

DESIGN THINKING NO ENSINO DE QUÍMICA: CRIATIVIDADE E CRITICIDADE NA PROTOTIPAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS

Rony Almeida Aragão¹, Ayla Márcia Cordeiro Bizerra²

Resumo

O contexto educacional é mediado pelas práticas didático-pedagógicas, que requer o entendimento dos educadores sobre a diversidade e importância dos processos de ensino e aprendizagem. Com isso, as novas abordagens metodológicas são criadas visando atender a promoção das habilidades dos estudantes da contemporaneidade. Uma das metodologias que contempla esse requisito é o *Design Thinking (DT)* pois ele promove a solução de problemas, a partir da obtenção um produto educacional com potencial construtivo, podendo ser utilizado em qualquer área, inclusive no ensino de ciências da natureza (FARIAS; MENDONÇA, 2021). Assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar e analisar a prototipação de combustíveis no ensino de química sob a ótica do *Design Thinking (DT)*. A prática educativa foi desenvolvida com 36 alunos do do ensino médio integrado em informática de uma escola federal pública no Rio Grande do Norte. Como metodologia, implementou-se o processo do *DT* na construção de prototipações sobre as fontes de energia. Os resultados obtidos apresentaram contribuições significativas para o saber e fazer científico dos estudantes, uma vez que as prototipações ilustraram o embasamento teórico e a implementação de elementos conceituais das ciências da natureza. Assim, *DT* torna-se uma possibilidade viável para o aprimoramento das funções cognitivas, desenvolvendo-se a partir das etapas de imersão, ideação e prototipação dos conhecimentos assimilados diante dos conteúdos e combustíveis trabalhados.

Palavras-chave: Ensino de química; Combustíveis; Criatividade; *Design Thinking*.

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v7i1.15218>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 2595-7376

1 INTRODUÇÃO

¹ Mestrando em Ensino pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). E-mail: ronyalmeida17@hotmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4324-4342>.

² Doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). E-mail: ayla.bizerra@ifrn.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6693-9761>.

Os processos educativos são influenciados constantemente pelas transformações de natureza cultural, econômica, política e social na sociedade contemporânea, uma vez que a gênese das demandas dos sistemas educacionais surge das necessidades do ensino, da aprendizagem e dos contextos aos quais os sujeitos interagem (CONTRERAS; ZWIEREWICZ; VALLEJO, 2021). Diante disso, Freire (2018) discorre sobre a realidade pragmática e estática do ensino, que perpassa pela transmissão e deposição de conteúdos memorizados, sendo perceptível a verticalidade da prática docente e a ausência de dialogicidade no modelo convencional vigente. Correlacionando, inclusive, com as concepções do teórico Dermeval Saviani, quando pondera que o professor é o centro do processo educativo na pedagogia tradicional, detentor do conhecimento e da tomada de iniciativas, o qual promove uma prática pedagógica mecânica e líquida dos conteúdos (SAVIANI, 2011).

Medeiros e Goulart (2022) descrevem que as atividades cognitivas no desenvolvimento da aprendizagem do ser humano são objeto de estudo de diversos filósofos, educadores e estudiosos na área da educação na tentativa de entender os mecanismos de assimilação do conhecimento e como estes foram construídos historicamente no decorrer do tempo, tendo em vista as influências sócio-culturais nos ambientes educacionais. Neste contexto, torna-se evidente que a criação de espaços educativos plurais, interativos e que incentivam o desencadeamento de reflexões críticas contribua para os processos formativos dos estudantes, potencializando e considerando os aspectos afetivos, subjetivos e motivacionais na aprendizagem, o que favorece uma educação ativa, criativa e significativa (GAUTÉRIO; RODRIGUES, 2013; FREIRE-RIBEIRO; MESQUITA, 2020).

Para Silva e Portilho (2018), é papel imprescindível do professor construir a relação do ensino, da aprendizagem e do contexto de abordagem, organizando sua prática docente a partir dos conhecimentos

culturais, sociais e estruturais do estudante, a fim de alcançar as metas determinadas mediante ações e estratégias idealizadas. Ainda para os autores, “[...] é necessário estudo, seleção e organização de propostas que facilitem o processo de ensino e aprendizagem [...]” (SILVA; PORTILHO, 2018, p. 918). Para isso, os profissionais que compõem os ambientes educacionais devem construir um planejamento estratégico, repensando as práticas pedagógicas vigentes para solucionar problemas inerentes (MAGRO JUNIOR; SILVA, 2020).

Desse modo, Darroz, Trvisan e Rosa (2018) discorrem sobre as pesquisas constantes direcionadas aos caminhos pedagógicos estratégicos para qualificar a assimilação do conhecimento dos educandos, na tentativa de adequar e relacionar o protagonismo estudantil ao enriquecimento das funções cognitivas, traçando caminhos de reflexão e aperfeiçoamento de habilidades na educação. No cenário das estratégias de ensino, pode-se mencionar o desenvolvimento do processo educativo nomeado *Design Thinking (DT)*, que possibilita a construção do pensamento criativo, crítico, reflexivo e colaborativo dos estudantes nos espaços de aprendizagem, fortalecendo a busca, a investigação e a resolução de problemas cotidianos (NOBLE, 2020). Ainda para o autor, o *DT* é considerado um processo criativo e busca concretizar a criatividade no momento de elaboração dos protótipos, sendo estes frutos dos conhecimentos assimilados na solução de desafios, tornando-se uma etapa de transposição de diferentes representações artísticas.

No ensino, a integração entre arte e ciências da natureza atuam de forma complementar, gerando “[...] inúmeras possibilidades das expressões e técnicas artísticas como forma de representação de imagens. Ademais, existem razões pedagógicas além dos elementos estéticos que justificam essa integração” (SILVA; SILVA, 2021, p. 245). Com isso, o *DT* apresenta potencialidades também no ensino de ciências da natureza, substanciando

a abstratividade dos conteúdos e ampliando a conexão entre os saberes, uma vez que fornece subsídios para a produção do conhecimento científico de forma a entender o florescimento de fenômenos e situações reais do cotidiano (CARRUBA, 2021).

Dessa maneira, esta pesquisa se originou a partir da seguinte problemática: quais as contribuições da construção de representações artísticas do ensino de ciências da natureza utilizando o processo de *DT*? Por isso, o presente estudo tem como objetivo apresentar e analisar a prototipação de combustíveis no ensino de química sob a ótica do *Design Thinking (DT)*.

1.1 Design Thinking e o Ensino de Ciências da Natureza

No decorrer do tempo, a conceituação da expressão *Design Thinking (DT)* adquiriu diferentes significados a partir da década de 90, sendo caracterizada de forma recorrente por pesquisadores como oriundo da palavra “projetar”, voltada para a criação de objetos, serviços e produtos, uma vez que o *DT* foi originado diante das discussões na área do *design* (ALMEIDA; COSTA; QUEIRÓZ, 2023; FARIAS; MENDONÇA, 2021). Neste cenário, Oliveira (2020, p. 45) disserta sobre o sentido da expressão *DT* conceituando-a como a “[...] junção do termo *Design* que é ‘projeto, criação, plano’ e *Thinking* que vem do inglês ‘to think’ que significa pensar”. Diante disso, sintetiza-se esse processo como um modo de pensar ou pensamento do *design*, utilizando um raciocínio crítico e abduutivo para a solução de problemas complexos, uma vez que desenvolve coletivamente as habilidades humanas nas atividades e nas observações cotidianas (VIANNA, 2012).

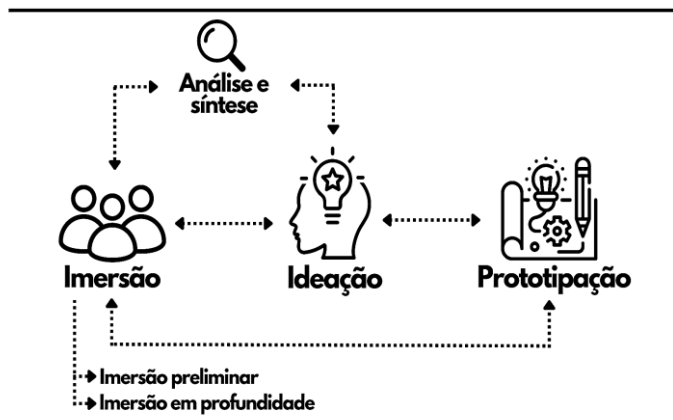
Na educação, Spagnolo (2017) relata que o *DT* é considerado uma abordagem metodológica que possui a capacidade de relacionar empatia às situações problema, tendo em vista a transformação do protagonismo

dos estudantes no desenvolvimento de projetos, gerando e impulsionando as funções cognitivas a partir de soluções criativas. Ainda para o autor,

Trazer os princípios do DT para a educação não significa aderir às imposições de metodologias empresariais, mas sim buscar subsídios inovadores para o ambiente educacional, que favoreçam prioritariamente o desenvolvimento integral do ser humano, por meio da criatividade, da autonomia, da autoria e do protagonismo (SPAGNOLO, 2017, p. 77).

Para Vianna (2012), o processo de *DT* é organizado em 3 (três) principais fases: a imersão, a ideação e a prototipação, as quais possuem uma natureza dinâmica e não linear, possibilitando começar um projeto em qualquer etapa como mostra a figura 01.

Figura 01: Fases do *DT*.



Fonte: adaptado de Vianna et al. (2012).

Segundo os autores, a primeira fase do *DT* é a imersão, caracterizada por iniciar discussões colaborativas para o entendimento e identificação do contexto e das necessidades do problema, na tentativa de buscar soluções para o desenvolvimento do projeto, subdividindo-se nas seguintes etapas: i. imersão preliminar, relacionada ao entendimento sobre o problema, bem como de possíveis estratégias de solução; e ii. imersão em profundidade, caracterizada por implementar técnicas a partir do mapeamento das necessidades do desafio. Por conseguinte, os processos

de síntese e de análise são realizados diante dos resultados coletados, buscando técnicas e estratégias para a compreensão da problemática. Na fase de ideação ocorre a produção de ideias criativas e inovadoras para solucionar o problema, concretizando as concepções imagéticas mediante a prototipação como forma de validação dos conhecimentos idealizados e assimilados. O quadro 01 a seguir apresenta e sintetiza as fases e as técnicas utilizadas no processo de *DT*.

Quadro 01: Detalhamento do processo de *DT*.

Fases				Técnicas
1	Imersão	Imersão preliminar	Análise e síntese	Reenquadramento, pesquisa desk e exploratória
		Imersão em profundidade		Construção de cartões de <i>insigh</i>
2	Ideação			Uso da técnica de <i>brainstorm</i> para a geração de ideias inovadoras e criativas
3	Prototipação			Elaboração de protótipos para a concretização das hipóteses

Fonte: Vianna et al. (2012).

O quadro 01 apresenta as técnicas que podem ser utilizadas no *DT*, como por exemplo, na fase de imersão é comum o reenquadramento (entender o problema sob diferentes perspectivas), a pesquisa desk (buscar fontes e informações) e a pesquisa exploratória (conhecer o contexto e fornecer subsídios) na construção e organização dos dados e cartões de *insight* (reflexões). Na fase de ideação é o *brainstorm* (incentivar a geração de ideias criativas); e na prototipação é a produção de protótipos que concretizam as concepções abstratas (VIANNA et al. 2012).

Na literatura, observa-se a utilização do processo de *DT* em diversas áreas do conhecimento, por exemplo, em Ciências da Saúde (PAIVA;

ZANCHETTA; LONDOÑO, 2020), Ciências Humanas e Sociais (ASSIS; EMERIM, 2019; SOUZA; MENDONÇA, 2019), Linguística, Letras e Artes (ILDEBRAND; FRONZA; LUIZ, 2020) e Ciências Exatas e da Terra (CARRUBA, 2021; OLIVEIRA, 2020; BRANDÃO, 2021). Na área de Ciências Exatas e da Terra, o estudo desenvolvido por Brandão (2021) exemplifica a prototipação dos conceitos científicos sobre a física e a química quântica no campo da história das ciências, produzindo um quadrinho intitulado "*Quantêto Fantástico em: A Busca por Excalibur*" com 4 cientistas importantes para o entendimento das concepções quânticas: Albert Einstein, Max Planck, Niels Bohr e Robert Kirchhoff.

Ainda no ensino de ciências da natureza, a validação da implementação do *DT* torna-se perceptível, tendo em vista que as discussões iniciais florescem a partir da observação e da criação de hipóteses, assim como no método científico. Nesta perspectiva, ao desenvolver o seu trabalho no ensino de Astronomia, Carruba (2021) concluiu que o *DT* gerou motivação, empatia, colaboração, autonomia e inovação no contexto da educação científica, uma vez que os estudantes construíram protótipos como desenhos, histórias, jogos e maquetes na tentativa de solucionar um determinado problema, assimilando o conhecimento de forma colaborativa, empática e ativa.

Assim, o trabalho em tela contempla o processo de *DT* pois perpassa as etapas de imersão, ideação e prototipação, desenvolvendo a prática pedagógica a partir de um desafio e requerendo dos estudantes a criação de protótipos para a solução do problema.

2 METODOLOGIA

2.1 Características da pesquisa, do contexto e dos sujeitos

O processo de *DT* é baseado na tomada de decisão direcionado a

solução do problema, requerendo dos estudantes e educadores a atuação ativa e colaborativa na situação investigada. Por isso, este trabalho perpassa pela concepção de pesquisa participante, conceituada por Gil (2002, p. 55) como sendo a “[...] interação entre os pesquisadores e membros das situações investigativas”, ocasionando o entendimento conceitual e social do ambiente e do desafio pesquisado. Ademais, o presente estudo coaduna com os direcionamentos da pesquisa qualitativa, tendo em vista que a análise dos resultados distancia das representações numéricas ou quantificação de valores, buscando a conhecimento de um determinado grupo ou cenário social (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A prática educativa foi desenvolvida com 36 alunos do ensino médio integrado em informática de uma escola federal pública no Rio Grande do Norte.

2.2 Instrumentos de coleta e análise de dados

O instrumento destinado à coleta dos dados foi a observação simples, que segundo Gil (2008, p. 101) é “[...] aquela em que o pesquisador, permanece alheio à comunidade, grupo ou situação que pretende estudar, observa de maneira espontânea os fatos que aí ocorrem”, direcionando consequentemente o olhar para a interação dos estudantes no decorrer das atividades.

A pesquisa teve como prática educativa final a construção de histórias e personagens fictícios que contemplassem as propriedades físico-químicas de determinados combustíveis, e como instrumento de análise desses produtos foi criada uma ficha avaliativa esquematizada pelo pesquisador, contendo itens e critérios para avaliar a atividade (quadro 02). Este instrumento de análise foi construído baseando-se nas etapas do *DT*, considerando os aspectos relacionados a criatividade, socialização de ideias e reflexões, a utilização de técnicas de desenho, a busca dos

conceitos científicos e a prototipação dos conhecimentos em forma de personagens fictícios e histórias imagéticas na solução do problema. Além disso, a elaboração dos quesitos avaliativos foi embasada pelos cartões de *insight* (reflexões, dúvidas) dos estudantes, que atuaram como diretrizes basilares e norteadoras para a efetivação da atividade.

Quadro 02: Ficha avaliativa das prototipações.

Critérios		Qualificação			
		1	2	3	4
1	História fictícia contemplando os aspectos conceituais científicos de forma contextualizada, criativa e original				
2	Criatividade na estrutura, na organização do ambiente e nas cores dos desenhos				
3	Implementação das propriedades físico-químicas dos combustíveis e de figuras chaves no plano de fundo dos personagens fictícios				
4	Transposição das causalidades e consequências da aplicabilidade dos combustíveis e das reações de combustão				
5	Socialização e colaboração dos materiais construídos				

Legenda: (1) insuficiente; (2) regular; (3) bom; (4) excelente.

Fonte: autores (2021).

2.3 Procedimentos metodológicos

2.3.1 Contextualização inicial e imersão

Inicialmente, o desenvolvimento do estudo ocorreu de maneira assíncrona, em 6 horas/aula utilizando a metodologia Sala de Aula Invertida ou *Flipped Classroom*. Tal prática metodológica é conceituada por Silva, Silva Neto e Leite (2021) como uma inversão da dinâmica das práticas docentes e dos ambientes de aprendizagem, trabalhando conteúdos e materiais pré disponibilizados em plataformas *on-line* nos

momentos assíncronos, tendo em vista que as aulas presenciais são destinadas para aprofundar os conhecimentos e sanar dúvidas eventuais. Para a etapa de imersão, como forma de entender o problema inicial e idealizar técnicas necessárias, disponibilizou-se antecipadamente no *Google Classroom* os materiais direcionados ao tema Poluição Atmosférica relacionados com o conteúdo reação de combustão. Dentre os quais: i. vídeo animado com as definições de atmosfera e dos fatores que influenciam a sua (re)organização (atividades antrópicas); ii. videoaula sobre a poluição do ar sobre a natureza das reações de combustão e dos combustíveis; iii. *slide* expositivo confeccionado para a videoaula; e iv. mapa mental com as características físico-químicas das reações de combustão.

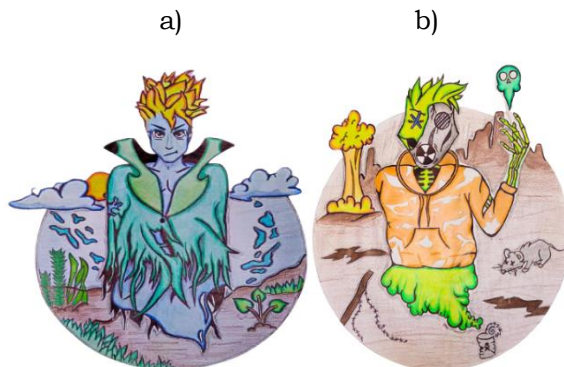
2.3.2 Desenvolvimento da ideação

De forma síncrona, destinando-se 6 horas/aula, o segundo momento ocorreu com o desenvolvimento da etapa de ideação e da discussão do tema Poluição Atmosférica sob a ótica dos processos reacionais de combustão, isto é, dos materiais anexados previamente do momento assíncrono. A aula foi destinada para sanar as dúvidas recorrentes e contextualizar a importância e presença das reações químicas de combustão no cotidiano dos estudantes. Para isso, houve a mediação do momento síncrono por meio de uma aula expositiva dialogada utilizando como recursos didáticos visuais os *slides*, esquematizados com as características, influências e causalidades de determinados combustíveis renováveis e não renováveis. Por conseguinte, como atividade final, a ser realizada em grupos, propôs-se a construção de personagens fictícios que representassem a transposição dos conhecimentos assimilados dos combustíveis. Assim, foram determinadas 6 equipes com 6 integrantes, e sorteado para cada equipe um dos seguintes combustíveis (entre

renováveis e não renováveis) para ser trabalhado: biodiesel, biogás, carvão mineral, etanol, gás butano e petróleo. Neste momento, a etapa de imersão foi importante para o aprofundamento das ideias e idealização das possibilidades de prototipação, sendo um período oportuno para a utilização da técnica de *brainstorm* para a geração de reflexões criativas acerca da interrogativa.

Em seguida, foi apresentado e anexado um material didático (*briefing*) para auxiliar a atividade de construção das representações artísticas, criado pelo pesquisador na tentativa de expor as prototipações das seguintes substâncias: gás hidrogênio (a) e gás cloro (b), exemplificadas na figura 02. Além disso, as equipes tiveram uma carga-horária de 6 horas/aula de momento assíncrono para o desenvolvimento dos protótipos.

Figura 02: Prototipação do gás hidrogênio (a) e gás cloro (b).



Fonte: autores (2021).

2.3.3 Prototipação e socialização final

No processo de avaliação final, foi desenvolvida a socialização das prototipações construídas pelos estudantes de forma *on-line*, por videoconferência, organizando as apresentações com base no sorteio definido previamente, contabilizando 6 horas/aula. O processo de

prototipagem ocorreu mediante o conhecimento da natureza dos combustíveis trabalhados pelos estudantes, construindo protótipos para a solução do problema da pesquisa. Com isso, estabeleceu-se um período de exposição de 20 minutos para o detalhamento do desenho, suas características figurativas, funcionalidades e finalidades, baseando-se nos seguintes critérios: i. construção de história fictícia; ii. exemplificação da estética e dos poderes dos personagens fictícios; e iii. apresentação das potencialidades e das transposições conceituais nas representações visuais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados detalhados a seguir são organizados e analisados diante das etapas do *DT*, apresentando os conhecimentos e os produtos obtidos.

3.1 Imersão e ideação

As etapas de imersão e ideação se complementam na fase inicial de análise e síntese da atividade de construção de histórias e de personagens fictícios, pois reúnem os *insights* apresentados pelos estudantes no decorrer do processo de *DT*. A síntese das etapas anteriores evidencia as dúvidas e reflexões dos estudantes acerca do conteúdo trabalhado, como por exemplo, “quais substâncias são liberadas nas reações de combustão?”, “a água pode ser utilizada como combustível? qual o seu potencial energético?” e “qual a diferença entre combustíveis renováveis e não renováveis em termos reacionais?”. Diante disso, o pesquisador buscou sanar todas as adversidades sobre a temática Poluição Atmosférica e da natureza dos combustíveis renováveis e não renováveis.

Neste contexto, o desenvolvimento da etapa de imersão (preliminar)

contemplou o entendimento da problemática pelos estudantes (Poluição do ar), utilizando as seguintes técnicas: i. reenquadramento, analisando o tema sob as perspectivas socioambientais, conceituais e científicas; ii. pesquisa exploratória, investigando por meio da observação a situação e a familiaridade com o problema; e iii. pesquisa desk, indicando fontes e materiais de pesquisa de natureza educativa. Em seguida, na imersão em profundidade, desenvolveu-se a idealização de soluções criativas e inovadoras por meio da mediação pedagógica, auxiliando na assimilação das informações dispostas e orientando os grupos na transposição das ideias propostas, observando o interesse e a participação dos estudantes no desenvolvimento desta fase.

Correlacionada a imersão, a etapa de ideação contempla o detalhamento e o aprofundamento das representações mentais dos participantes, na tentativa de fomentar posteriormente a construção de protótipos que validem e concretizem os conhecimentos idealizados. Neste momento, desenvolveu-se a mediação pedagógica das equipes para conhecer, entender e resolver as principais dúvidas relacionadas a elaboração dos personagens fictícios, como por exemplo, a estruturação das histórias fictícias, a implementação das características, causalidades e consequências dos combustíveis, a organização do desenho e as formas de socialização dos materiais construídos. Nesta etapa, esclareceu-se os direcionamentos da atividade de prototipação, pois os estudantes apresentaram inquietações sobre “como elaborar os personagens fictícios e as narrativas?”, “existe um modelo ao qual podemos nos inspirar?” e “as características dos combustíveis serão superpoderes”, “quais ferramentas podemos utilizar na confecção e socialização dos desenhos?”. Tais dúvidas foram solucionadas a partir da demonstração do *briefing* elaborado pelo pesquisador, sendo perceptível a interação dos estudantes na elaboração consequentemente dos protótipos.

3.2 Prototipação

No desenvolvimento do *DT* neste trabalho, o processo de prototipagem ocorreu a partir da implementação das soluções idealizadas pelos estudantes, concretizando as representações conceituais através de protótipos, sendo uma etapa desafiadora e que gera dificuldades na validação das ideias, o que pode ser observado também no estudo de Souza e Mendonça (2019). Nesta etapa, são apresentados os protótipos elaborados pelas equipes e cada tópico obedece ao sequenciamento dos aspectos qualitativos presentes na ficha de avaliação dos materiais construídos, iniciando com os trabalhos com qualificação 4 ao de qualificação 1.

3.2.1 Socialização das histórias fictícias

Os grupos socializaram as histórias fictícias no momento síncrono, com o auxílio do *Google Meet*, tendo em vista que as narrativas a seguir foram elaboradas e apresentadas pelos estudantes. Com isso, a análise utilizada neste tópico correlaciona os seguintes critérios: 1. História fictícia contemplando os aspectos conceituais científicos de forma contextualizada, criativa e original; e 5. Socialização e colaboração dos materiais construídos (quadro 03).

Quadro 03: Sistematização das histórias fictícias.

Histórias fictícias e socialização			
Qualificação	Grupo/ Combustível	Aspectos imagéticos	Conceitos científicos

4 - excelente	Biodiesel	Criação do personagem fictício Falcone, correlacionando ao artista Falcão por possui um girassol como marca registrada nas vestimentas	Produção do biodiesel a partir de recursos naturais, como o girassol
		Super-herói capaz de transformar positivamente a humanidade	Fonte de energia renovável com baixa emissão de poluentes, diminuindo a destruição da biodiversidade e da sociedade
		Cidade utópica de automóveis voadores	Substância utilizada como combustível para movimentar turbinas
	Petróleo	Criação da vilã Petrollyna	Combustível fóssil, potencializador da destruição do meio ambiente
		Contexto de magias e forças sobrenaturais para a produção e obtenção do petróleo	Extratativismo excessivo da substância oleosa para fins econômicos
		Personagem fictício capaz de manipular o fogo, o ar, a água e a terra	Concepção filosófica grega e primária sobre a constituição da matéria
		Petrollyna possui poderes destrutivos	Malefícios do manuseio do petróleo, produzindo substâncias tóxicas e degradando o meio ambiente por meio da poluição do ar desmatamento e efeito estufa
	Biogás	Construção do Biogazer	Aspecto ecológico e renovável do combustível, atuando como alternativa energética frente aos combustíveis fósseis
		Personagem fictício reside em ambiente pantanoso	Espaço de produção e obtenção do biogás
		Super-herói com poder de transformar matéria orgânica em energia e de adaptar-se a diferentes ambientes	Processos biológicos em biodigestores para a formação da substância, devido sua natureza gasosa, possui volume não definido.

3 – Bom	Carvão mineral	Criação da vilã Minera	Carvão mineral como composto nocivo a saúde da natureza e do ser humano
		Personagem fictícia nasce de raízes e folhas	Decomposição da matéria orgânica pelos processos de pressão e soterramento
		A vilã se origina diante de um advento histórico de extração e utilização econômica	Descoberta e manuseio excessivo do combustível fóssil na Revolução Industrial
		Poder de destruição e de desaparecimento	Rocha sedimentar não renovável (esgotável) com emissão exponencial de substâncias tóxicas compostas por carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio e enxofre
	Gás butano	Construção do monstro Mr. Bombastic	Fonte de energia não renovável altamente explosiva
		Personagem fictício nasce de um erro experimental para a clonagem de um outro vilão, o Petroman	Refinamento do petróleo para a obtenção do gás butano
		Reside na cidade subsolon city	Ambiente de extração do combustível fóssil é nas camadas do subsolo
		Poderes: invisibilidade, voar, hálito tóxico, explosivo e controlar o fogo	Alusão às características físico-químicas do gás butano: incolor, baixa densidade (gás), tóxico ao humano e a natureza e altamente inflamável
	Etanol	Super-herói Wacool que compõe a equipe de vingadores que salvam a humanidade	Combustível renovável capaz de fornecer uma energia limpa a partir de recursos naturais
		O personagem fictício sobrevive do consumo de recursos naturais e trabalho	Obtenção do etanol da matéria orgânica, como o milho e a cana-de-açúcar. Ainda, o combustível pode

		no comércio de bebidas	ser utilizado na confecção de bebidas
--	--	------------------------	---------------------------------------

Fonte: autores (2021).

Neste contexto, 5 equipes (biodiesel, petróleo, biogás, carvão mineral e gás butano) expostas no quadro 03 obtiveram qualificação 4 nos aspectos imagéticos e conceituais, significando excelência nos materiais construídos. Na apresentação das obras, cumpriram os quesitos relacionados a contextualização, criatividade e colaboratividade nas narrativas, uma vez que relacionaram os combustíveis às suas potencialidades e fragilidades enquanto fontes de energia. Entretanto, o trabalho que obteve qualificação 3 foi o grupo do etanol, assumindo conseqüentemente um caráter “bom” mediante a ficha de avaliação, pois no momento da socialização, observou-se a carência na colaboração e na relação das características do etanol aos seus possíveis poderes enquanto super-herói no trabalho.


Barros et al. (2020) afirmam serem positivas contribuições das narrativas no ensino de ciências, pois desenvolvem no estudante a habilidade do “fazer” científico, transpondo as concepções assimiladas por meio da imaginação, interpretação e concretização dos conceitos. Por isso, a socialização dos trabalhos mostrou construtos significativos em relação à assimilação da temática Poluição Atmosférica e das suas influências na sociedade, bem como ao entendimento da natureza dos combustíveis renováveis e não renováveis na prototipação de histórias fictícias.

3.2.2 Análise dos personagens fictícios




A priori, o processo educativo alicerçado na relação entre arte e ciência é um ato de “[...] *desvelar e ampliar aspectos sensoriais, de intensificar a cognição do instante vivido trazendo-os para o nível da consciência [...]*” (FRAGA, 2018, p. 122), uma vez que os estudantes estarão

imersos em situações problemáticas e que incentivam a transformação dos conhecimentos científicos. Por isso, neste tópico, serão apresentados 6 (seis) protótipos que representam a natureza dos combustíveis renováveis e não renováveis utilizados na prática educativa mediada pelo *DT*. Além disso, as personificações foram construídas e analisadas seguindo os direcionamentos postos na ficha avaliativa, correlacionando os critérios 2, 3 e 4, tais materiais construídos são apresentados no quadro 04.

Quadro 04: Organização das prototipações construídas pelos estudantes.

Avaliação das prototipações			
	Personagens fictícios	Aspectos contemplados	Aspectos negligenciados
Qualificação 4 Excelente	Petrollyna (Petróleo)	<p>Transposição da cor e fluidez do combustível</p> <p>Geração de energia (fogo em sua mão)</p> <p>Densidade inferior em relação a água</p> <p>Substância oleosa composta por hidrocarbonetos (a exemplo do cajado, com a presença de um benzeno (C₆H₆))</p> <p>Origem da matéria orgânica (ossos de animais nos oceanos)</p> <p>Organização do plano de fundo sobre as consequências do manuseio do petróleo (derramamento de óleo no mar, navios petroleiros e poluição atmosférica)</p>	-
			

	<p>Minera (Carvão mineral)</p> 	<p>Criatividade e precisão na construção da vilã</p> <p>Recursos energético (produção de fogo)</p> <p>Materialização da natureza rochosa, quebradiça e escuro do carvão mineral</p> <p>Processos de mineração em jazidas montanhosas e tratamento do combustível em indústrias</p> <p>Liberação de substâncias tóxicas no ar (céu acinzentado) e perda de biodiversidade (plantas mortas)</p>	-
	<p>Biogaizer (Biogás)</p> 	<p>Poder e força do combustível renovável para a geração de energia (punho com ferramenta para gerar o fogo)</p> <p>Imerso em um ambiente pantanoso (espaço de origem do biogás)</p> <p>Produção a partir da matéria orgânica dos pântanos (plantas em torno do braço)</p> <p>Recurso energético obtido também em biodigestores (implementado na caixa torácica do personagem)</p>	-

<p>Qualificação 3 Bom</p>	<p>Wacool (Etanol)</p> 	<p>Substância transparente e fluida (fisionomia do personagem)</p> <p>Origem a partir de vegetais (milho em sua mão)</p> <p>Atuação como fonte de energia (poder de manusear o fogo)</p> <p>Toxicidade do etanol</p>	<p>Insuficiências na transposição das características gerais do etanol</p> <p>Ausência de ambiente de produção e tratamento do combustível</p> <p>Contextualização das funcionalidades álcool</p>
	<p>Mr. Bombastic (Gás Butano)</p> 	<p>Vestimentas e acessórios fazendo alusão a natureza tóxica e explosiva do combustível</p> <p>Produção de reação de combustão (poder de controlar o fogo)</p>	<p>Ausência de plano de fundo</p> <p>Inexistência das causas e efeitos do combustível</p> <p>Carência da implementação das propriedades específicas do gás butano</p>
	<p>Falcone (Biodiesel)</p> 	<p>Obtenção a partir de recursos naturais (flores de girassol transpostas na roupa do personagem)</p> <p>Atua como alternativa viável de energia limpa (por isso, a alusão a um super-herói)</p>	<p>Não apresentada poderes evidentes</p> <p>Ausência das características físico-químicas do biodiesel</p> <p>Causalidades e consequências do combustível não são transpostas</p> <p>Omissão de plano de fundo</p>

Fonte: autores (2021).

O quadro 04 apresenta a implementação da etapa de prototipagem na disciplina de química baseando-se na criação de protótipos em desenho sobre os combustíveis, partindo dos pressupostos teorizados por Vianna et al. (2012), porém desenvolvida no cenário educacional e com direcionamentos para os processos de ensino e aprendizagem. Com isso, observa-se que os personagens fictícios elaborados contemplam os aspectos criativos, inovadores e conceituais postos no *DT*, perpassando também pelo aprimoramento dos sentidos e das técnicas de colaboração e de experimentação. Tais características são necessárias para estimular os estudantes no desenvolvimento das atividades, uma vez que potencializam “[...] o agir e o pensar coletivamente acerca da resolução de um desafio/problema, de forma investigativa.” (LIMA; OLIVEIRA; SANTOS, 2020, p. 4). Desse modo, o estudo realizado por Rocha e Malheiro (2020) exemplifica que a utilização de representações artísticas é fundamental na manifestação dos conhecimentos dos estudantes, sendo uma estratégia para a elaboração de ideias inovadoras no ensino de ciências e nas situações investigativas.

A produção e a utilização das prototipações atuam como mediadores do conhecimento, criando possibilidades e habilidades de busca no desenvolvimento da substantividade, pois a curiosidade impulsiona as funções cognitivas como criatividade, criticidade, imaginação, emoção e o exercício da razão (FREIRE, 2019). Por isso, as prototipações ilustradas na análise dos personagens fictícios ressaltam o desenvolvimento e a implementação dos conceitos científicos trabalhados no decorrer da prática pedagógica, sendo perceptível a construção de desenhos criativos, críticos, originais e com a materialização das características físico-químicas dos combustíveis renováveis e não renováveis, observando também a contextualização dos vetores e dos efeitos das substâncias para o ser humano e meio ambiente.

Considerações finais

A evolução das práticas educativas e pedagógicas impulsiona as transformações no cenário educacional, tornando necessário o conhecimento das competências e habilidades da atualidade, tendo em vista a constante criação e implementação de atividades e abordagens metodológicas. Desse modo, o pensamento crítico, criativo e artístico dos estudantes é potencializado pelo processo de *Design Thinking (DT)*, o qual atua na construção sistemática de um produto final a partir das fases de imersão, ideação e prototipação.

Dessa maneira, a relação do *DT* e o ensino de ciências da natureza diminui a abstração e mecanização dos conceitos científicos, fomentando o exercício da reflexão, colaboração e experimentação nas atividades de problematização, assim como afirma Carruba (2021). Por isso, a construção das prototipações atuou como produto final da abordagem metodológica utilizada, sendo possível observar a implementação de características intrínsecas dos combustíveis renováveis e não renováveis postos nas ilustrações, bem como na socialização e na organização das histórias fictícias.

O desenvolvimento do *DT* se mostrou um processo potencialmente significativo na construção dos conhecimentos dos estudantes, uma vez que foi implementado nos desenhos um conjunto de conceitos científicos, símbolos e propriedades específicas das diferentes fontes de energia. Ainda, a atividade de elaboração das representações artísticas contribuiu para a materialização da natureza das substâncias trabalhadas, contextualizando os personagens fictícios com os aspectos sociais e ambientais diante dos elementos conceituais.

DESIGN THINKING IN CHEMISTRY TEACHING: CREATIVITY AND CRITICALITY IN FUELS PROTOTYPING

Abstract

The educational context is mediated by didactic-pedagogical practices, which requires educators to understand the diversity and importance of teaching and learning processes. As a result, new and diverse methodological approaches are created with the aim of promoting the skills of contemporary students. One of the methodologies that meets this requirement is to include Design Thinking (DT), since it promotes mediation for problem solving, obtaining an educational product with constructive potential, which can be used in any area, even in the teaching of natural Science. (FARIAS; MENDONÇA, 2021). Therefore, the present work aims to present and analyze the creation of fuel prototypes in chemistry teaching from the perspective of Design Thinking (DT). The educational practice was developed with the creation of prototypes of energy sources. The results obtained presented significant contributions to the students' knowledge and scientific practice, since the prototypes illustrated the theoretical bases and the implementation of conceptual elements of the natural sciences. Thus, DT becomes a viable possibility to improve cognitive functions, developing from the stages of immersion, ideation and prototyping of the assimilated knowledge in relation to the contents and fuels worked on.

Keywords: Chemistry Teaching; Fuels; Creativity; Design Thinking.

Referências

ALMEIDA, E. C. de; COSTA, M. R. A. N. da; QUEIRÓS, W. P. de. Design Thinking nas pesquisas sobre a formação de professores. **Revista Prática Docente**, v. 8, n. 1, e23010, 2023.

ASSIS, I. P. de; EMERIM, C. JORNALISMO E DESIGN THINKING: UMA APROXIMAÇÃO EM BUSCA DE INOVAÇÕES NO CONTEÚDO. **Revista Interamericana de Comunicação Midiática - ANIMUS**, v. 18, n. 37, p. 43-61, 2019.

BARROS, H. N. da S. et al. A Contação de história como estratégia para o ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 1, 2020. DOI: 10.5335/rbecm.v4i1.11281. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/11281>. Acesso em: 5 set. 2023.

BRANDÃO, M. **Macktransforma e a investigação da aprendizagem significativa**: o uso do design thinking, do STEAM e de um makerspace em um projeto de divulgação científica. 2021. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

CARRUBA, A. G. M. **Design Thinking e Astronomia**: articulações possíveis nos

anos iniciais do Ensino Fundamental. 2021. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, 2021.

CONTRERAS, F. K.; ZWIEREWICZ, M.; VALLEJO, A. P. Contribuições do design thinking para a aprendizagem na Educação Básica. **TEXTURA - Revista de Educação e Letras**, v. 23, n. 53, p. 384-406, jan./mar., 2021.

DARROZ, L. M.; TREVISAN, T. L.; ROSA, C. T. W. da. Estratégias de aprendizagem: caminhos para o sucesso escolar. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 14, n. 29, p. 93-109, jul. 2018. ISSN 2317-5125. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5473/4772>. Acesso em: 21 ago. 2023.

FARIAS, M. S. F. de; MENDONÇA, A. P. Design Thinking como percurso metodológico para construção de produto educacional: uma experiência no mestrado profissional na área de ensino. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 7, e103621, jan./dez., 2021.

FRAGA, T. Reflexões sobre arte e ciência: arte computacional aplicada em arte, arquitetura e design. **DAT Journal**, v. 3, n. 1, p. 120-130, 2018. DOI: 10.29147/dat.v3i1.76. Disponível em: <https://datjournal.anhemi.br/dat/article/view/76>. Acesso em: 8 set. 2023.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 65ª ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 74ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

FREIRE-RIBEIRO, I.; MESQUITA, E. A relação pedagógica a partir do olhar de futuros professores: implicações do(s) ambiente(s) de ensino e aprendizagem. **Revista Portuguesa de Investigação Educacional**, n. Especial, p. 14-35, 21 maio 2020.

GAUTÉRIO, V. L.; RODRIGUES, S. Os Ambientes de Aprendizagem possibilitando transformações no ensinar e no aprender. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 94, n. 237, p. 603-618, 2013.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos da pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

ILDEBRAND, I. dos S.; FRONZA, C. de A.; LUIZ, S. W. Quando a língua portuguesa visita a Libras: explorando o design thinking e o contato entre línguas no Ensino Médio. **Revista Linguagem & Ensino**, v. 23, n. 4, p. 1162-1178, 6 nov. 2020.

LIMA, E. S. C.; OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, S. S. C. dos. Design Thinking na Educação Ambiental: a problemática do Eucalyptus Urophylla S.T. Blake em uma escola do extremo sul baiano. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 1–18, 2020. DOI: 10.47401/revisea.v7i2.13572. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/revisea/article/view/13572>. Acesso em: 15 set. 2023

MACRO JUNIOR, J. C. SILVA, J. C. R. P. da. Design Thinking em processos de ensino contemporâneos. **Convergências - Revista de Investigação e Ensino das Artes**, v. 13, n. 26, p. 23-29, 2020.

MEDEIROS, A. M. A.; GOULART, D. M. O SUBJETIVO E O OPERACIONAL NA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS: UMA ARTICULAÇÃO ENTRE TIPOS DE APRENDIZAGEM E TIPOS DE CONTEÚDO. **Revista Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, v. 24, n. 1, p. e39990, 2022.

NOBLE, D. M. Design Thinking na Educação: relato de uma proposta para o ensino de língua materna. **Revista Linguagem em Foco**, v. 12, n. 3, p. 219-237, 2020

OLIVEIRA, J. L. da S. **Design Thinking como metodologia para a formação continuada dos professores de Matemática**. 2020. 160f. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação em Tecnologias Educacionais) - Instituto Metrópole Digital, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

PAIVA, E. D.; ZANCHETTA, M. S.; LONDOÑO, C. Inovando no pensar e no agir científico: o método de Design Thinking para a enfermagem. **Escola Anna Nery - EAN**, v. 24, n. 4, e20190304, 2020.

ROCHA, C. J. T. da; MALHEIRO, J. M. da S. Experimentação investigativa e interdisciplinaridade como promotora da escrita e desenho no ensino de ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 409–426, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i6.1950. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1950>. Acesso em: 15 set. 2023.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11^a ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2011.

SILVA, B. R. F. da; SILVA NETO, S. L. da; LEITE, B. S. SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DA QUÍMICA ORGÂNICA: UM ESTUDO DE CASO. **Química Nova**, v. 44, n. 4, p. 493-501, 2021.

SILVA, C. S. R. da; PORTILHO, E. M. L. CULTURA ESCOLAR, FORMAÇÃO CONTINUADA E ESTRATÉGIAS DE ENSINO. **Revista e-curriculum**, v. 16, n. 3, p. 911-933, 2018.

SILVA, M. de C. e; SILVA, P. S. INTEGRANDO ARTE E CIÊNCIA NA FORMAÇÃO E PROFESSORES DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE SEMIÓTICA PEIRCEANA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 1, p. 244-260, 2021.

SOUZA, A. O. de; MENDONÇA, A. P. Design thinking na publicidade: uma proposta de ensino-aprendizagem para o desenvolvimento de projetos. **Comunicação & Educação**, v. 24, n. 1, jan./jun., 2019.

SPAGNOLO, C. **A formação continuada de professores:** o design thinking como perspectiva inovadora e colaborativa na educação básica. 2017. 219f. Porto Alegre. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2017.

VIANNA, M. et al. **Design thinking:** inovação em negócios. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.

