com uma linguagem científica apropriada, indicando uma maior consistência em seus subsunçores quando comparada às séries anteriores.

A **figura 7** representa o mapa mental elaborado por um estudante do nono ano, após as discussões conceituais. É possível observar que o mapa apresenta conceitos que não foram abordados pela turma na nuvem durante as discussões, como o experimento de Rutherford e seu modelo atômico, o modelo atômico de Thomson, densidade e os fenômenos de absorção e liberação de calor. Esse resultado sugere que as discussões conceituais foram eficazes em estimular a produção de conhecimento do estudante, permitindo que ele estabelecesse conexões entre os conceitos discutidos e outros conceitos relacionados. Esse tipo de atividade é importante para o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem autônoma e para a construção de uma base sólida de conhecimentos em Química.

Figura 7 – Mapa mental de um estudante do 9º ano

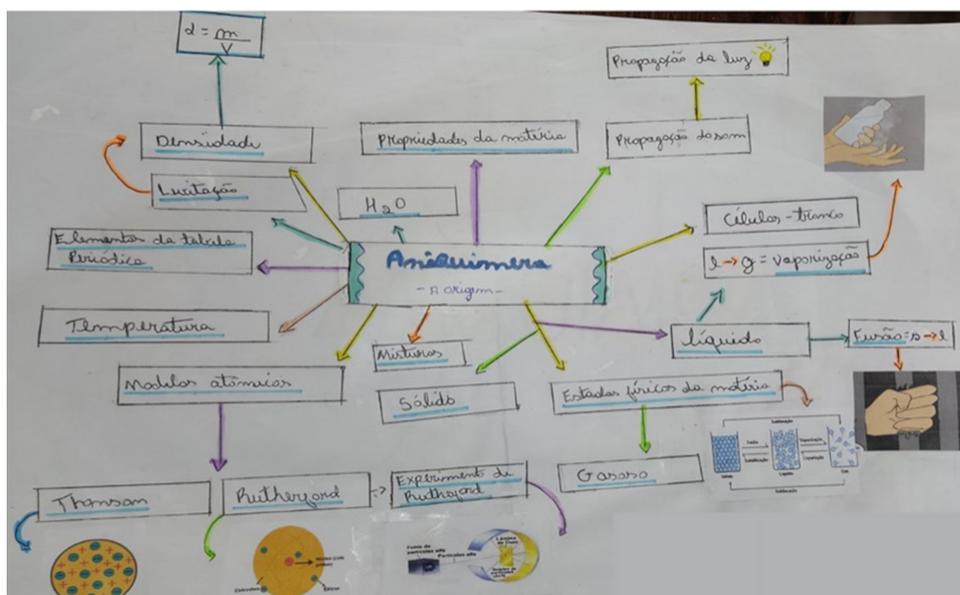


Fonte: elaborada pelos autores a partir do trabalho dos estudantes.

Conforme destacado por Gomes, Bastos e Lima, (2021), os mapas mentais têm como propósito evidenciar as relações cognitivas intrínsecas a uma determinada temática. Nesse contexto, é possível inferir que as relações delineadas pelo autor da produção apresentada na **figura 7** são fragmentadas, limitando-se a conexões conceituais. O estudante enfrenta dificuldades em expressar relações entre os conceitos, como, por exemplo, a correlação entre a energia envolvida na transição de estados físicos. Essa limitação pode estar relacionada à sua trajetória acadêmica.

A subsequente produção (**figura 8**) é oriunda de um estudante da 2ª série do ensino médio, revelando um número significativamente maior de conceitos científicos em comparação com a produção do aluno do 9º ano (**figura 7**). Contudo, é notável que a quantidade de imagens que estabelecem conexões entre as ideias é consideravelmente menor do que a de conceitos, um aspecto importante nos mapas mentais para avaliar os significados da aprendizagem.

Figura 8 – Mapa mental de um estudante da 2ª série do ensino médio



Fonte: elaborada pelos autores a partir do trabalho dos estudantes.

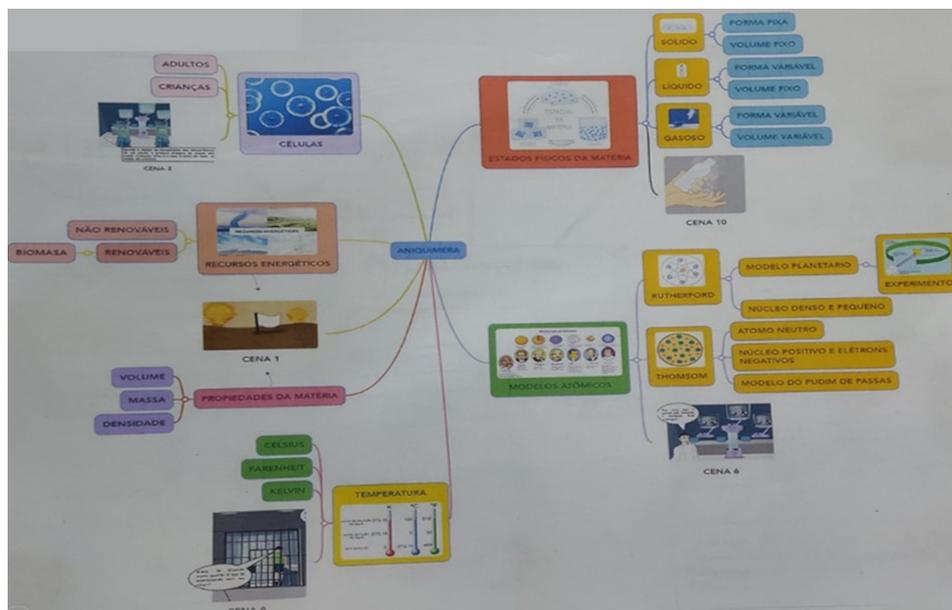
A despeito da profusão de conceitos, um panorama a ser considerado no que tange aos elementos que expressam significado em um mapa mental, são as cores. Embora as setas possuam cores distintas, as informações estão codificadas com a mesma cor, o que

sugere que o estudante atribui o mesmo nível de importância a todos os conceitos. No entanto, é meritório destacar os aspectos de natureza química apresentados de maneira coerente, tais como a transição de estados da matéria, exemplificada pela fusão no âmbito do anime, bem como a representação da fórmula molecular da água.

Não obstante, analisando o mapa apresentado na **figura 8**, é possível inferir conceitos alternativos de ligação de informações, como a propagação do som e da luz no canto superior direito da produção, que estão interligados. Nesse contexto, o mapa mental elaborado pelo estudante serviu como diagnóstico da aprendizagem, proporcionando uma avaliação do processo de ensino. Com base nisso, é possível ressignificar a aprendizagem da turma a partir de uma nova intervenção de discussão dos conceitos, mesmo que não sejam específicos da química.

Finalmente, pode-se observar o mapa mental de um estudante da 3ª série do Ensino Médio (**figura 9**). Neste mapa, o estudante demonstrou sua capacidade de expressar todos os elementos estruturais de um mapa, conforme encontrado na literatura, além de estabelecer relações e correlações com o contexto escolhido pelo sujeito.

Figura 9 – Mapa mental de um estudante da 3ª série do ensino médio



Fonte: elaborada pelos autores a partir do trabalho dos estudantes.

O aluno responsável pelo mapa da **figura 9** demonstrou seu modelo mental de compreensão dos elementos significativos de sua aprendizagem de forma satisfatória. Ele foi capaz de relacionar os conceitos e as cenas do episódio do anime, estabelecendo conexões entre as cores, apresentando conceitos que não foram evidenciados na nuvem da turma. Essa habilidade do aluno em elaborar um mapa mental estruturado, e repleto de relações pode ser um indicativo de uma compreensão mais aprofundada dos tópicos abordados.

Nesse contexto, destaca-se a variação na bagagem conceitual entre os indivíduos, refletindo o seu saber prévio individual. Importa salientar que o saber primário não se limita exclusivamente ao conhecimento do senso comum, como evidenciado em alguns termos na nuvem do 9º ano. Ele abrange todos os elementos presentes na estrutura cognitiva do sujeito, desempenhando o papel de ancoragem para a assimilação do novo conhecimento (Moreira, 2008; Moreira; Sousa; Silveira, 1982).

Essa compreensão da diversidade entre os indivíduos é fundamental para os educadores, pois permite adaptar o ensino de acordo com as necessidades e conhecimentos prévios dos alunos, garantindo uma melhor eficiência nos processos de ensino e de aprendizagem, estimular a discussão e o diálogo entre os estudantes, favorecendo o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e integrada dos conceitos aprendidos e desenvolver estratégias de ensino que promovam a construção de conhecimento construído e significativo, respeitando a bagagem conceitual de cada aluno.

Considerações finais

O anime *Dr. Stone*, em formato de animação, permitiu generalizar o modelo explicativo para a transformação apresentada por meio da representação visual concreta de nuances abstratas do conteúdo, viabilizando a visualização interativa de aspectos conceituais que dificilmente seriam evidenciados na prática, devido à complexidade da transformação, e a inexistência de um espaço físico adequado para tal ato.

É válido ressaltar que a utilização de um episódio de qualquer animação pode não ser aplicável a todos os níveis e contextos de ensino, uma vez que muitas não são ferramentas com finalidade pedagógica. Portanto, é fundamental que o professor planeje previamente, estabeleça os objetivos a serem alcançados e análise e extraia todos os elementos importantes a serem explorados na aula.

O anime *AniQuimera*, em formato de *webtoon*, mostrou-se uma ferramenta com grande potencial para a abstração mental, e como um bom organizador prévio do conhecimento, devido a sua forma de divulgação que requer do indivíduo imaginação para compreender as situações e informações descritas por meio de imagens e textos, criando em sua estrutura cognitiva um *ambiente vivo*. Nesse contexto, o termo destacado refere-se a um espaço mental dinâmico e interativo, criado na mente do estudante enquanto ele é exposto, e processa as informações da ferramenta. Com isso, as imagens e os textos do anime interagem e se transformam, contribuindo para uma compreensão mais profunda das situações em que os conceitos são apresentados podendo estabelecer relações com o mundo a sua volta.

Por fim, pode-se considerar que a proposta desenvolvida é de grande valia para o cenário educacional atual, e este trabalho pode funcionar como uma 'via de mão dupla', relatando a proposta e possibilitando seu aprimoramento e aplicação em outras turmas e escolas em todo o país. Além disso, credencia a possibilidade de outros professores se motivarem e criarem ferramentas voltadas para a educação básica. Portanto, a utilização de *animes* na Educação Química surge como mais uma alternativa com grande potencial e possibilidade no processo de ruptura da aprendizagem mecânica, desenvolvida em busca da aprendizagem com significado.

Referências

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? *Revista da FAEEBA: educação e contemporaneidade*, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, 2013.

AUSUBEL, D. P. *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Amsterdam: Springer, 2010.

AZEVEDO, R. L. Uso de organizadores prévios na aprendizagem significativa do eletromagnetismo. *Acta Scientiae*, Canoas, RS, v. 15, n. 2, p. 304-320, 2013. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/379/0>. Acesso em: 20 jan. 2021.

BATISTELLA, D. *Futari H*: Representation of Japanese society and sexuality through the images of manga and anime. [2021]. Disponível em: <https://tinyurl.com/ye28wjpx>. Acesso em: 2 out. 2024.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRAATHEN, P. C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem em química. *Revista Eixo*, Brasília, DF, v. 1, n. 1, p. 63-69, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base nacional comum curricular*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

BRETZ, S. L. Novak's theory of education: Human constructivism and meaningful learning. *Journal of Chemical Education*, Washington, DC, v. 78, n. 8, p. 1107, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed078p1107.6>.

BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E.; SILVA, S. C. R. A utilização de documentários enquanto organizadores prévios no ensino de geometria não euclidiana em sala de aula. *Acta Scientiarum Education*, Maringá, v. 38, n. 1, p. 43-49, 2016. Short DOI: <https://doi.org/np4g>.

CABRAL, M. I. A.; NOGUEIRA, E. M. S. Diálogo entre cinema e educação ambiental. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 106-119, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.9532>.

COOPER, M. M.; STOWE, R. L. Chemistry education research: from personal empiricism to evidence, theory, and informed practice. *Chemical Reviews*, Washington, DC, v. 118, p. 6053-6087, 2018.

FILGUEIRA, S. S.; SILVA, L. M. Os focos da aprendizagem científica: em busca de evidências da aprendizagem em uma atividade lúdica. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 1, p. 16-25, 2017. DOI: <https://doi.org/10.30691/relus.v1i1.725>.

FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995a. Short DOI: <https://doi.org/gf87s2>.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>.

GOMES, F. R. R.; BASTOS, F. G. G.; LIMA, J. C. Mapas mentais para o processo de aprendizagem: uma proposta de intervenção. *Revista do Instituto de Políticas Públicas de Marília*, Marília, SP, v. 7, n. 2, p. 23-40, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36311/2447-780X.2021.v7.n2.p23>.

GUAITA, R. I.; GONÇALVES, F. P., Experimentação articulada às tecnologias digitais de informação e comunicação: Problematizações de conhecimentos na formação de professores de química. *Química Nova*, São Paulo, v. 45, n. 4, p. 474-483, 2022.

HENRIQUES, J. A.; FERREIRA, L. F. D.; SILVEIRA, A. G. O uso de tecnologias educacionais: percepções dos alunos das turmas de segundo ano do curso técnico em meio ambiente do IFES campus Ibatiba. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 1-22, 2023.

KRAISIG, A. R.; BRAIBANTE, M. E. F. Mapas mentais: instrumentos para a construção do conhecimento científico relacionado à temática "cores". *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, Rio Branco, AC, v. 4, n. 2, p. 70-83, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1273>. Acesso em: 27 nov. 2023.

LELES, D. G.; MIGUEL, J. R. Desenho animado como instrumento de ensino das ciências. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 153-164, 2017. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4343/2314>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MACHADO, C. J.; SILVEIRA, R. M. C. F. Interfaces entre cinema, ciência e ensino: uma revisão sistemática de literatura. *Pro-Posições*, Campinas, SP, v. 31, p. 31, 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8660728>. Acesso 27 nov. 2023.

MARTÍNEZ, G.; NARANJO, F. L.; PÉREZ, A. L.; SUERO, M. I.; PARDO, P. J. La teoría del aprendizaje significativo en la enseñanza de las ciencias: ¿Una moda pedagógica más? *Journal of Science Education*, Bogotá, Colombia, v. 18, n. 1, p. 19-23, 2017. Disponível em: <http://www.chinaxjy.com/downloads/V18-2017-1/V18-2017-1-6.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MATA, J. A. V.; SILVA, V. A.; MESQUITA, N. A. S. Ensino de química e TDIC na educação de jovens e adultos: o contexto de relações em sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 94-114, 2021. DOI: <https://doi.org/np4h>.

MOON, B. M.; HOFFMAN, R. R.; NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. *Applied concept mapping: capturing, analyzing, and organizing knowledge*. Boca Raton: CRC Press, 2011.

MOREIRA, A. A iconografia em revisão. *Contemporânea: Revista do PPGART/UFSM*, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/2595523333833>.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, Santiago, Chile, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MOREIRA, M. A.; NARDI, R. O mestrado profissional na área de ensino de ciências e matemática: alguns esclarecimentos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 1-9, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3895/S1982-873X2009000300001>.

MOREIRA, M. A.; SOUSA, C. M. S. G.; SILVEIRA, F. L. Organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa. *Caderno de Pesquisa*, São Paulo, v. 40, p. 41-53, 1982. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/1524>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MORENO, E. L.; HEIDDELMANN, S. P. Recursos instrucionais inovadores para o ensino de química, *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 12-18, 2017. Short DOI: <https://doi.org/np4k>.

NOVAK, J. D. *Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. 2. ed. London: Routledge, 2009.

REGO, P. P. A.; SILVA, L. O.; FERNANDES, E. L.; DIAS, I. J. M. Pólvora negra: contextualização e experimentação na sala de aula. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 51., 2011. *Anais [...]*. São Luís, MA: SBQ, 2011.

RIBEIRO, R. J.; SILVA, S. C. R.; KOSCIANSKI, A. Organizadores prévios para aprendizagem significativa em física: o formato curta de animação. *Ensaio*, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 167-183, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140311>.

RYU, S.; ZHANG, H.; PETERANETZ, M.; DAHER, T. Fluid mechanics education using japanese anime: examples from "Castle in the Sky" by Hayao Miyazaki. *The Physics Teacher*, Melville, NY, v. 58, p. 230-231, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1119/1.5145464>.

SACRAMENTO, I. S. S.; MENEZES, M. C. F. O uso do celular como recurso didático no ensino-aprendizagem de Ciências da Natureza: possibilidades e desafios. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 1-21, 2023.

SANTOS, A. B. *AniQuimera*. [2022]. Disponível em: <https://tinyurl.com/nh9jmv32>. Acesso em: 29 nov. 2023.

SANTOS, A. B.; MENESES, F. M. G. O anime Pokémon como ferramenta lúdica no processo de ensino e aprendizagem em ciências (física e química). *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, Foz do Iguaçu, v. 3, n. 1, p. 69-86, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30691/relus.v3i1.1675>.

SANTOS, A. B.; MORAES, E. P. O anime Dr. Stone como ferramenta lúdica em potencial para organização do conhecimento prévio. *Sapiens: Revista de divulgação científica*, Carangola, MG, v. 5, n. 1, p. 9-33, 2023a. DOI: <https://doi.org/10.36704/sapiens.v5i1.7384>.

SANTOS, A. B.; MORAES, E. P. O anime Fullmetal Alchemist como sistematizador dos significados de aprendizagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 21., 2023, Uberlândia. *Anais [...]*. Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2023b. Disponível em: <https://tinyurl.com/5ccz4ubt>. Acesso em: 27 nov. 2023.

SCHLEMMER, E.; BACKES, L. Metaversos: novos espaços para construção do conhecimento. *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, v. 8, n. 24, p. 519-532, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189116834014.pdf>. Acesso em: 2 out. 2024.

SEPÚLVEDA, F. B.; URRUTIA F. C.; GÓMEZ, C. B. Herramientas digitales para la enseñanza y aprendizaje de química en escolares chilenos. *Educación Química*, México, v. 29, n. 3, p. 99-107, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63734>.

SILVA, I. M.; LINS, W. C. B.; LEÃO, M. B. C., Avaliação da aplicação da metodologia aprendizagem baseada em problemas na disciplina de tecnologia da informação e comunicação no ensino de química. *Educación Química*, Mexico, v. 30, n. 3, p. 64-78, 2019. Short DOI: <https://doi.org/np4m>.

TALANQUER, V. Chemistry education: ten heuristics to tame. *Journal of Chemical Education*, Washington, DC, v. 91, n. 8, p. 1091-1097, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed4008765>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. *O PROFQUI*: apresentação. [2017]. Disponível em: <https://profqui.iq.ufrj.br/apresentacao/>. Acesso em: 30 out. 2024.