

## **Design Thinking aplicado como metodologia para a solução de problemas no ensino de Química: um estudo de caso a partir de uma problemática ambiental**

### **Design Thinking applied as a methodology for solving problems in Chemistry teaching: a case study based on an environmental problem**

 Sebastião Luiz da Silva-Neto<sup>1</sup>

 Bruno Silva Leite<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Educação, Recife, PE, Brasil.  
Autor correspondente: [brunoleite@ufrpe.br](mailto:brunoleite@ufrpe.br)

**Resumo:** O *Design Thinking* (DT) é uma metodologia ativa que auxilia no processo de construção do conhecimento, em que o estudante se torna ativo e o professor atua como mediador no processo de ensino e aprendizagem. Esta pesquisa objetivou analisar, por meio do DT como metodologia de ensino, as ações de estudantes do curso de licenciatura em Química de uma Universidade Federal, na sugestão de protótipos para resolução de uma problemática ambiental. Por meio de uma abordagem qualitativa, a partir de um estudo de caso, a pesquisa foi realizada em três momentos, a fim de descrever o caminho percorrido pelos estudantes para a resolução dos problemas ambientais. Para análise dos dados, recorreu-se a elementos da Análise Textual Discursiva. Os resultados demonstram que, durante o DT, os estudantes fizeram uso dos conhecimentos prévios, experiências pessoais, culturais, econômicas e sociais, além do conhecimento químico (em uma perspectiva ambiental), para a resolução do problema proposto.

**Palavras-chave:** Ensino de química; Design thinking; Metodologia ativa; Problemática ambiental; Resolução de problemas.

**Abstract:** Design Thinking (DT) is an active methodology that supports the construction of knowledge. Students play an active role in the learning process, and the teacher serves as a mediator. The goal of this study is to investigate, using design thinking (DT) as a teaching methodology, how undergraduate students of Chemistry at a federal university went about creating prototypes to address environmental issues. A case study and a qualitative methodology were used in the three stages of the investigation to describe the steps students took to address environmental issues. The data analysis employed techniques from discursive textual analysis. Based on the results, it can be concluded that students utilized prior knowledge, their own cultural, economic, and social experiences, as well as their knowledge of chemicals, during DT.

**Keywords:** Chemistry teaching; Design thinking; Active methodology; Environmental issues; Problem solving.

Recebido: 07/10/2021  
Aprovado: 27/06/2023



## Introdução

A procura por metodologias, e/ou práticas, que possam reestruturar aulas, de modo geral, tentando propor atividades interativas, colaborativas e engajadoras, a partir de problemas reais, tem sido o objetivo central de pesquisas voltadas para um modelo de ensino mais participativo nas escolas. Nesse sentido, as metodologias ativas surgem como uma das possibilidades, em detrimento do modelo de ensino tradicional, tanto na Educação básica, quanto no ensino superior. As metodologias ativas descentralizam o papel do professor, proporcionando aos estudantes que participem ativamente do processo de ensino e aprendizagem, ao invés de os tornarem ouvintes passivos (LEITE, 2018; PAIVA *et al.*, 2016).

Segundo Morán (2015), o professor, ao utilizar essas metodologias deve, inicialmente, definir quais são as habilidades esperadas dos estudantes durante o percurso metodológico. Se a criatividade for a habilidade esperada, é necessário propor atividades que possuam caráter experimental ou que, de alguma maneira, os estudantes tenham a possibilidade de tomar a iniciativa de criar soluções para um determinado problema. Se a habilidade esperada é o protagonismo, torna-se essencial elaborar atividades em que os estudantes tenham a possibilidade de tomar decisões a partir de avaliações das soluções desenvolvidas. De acordo com Berbel (2011, p. 28), “[...] o professor deve adotar a perspectiva do aluno, deve acolher seus pensamentos, sentimentos e ações, sempre que manifestados, e apoiar o seu desenvolvimento motivacional e capacidade para autorregular-se”. Dessa forma, é importante salientar que muitas dessas metodologias são conhecidas pelos professores, contudo poucas são utilizadas no ambiente profissional da sala de aula (LEITE, 2021).

A elaboração de atividades inovadoras que foquem na aprendizagem, criatividade, empatia, construção coletiva e resolução de problemas do estudante, tornam-se mais eficientes e eficazes quando o professor estabelece quais competências deseja que o estudante apresente, desenvolva e/ou melhore. Nesse contexto, o *Design thinking* (DT) é uma das metodologias ativas que realça as seguintes características: criatividade, empatia, engajamento, protagonismo e trabalho coletivo. Nessa mesma perspectiva, Brown (2009) fala que o DT busca o desenvolvimento de variadas soluções e diversas possibilidades de aplicação, pensadas no público-alvo, criando experiências de construção coletiva e valores, como a empatia e sintonia. Outrossim, o autor enfatiza que o DT treina o cognitivo dos participantes, superando bloqueios criativos, quando se trabalha com soluções de problemas reais.

O desafio central de elaborar aulas utilizando metodologias ativas, como o DT, em especial no Ensino de Química, para proporcionar uma aprendizagem envolvendo problemas reais, está em encontrar relação no conteúdo ministrado em sala de aula com o cotidiano de cada estudante (LEITE, 2022; MORAIS; FONSECA, 2022). Uma possibilidade para estabelecer essa convergência no Ensino de Química é buscar temas que estejam em evidência nos meios de comunicação, como jornais e redes sociais, instrumentos presentes no cotidiano de todos os estudantes do século XXI. Destarte, uma das problemáticas discutidas na disciplina de Química, em especial, a subárea ambiental, que vem causando preocupação nas entidades máximas de saúde do mundo, como a Organização Mundial de Saúde (OMS) é a poluição atmosférica, promovida pela emissão de gases tóxicos e de materiais particulados em taxas elevadas, causando danos irreparáveis ao ambiente, afetando diretamente a vida dos seres humanos na Terra (PORTUGAL, 2010; VORMITTAG *et al.*, 2021).

No intuito de investigar o DT como uma metodologia para o ensino, a presente pesquisa objetivou analisar as ações de estudantes de um curso de formação inicial de professores de Química de uma universidade federal por meio do DT em relação à elaboração de protótipos para resolução de uma problemática ambiental relacionada à emissão de gases nocivos à atmosfera terrestre.

### ***Design thinking***

O termo *Design thinking* passou a ser usado na década de 1970 e, segundo Argyris e Schön (1978), tem como função discutir o pensamento do ser humano voltado para suas necessidades pessoais, visando a aprender por meio de experiências factíveis e que estes fossem capazes de buscar o questionamento e a investigação. As conceituações para o DT soam complexas ou, em alguns casos, de difícil compreensão. Uma conceituação comumente utilizada e considerada na literatura vem de Tim Brown, presidente da IDEO, empresa internacional direcionada à consultoria de inovação em designers, que define o DT como um recurso que faz uso da sensibilidade do designer e de métodos que são capazes de satisfazer as necessidades dos seres humanos com o que é tecnologicamente viável, abordando uma estratégia pensada totalmente no consumidor (BROWN, 2009). Nesse sentido, o DT se trata de um processo cognitivo do ser humano que põe em equilíbrio o estado emocional e racional, com uma abordagem voltada para a inovação, conectando os desejos das pessoas, criando estratégias para atender aos desafios impostos pela sociedade e ao “[...] desejável, do ponto de vista humano, ao tecnológico e economicamente viável” (BROWN, 2009, p. 3, tradução nossa). Nessa mesma perspectiva, Silva Neto e Leite (2020) destacam que o DT pode contribuir para um novo jeito de pensar e encarar problemas cotidianos.

À medida que o *Design thinking* é aplicado na Educação, tal metodologia propõe mudanças, não somente na prática e na forma de como se ensina, mas em todo o ambiente escolar. Na Educação, o DT pode ser aplicado em três campos diferentes (CAVALCANTI; FILATRO, 2016):

1. *DT como Estratégia de ensino e aprendizagem*: aqui o DT se opõe às metodologias tradicionais. Permite que estudantes trabalhem em grupos e, de forma criativa, projetem soluções para problemas reais, identificando-os em um contexto específico;
2. *DT como Metodologia para solução de problemas*: o enfoque aqui é a solução eficiente de um problema. Propõe a solução de problemas a partir da prática da empatia, que coloca as pessoas envolvidas no centro do processo e dentro do contexto em que ocorre a situação desafiadora;
3. *DT como Abordagem de inovação*: nesta situação o *Design thinking* não considera, necessariamente, a aprendizagem que ocorre durante o processo de inovar, o enfoque está centrado nos resultados da implementação de uma ou mais inovações.

Dependendo dos objetivos, cada situação descrita acima pode ser utilizada dentro de uma aplicação do DT na Educação, como estratégia, metodologia ou abordagem. O DT, quando aplicado à Educação, perpassa por cinco etapas (CAVALCANTI; FILATRO, 2016; GUTIÉRREZ; DOMÍNGUEZ, 2019; LEITE, 2018): (1) *Descoberta*: entender o desafio, preparação da pesquisa, procurar inspirações. Nessa fase, é preciso estar aberto e disposto a novas oportunidades e criar a partir de suas inspirações; (2) *Interpretação*: procurar significados, estruturar oportunidades. A *interpretação* tem por objetivo transformar os

significados em insights, envolvendo as histórias contadas, desde a seleção das ideias ao seu amadurecimento, de forma convincente, até que seja factível avançar para a próxima fase; (3) *Ideação*: geração/refinamento das ideias. Aqui é momento de geração de ideias a partir dos insights. Nesse momento, ocorre um *brainstorming* por parte do estudante, fazendo com que ele pense de maneira expansiva e integralizada; (4) *Experimentação*: construção do protótipo, feedback. Ocorre a experimentação (teste) das ideias geradas na fase anterior. Construir protótipos (produtos) significa tornar as ideias concretas. Nessa fase, muitas vezes, os estudantes aprendem enquanto constroem seus protótipos e compartilham com outras pessoas, obtendo feedback; (5) *Evolução*: acompanhar o processo e verificar o aprendizado. A *evolução* se trata do desenvolvimento do protótipo após a *experimentação*.

As etapas do DT realçam o papel do *designer Thinker* (pessoa designer – estudante e/ou professor), que é agente ativo nos processos de ensino e de aprendizagem, trabalhando de maneira recíproca e empática. Um professor designer é um professor inovador (SILVA NETO; LEITE, 2020) e que em sua prática pedagógica apresenta empatia, pensamento integrativo, otimismo, experimentação e colaboração. Reginaldo (2015) afirma que todos os educadores, em algum momento, podem ser um designer quando criam e readaptam situações do cotidiano para uma sala de aula, a fim de contribuir para a compreensão do sistema em torno do espaço escolar. Além disso, quando se propõe um problema, por mais difícil que seja e não apresente uma solução considerada simples, o DT permite, em meio ao empático e coletivo, traçar estratégias que visem à construção de um protótipo, confiando na intuição humana, quebrando paradigmas e construindo ideias. É nessa perspectiva que esta pesquisa foi realizada, a partir da proposição de um problema (como reduzir a emissão de gases nocivos na camada de ozônio?), buscou-se analisar as ações de estudantes de um curso de formação inicial de professores de Química na elaboração de protótipos a partir das etapas do DT (como Metodologia para solução de problemas) no objetivo de resolver uma problemática ambiental.

### **Percurso metodológico**

Esta pesquisa apresenta o *Design thinking* como uma metodologia para a solução de problemas sendo conduzida por uma abordagem qualitativa, de cunho descritivo, mediada por um estudo de caso. Na perspectiva de Lüdke e André (2022) uma pesquisa qualitativa que permeia um estudo de caso é caracterizada pela compreensão da descrição e interpretação dos fatos explorados sem qualquer preocupação com variáveis matemáticas ou estatísticas. Já a descrição do estudo de caso tem como objetivo analisar e registrar fatos para posteriormente interpretá-los (YIN, 2015). Segundo Gil (2017, p. 34), o estudo de caso “[...] consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos casos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. Para Queiroz e Cabral (2016, p. 13), “[...] todos os estudos de caso são curtos, apresentados no formato de narrativa e buscam despertar o interesse dos leitores, colocando em destaque questões que podem ser alvo de curiosidade”.

Nesta pesquisa, o caso da poluição atmosférica será abordado, uma vez que a utilização do estudo de caso no ensino superior de Química em cursos de formação inicial de professores, segundo Selbach *et al.* (2021), ainda é incipiente em relação às discussões envolvendo problemáticas ambientais, sobretudo com a utilização de metodologias de ensino como o *Design thinking*. Nesse contexto, considerando as discussões envolvendo

o aquecimento global e a poluição atmosférica, foi lançada a problemática *Como reduzir a emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre?*, por meio de um estudo de caso, conforme observado no texto que segue.

Uma problemática amplamente noticiada em diversos portais de informação e debatida nos mais variados meios de comunicação é o problema da poluição atmosférica. A matriz energética ainda é baseada nos combustíveis fósseis (gás natural, petróleo e carvão), que são altamente poluentes devido à emissão de gases nocivos. No relatório apresentado em 2014 pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (PIMC) é enfatizado que, no início da década 2000, a emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre, como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), um dos principais agentes do aumento do efeito estufa, tem causado danos irreversíveis no que diz respeito às alterações climáticas. De acordo com dados do PIMC, é projetado que, se ações antropogênicas dos seres humanos continuarem a emitir desenfreadamente  $\text{CO}_2$  e outras substâncias químicas nocivas para atmosfera terrestre pelos próximos anos, a temperatura do planeta Terra poderá ser elevada em pelo menos mais de  $1,0\text{ }^\circ\text{C}$  (PACHAURI *et al.*, 2015). Com foco em conscientizar a sociedade global sobre questões socioambientais, a Organização das Nações Unidas (ONU) tem promovido debates sobre a problemática da poluição atmosférica associada ao aquecimento global, à sustentabilidade do planeta Terra e à preservação dos ecossistemas. Nessa perspectiva, os objetivos de desenvolvimento sustentável apresentam, dentre outras ações, a busca para proteger o meio ambiente e o clima. Assim, o objetivo 7 visa a garantir até 2030 o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos, oportunizando o acesso a pesquisas e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis (UNITED NATIONS, 2015). Já no objetivo 13 propõe aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima (UNITED NATIONS, 2015). Sabe-se que a queima de combustíveis derivados do petróleo (fósseis, não-renováveis) é uma das causas pelo aquecimento global a partir da emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre. As principais substâncias produzidas e emitidas pela queima de combustíveis fósseis são óxidos de carbono ( $\text{CO}$  e  $\text{CO}_2$ ) e óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), além de outras substâncias inaláveis por seres humanos (DRUMM *et al.*, 2014). Segundo a International Energy Agency (2009), o petróleo (34%), o carvão mineral (26,5%) e o gás natural (20,9%) são as principais formas de produção responsáveis pela grande quantidade de gases nocivos emitidos na atmosfera. A poluição atmosférica é qualquer substância cuja concentração poderá se tornar nociva à sociedade, além de danosa a flora e fauna (TESTA, 2015), e se difere dos gases de efeito estufa. Os gases de efeito estufa estão relacionados ao aquecimento global, já os gases (e materiais particulados) poluentes são tóxicos e estão relacionados diretamente a danos à saúde humana e à natureza. Uma fonte de poluição atmosférica nos grandes centros urbanos são os veículos automotivos. Atividades das indústrias e usinas também contribuem para a emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre. Para conhecer o nível de poluição, a medição pode ser realizada através da quantidade de substâncias poluentes presentes no ar, algumas substâncias identificadas são: dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), hidrocarbonetos ( $\text{HC}$ ) e óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ).

Diante disso, acredita-se que os principais impactos oriundos da emissão de gases poluentes são o aquecimento global e o efeito estufa e, considerando as informações relatadas anteriormente, explique como reduzir a emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre? Utilize o *Design Thinking* para solucionar esta problemática.

Em linhas gerais, a pesquisa foi realizada em três momentos distintos (com duração total de um mês, desde o primeiro até o terceiro momento), a fim de apresentar as propostas dos grupos para resolução da problemática ambiental durante a utilização do DT, coletando os dados obtidos por meio de documentos avaliativos (questionário e relatório descritivo) sendo submetidos a análises posteriores referentes ao estudo de caso. Seguem as descrições dos três momentos.

1. **Apresentação do *Design Thinking* e proposta de atividade:** o professor da disciplina *Instrumentação para o Ensino de Química* apresenta os conceitos envolvendo o DT (etapas e características) como um instrumento que pode ser utilizado na Educação. A fim de verificar seus limites e suas potencialidades, foi proposto o caso contendo a seguinte problemática: *Como reduzir a emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre?* (descrito no texto acima), que o DT foi utilizado como metodologia de ensino para a resolução da problemática;
2. **Utilização do *Design Thinking* como metodologia de ensino:** no segundo momento da pesquisa os estudantes da disciplina utilizaram as cinco etapas do DT para realizarem a atividade proposta pelo professor. Neste momento, o intuito era que os estudantes interpretassem a problemática compreendendo os fatores que a acentua; criassem soluções a partir de suas experiências acadêmicas e cotidianas; experimentassem de maneira teórica todas as propostas; escolhessem a solução mais plausível para o contexto em que estão inseridos;
3. **Análise das propostas:** o último momento foi realizado de maneira avaliativa para compreender as percepções dos estudantes e proposições inferidas por eles por meio da Análise Textual Discursiva (ATD). Os estudantes, ao final da proposta, entregaram um relatório descritivo constando todas as etapas do DT e a explicação de como elas ocorreram no grupo, além das respostas ao questionário aplicado. No intuito de detalhar sobre quais foram as ações dos estudantes utilizando as etapas do DT para a resolução de uma problemática ambiental, além do relatório contendo o detalhamento de cada etapa do DT, foram usadas cinco perguntas (**quadro 1**), com a finalidade de obter informações sobre atitudes, concepções, ideias e perspectivas de cada estudante (individualmente e em equipe) durante as etapas do DT na construção do protótipo. Igualmente, foram analisadas, sem atribuir juízo de valor as intenções dos estudantes durante o momento da *ideação* (uma das etapas do DT).

**Quadro 1** – Questões norteadoras para compreensão das etapas do *Design thinking*

Perguntas	Objetivo específico
1. Quais as concepções prévias de cada membro do grupo sobre o tema?	Realizar a identificação e interpretação da problemática
2. Quais foram as ideias que surgiram individualmente?	Verificar como ocorreu a fase da ideação ( <i>brainstorming</i> )
3. Quais foram as ideias que surgiram em grupo?	Verificar como ocorreu a fase da ideação ( <i>brainstorming</i> )
4. Qual a proposta será escolhida como protótipo?	Identificar quais propostas que foram testadas e quais não foram?*
5. Expliquem o motivo da proposta escolhida e por que ela é a mais indicada?	Analisar a proposta escolhida

\*Compreender o motivo de algumas propostas não serem escolhidas.

Fonte: elaborado pelos autores.

Essa atividade foi aplicada durante a disciplina de *Instrumentação para Ensino de Química*, do sétimo período do curso de Licenciatura em Química de uma Universidade pública federal. Participaram 16 estudantes que, de forma livre, dividiram-se em cinco equipes: *Alfa*, com três estudantes; *Beta*, com quatro estudantes; *Gama*, com três estudantes; *Ômega* com quatro estudantes. Na quinta equipe, que, na verdade, é uma dupla, levou-se em consideração os resultados construídos ao longo da atividade pelos respectivos membros da dupla, considerando pertinente sua inserção na pesquisa. Assim, a equipe foi nomeada como equipe *Phi*.

Os relatórios, assim como as respostas das questões norteadoras, foram lidos mais de uma vez, a fim de minimizar distorções nos sentidos pretendidos na nossa análise dos dados. Para evitar a identificação dos estudantes participantes da pesquisa, utilizamos a seguinte codificação: alfa-01 para o estudante um, alfa-02 para o estudante dois e alfa-03 para o estudante três. De modo igual procedeu-se para os demais grupos. Salienta-se que os nomes das equipes foram escolhidos por seus respectivos membros, conforme solicitado pelo professor da disciplina.

Em relação à análise dos dois documentos elaborados pelos grupos, relatório descritivo e respostas do questionário, ambos feitos de maneira coletiva, lançamos mão da Análise Textual Discursiva (ATD). De acordo com Moraes e Galiuzzi (2016), a utilização da ATD tem o propósito de examinar as múltiplas concepções presentes em documentos elaborados e/ou coletados em entrevistas e formulários, sem atribuir juízo de valor ou teste de comprovação das hipóteses. Os autores enfatizam que o objetivo da ATD é subjetivo, focado, essencialmente, na compreensão e na interpretação dos dados presentes no documento e a partir destes, paulatinamente, reconstruir o conhecimento sobre o tema abordado.

Nessa perspectiva, baseado nas diretrizes estabelecidas por Moraes e Galiuzzi (2016) no que diz respeito à ATD, a análise dos dados passou pelas seguintes etapas: (i) categorização – as categorias emergiram a priori, isto é, foram extraídas da fundamentação teórica (das etapas do DT: *Descoberta*, *Interpretação*, *Ideação* e *Experimentação*). O agrupamento das unidades de significados nas categorias precedentes para análise fenomenológica das evidências científicas relacionadas à metodologia foi realizado na etapa subsequente; (ii) unitarização – fragmentação dos documentos elaborados pelas equipes, ou seja, análise integral das propostas apresentadas e desenvolvidas pelas equipes por meio das etapas do DT para resolução da problemática; (iii) construção do metatexto – comunicação entre as concepções utilizadas por cada estudante, por meio da convergência dos conteúdos de Química e das evidências científicas relacionadas à problemática. Nessa etapa, o pesquisador descreve e interpreta em busca de pronunciar as novas compreensões ocasionadas pela análise.

## **Resultados e discussão**

Na presente seção são descritas as propostas para reduzir a emissão de gases nocivos na camada de ozônio sugeridas pelos estudantes fundamentados nas características do *Design thinking*. Além disso, apresentam quais foram as estratégias, os métodos e os processos de escolha pelas equipes, verificando a aplicabilidade do DT como uma metodologia em busca da solução mais adequada para o problema apresentado em sala de aula. A partir das respostas do questionário e da análise dos relatórios foi possível descrever cada etapa do DT na resolução do problema apresentado aos estudantes.

### ***Descoberta***

A *descoberta* é a primeira etapa do DT e equivale à análise geral por parte dos estudantes em relação à problemática proposta pelo professor. Segundo Brown (2009) e Reginaldo (2015), o procedimento de inovação é intimamente interligado à compreensão profunda do contexto em que o problema ou problemática está inserido. A *descoberta* é o momento em que os componentes de uma equipe se aproximam por meio da compreensão

do problema a partir de inúmeras perspectivas. Dessa forma, os estudantes de cada equipe apresentaram suas concepções. O objetivo era fazer com que os estudantes partilhassem, em equipe, suas opiniões acerca da problemática (*como reduzir a emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre?*) apresentada pelo professor e assim sendo provocados a refletirem e compreenderem o problema de forma mais clara, desde as causas dos impactos até aos fatores que dificultam a proposição de uma solução. Ademais, a primeira pergunta do questionário (**quadro 1**) tinha o intuito de encontrar divergências entre os membros da equipe, conflitando os pontos de vista e seus propósitos e, além disso, identificar suas concepções prévias.

As concepções prévias são elementos importantes no processo da *descoberta* de um problema, antes mesmo de começar a interpretá-lo. Elas incitam divergências entre as inúmeras experiências de vida de cada designer (o/a estudante), assim como, provoca convergências entre o pensamento intuitivo e pormenorizado de cada um, fazendo com que os/as designers proponham soluções para aumentar a efetividade de suas propostas mais criativas e inovadoras (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). A etapa da *descoberta* permite que estudantes vivenciem dentro do ambiente acadêmico de maneira colaborativa e busquem por novas ideias que possam impactar a sociedade, proporcionando potencialização na criatividade humana e transformando desafios complexos em oportunidades de aprendizado (CAVALCANTI; FILATRO, 2016; SILVA NETO; LEITE, 2020).

A forma com que o estudante descobre os problemas sociais, ou neste caso, ambientais, por meio do DT, fornece uma visão privilegiada acerca de características essenciais para uma futura interpretação coerente dos fatores que os acentuam. Cavalcanti e Filatro (2016) destacam que é necessário explorar todas as possibilidades possíveis, olhando para o futuro e pensando em hipóteses, antes do teste ou aceitação da proposta. De acordo com Brown (2009), soluções hipotéticas, criativas e inovadoras podem surgir ainda na etapa de *descoberta* do problema a começar da compreensão prévia do problema, apesar de estas serem somente arquétipos preliminares. Nesse sentido, beta-03 defendendo sua hipótese formulada, ainda na etapa de *descoberta*, destaca que

*O desenvolvimento de pesquisas governamentais mostra que o dióxido de carbono é responsável por uma série de doenças, além disso, apontam sobre efeitos prejudiciais ao meio ambiente e uma forma de solucionar esse problema é conscientizar desde o ensino fundamental as crianças participarem de projetos de Educação Ambiental [beta-03].*

É preciso levar em consideração que o DT na etapa de *descoberta* busca a inspiração por meio do problema, para ajudar a construir um protótipo de caráter *indispensável diferencial* – de simples construção e viável para todos(as) – visto que transforma problemas de larga escala industrial em soluções que possam oferecer benefícios para a sociedade. Nesse contexto, é importante reconhecer previamente os impactos que gases nocivos possam oferecer ao ambiente, conforme observado por gama-01, ao inferir que “[...] quanto maior for a concentração de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, maior será a absorção de energia de radiação infravermelho, o que acarretará maior aquecimento da terra [...]”.

Além dos problemas relacionados ao ambiente, em relação à emissão de gases nocivos na camada de ozônio, há também uma preocupação instintiva sobre os riscos à saúde humana, conforme destaca alfa-01, “[a camada de ozônio] pode provocar danos à saúde, como doenças respiratórias”. Segundo Reginaldo (2015), é necessário que durante a descoberta as concepções apresentadas sejam inerentes ao cotidiano vivenciado por

cada designer, investindo assim no conceito de aprendizagem investigativa, ou seja, investigando o problema a partir das suas experiências de vida, referentes à forma com que estão inseridos em cada contexto social. Ao destacar os problemas que acentuam a emissão de gases nocivos e os possíveis riscos inerentes, os estudantes apontaram ações para solucionar o problema a partir das experiências de vida, para ômega-03 seria “evitar andar sozinho no carro [...] pegar carona ou usar transporte coletivo”. Esse trecho salienta, de maneira implícita, que o crescente uso de veículos movidos a combustíveis fósseis aumentou em demasia nos últimos anos e a emissão de gases nocivos, que são prejudiciais ao ambiente, é acentuada de maneira exponencial oferecendo riscos à saúde humana, podendo desencadear uma série de outros problemas, como erupções vulcânicas e queimadas involuntárias em ecossistemas naturais (DAPPER; SPOHR; ZANINI, 2016).

De forma geral, o **quadro 2** apresenta a síntese das concepções prévias de cada estudante das cinco equipes, na primeira etapa do DT (*Descoberta*).

**Quadro 2** – Concepções dos membros de cada equipe na etapa da *Descoberta* (Etapa 1)

Equipe	Concepções prévias de cada estudante			
	Estudante 01	Estudante 02	Estudante 03	Estudante 04
Alfa (α)	– Poluição atmosférica; – Aquecimento global; – Riscos à saúde; – Alterações climáticas.	– Centros industriais; – Combustíveis fósseis.	– Poluição atmosférica; – Riscos à saúde; – Combustíveis fósseis.	
Beta (β)	– Combustão; – Combustíveis fósseis.	– Diminuir a emissão de gases nocivos para o ambiente.	– Pesquisas envolvendo CO <sub>2</sub> e os seus impactos no ambiente.	– Pesquisas sobre o efeito estufa.
Gama (γ)	– Gases nocivos; – Poluição atmosférica.	– Gases nocivos; – Chuvas ácidas.	– Emissão de gases pelas indústrias; – Utilização de energia elétrica produz CO <sub>2</sub> .	
Ômega (ω)	– Uso de transportes coletivos; – Evitar usar combustíveis fósseis.	– Usar produtos recicláveis; – Combustíveis biodegradáveis.	– Usar fogões a gás ao invés de elétricos; – Não utilizar chuveiro elétrico.	– Reciclar o lixo; – Não utilizar ar-condicionado.
Phi (φ)	– Diminuir a emissão de gases nocivos para o ambiente.	– Conscientização ambiental e educacional.		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para que o desempenho da etapa *descoberta* se torne um processo de construção de conhecimento significativo é importante levar em consideração que o DT aproxima as experiências de cada pessoa (estudante) em relação à temática envolvida e o contexto social vivenciado por ele(a), uma vez que todas as concepções apresentadas devem ser consideradas como oportunidades para problematização, refutação, questionamentos e melhorias, a fim de resolver impasses que permeiam o cotidiano de cada um envolvido no desenvolvimento dos protótipos (REGINALDO, 2015).

### **Interpretação**

Na segunda etapa, a *interpretação*, há possibilidade de ocorrer antagonismo entre as hipóteses apresentadas pelas equipes em relação à problemática, devido à subjetividade humana, evidenciada a partir de concepções prévias nos momentos de

insights. A ocorrência desse antagonismo (momento de divergência) poderá proporcionar às equipes um momento de discussão sobre a problemática a fim de correlacionar as ideias individuais e, por meio das discussões coletivas, contrastarem suas propostas para identificarem aspectos que apresentavam similaridades. Corroborando Oliveira (2014), no que diz respeito ao pensamento divergente, a *interpretação* é a etapa em que é possível visualizar as múltiplas perspectivas dos envolvidos a partir de suas necessidades pessoais.

A etapa de *interpretação* propõe, inicialmente, que estudantes exponham suas percepções individuais em relação ao desafio proposto de forma prática, a fim de articular (a priori) e contrastar (a posteriori) as múltiplas perspectivas existentes sobre determinada problemática. Tal premissa relativa à fase de *interpretação* permite o desenvolvimento da empatia, requisito importante para a elaboração de uma proposta ampla e inovadora, por meio da colaboração e da criatividade. A empatia viabiliza a fragmentação de uma problemática para que a sua resolução seja factível. De acordo com Oliveira (2014, p. 108), a empatia “[...] serve para ver o que as pessoas não fazem, escutando o que elas não estão dizendo”.

Nesse sentido, após a fase de *descoberta*, as equipes buscaram entender inicialmente a problemática por meio da empatia e da inferência de questionamentos relativos à existência de gases nocivos, além do  $\text{CO}_2$ , emitidos na camada atmosférica. Por exemplo, *phi-02* questiona “*só existe o gás  $\text{CO}_2$  como agente causador de impactos na camada de ozônio?*”. Esse questionamento feito por *phi-02* é observado também nas outras equipes (sobre a existência de mais gases nocivos). Assim, considera-se importante destacar o questionamento de *gama-03* de que: “*só existe  $\text{CO}_2$  como gás nocivo ou tem mais?*” A resposta a esse questionamento é observada em outro grupo, quando *alfa-02* relata que existem outros gases tão nocivos quanto o  $\text{CO}_2$ : “*não existe apenas o  $\text{CO}_2$ , existe o tetracloreto de carbono [ $\text{CCl}_4$ ] e o óxido nitroso [ $\text{N}_2\text{O}$ ] também como gás nocivo. Existem outros também*” (*alfa-02*).

As dúvidas factuais em relação à existência de variados gases nocivos, com diferentes estruturas químicas, é parte da fase de *interpretação*, na qual os estudantes buscam entender a problemática por meio de perguntas que podem ou não estar relacionadas aos conhecimentos abstratos da Química. Levando-se em consideração o cenário de aplicação do DT para resolução de uma problemática ambiental em curso de licenciatura em Química, foi verificado que houve objeções relativas às proposições de alternativas que pudessem reduzir a emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre. *Beta-03* afirma: “*Acredito que seria possível reduzir os impactos de dióxido de carbono na atmosfera tratando do tema desde a base*”, e *beta-01* (da mesma equipe) contrapõe “[Mas], como isso será feito?” (apresentando um pensamento divergente). *Beta-02* considerou que a premissa de *beta-03* pode ser trabalhada desde a base na perspectiva de energias renováveis em Ciências, apresentando um pensamento convergente, para *beta-02*:

*Diante de todo o  $\text{CO}_2$  que é produzido e liberado no consumo de energia elétrica e energia solar captada pelos painéis solares com células voltaicas que torna-se [sic] bastante atrativas em regiões quentes [...] pode ser estudado quando as crianças estão no [ensino] fundamental, acho eu.*

É importante enfatizar que os questionamentos efetuados na fase de *interpretação* podem ou não advir da ausência de conhecimentos teóricos e práticos relativos à problemática. A partir dessa premissa, foi analisado o perfil curricular do curso em questão e foi constatado que a disciplina de Química Ambiental (obrigatória) é oferecida

a partir do oitavo período. Entretanto, a disciplina de Ecologia Química (optativa) pode ser oferecida em qualquer período e não possui pré-requisitos para que um(a) estudante a curse. Ambas as disciplinas, de acordo com seus respectivos planos de ensino, apresentam discussões acerca da atmosfera terrestre. Contudo, não é possível afirmar se todos(as) estudantes no momento de elaboração de seus questionamentos cursaram uma das disciplinas supracitadas e utilizaram os conhecimentos construídos nelas.

Para Silva Neto e Leite (2020), o *Design Thinker* deve interpretar os problemas de maneira profunda e com empatia, sendo necessário fazer utilização de métodos específicos de investigação, por exemplo, a observação e a pesquisa (de caráter bibliográfica, campo etc.), com a finalidade de coletar/obter dados que permitam maior compreensão do contexto em que a problemática ocorre, no intuito de mobilizar ações e pessoas que estão diretamente envolvidas dentro de determinado contexto investigado. O uso da empatia pelo *Design Thinker* durante a fase de *interpretação*, assim como nas fases subsequentes, possibilita a elaboração de propostas desejáveis e que atendam às necessidades, com maior amplitude comunitária, dos envolvidos. Todavia, antes de avançar para a fase de *ideação*, é necessário que haja convergência entre os pensamentos divergentes de cada *Design Thinker*, nitidamente evidenciados nos questionamentos referenciados acima.

Nesse sentido, após as hipóteses iniciais levantadas, foi observado que alguns membros de algumas equipes tiveram dificuldades para alinhar seus pensamentos divergentes. A equipe Alfa teve problemas em relação à contrariedade de propostas viáveis para a resolução da problemática ambiental. Alfa-03 refuta o pensamento de alfa-02 ao contestar a fala sobre a existência de mais gases nocivos "*estamos indo muito além [...] devemos focar apenas em um tipo de gás [nocivo], por que [sic] assim podemos fazer uma coisa mais direcionado ao problema*". Enquanto phi-01 infere uma opinião sobre o questionamento feito por phi-02 "*[...] se não existe apenas um gás nocivo que é emitido na atmosfera terrestre, temos que propor algo bem mais amplo*".

Dessa forma, acredita-se que cada equipe tenha realizado a interpretação da problemática de maneira pormenorizada e significativa. Tal conjectura, corroborando com os pressupostos teóricos apresentados por Oliveira (2014), é ratificada por meio dos pensamentos divergentes (no início da fase *interpretação*) e convergentes (no fim da fase *interpretação*), que os membros de cada equipe utilizaram suas concepções prévias para entenderem todos os detalhes acerca da problemática. É possível delimitar essa dinâmica aludida em dois momentos: (1) Entendendo o desafio; (2) Escolhendo as possibilidades. O primeiro momento refere-se ao uso do pensamento divergente como alternativa para inferir questionamentos relativos à problemática com o objetivo de entender suas causas e o seu contexto (o entorno); enquanto o segundo momento é atrelado ao uso de insights – prévios – para a elaboração de propostas amplas, ou seja, que abranjam um quantitativo grande de futuros usuários empáticos.

Por meio da abordagem sistêmica<sup>1</sup> (AROS, 2016) e do trabalho em equipe é possível afirmar que os(as) estudantes, de maneira geral, atentaram-se, na fase de *interpretação*, aos interesses coletivos da sociedade, ou seja, focaram na idealização de (possíveis) soluções que pudessem incluir um quantitativo grande de pessoas e, obviamente, levaram em consideração o descaso por parte das entidades governamentais que fiscalizam danos

---

<sup>1</sup>Uma abordagem de caráter sistêmica trata-se de fazer/ resolver algo de maneira global, isto é, estar em uma posição que permita visualizar a problemática e resolução para além dos futuros usuários, evidenciando o contexto em que a problemática está inserida.

no ambiente do Brasil, como o Ministério do Meio Ambiente, por exemplo. A equivalência entre os problemas enfrentados diariamente no que diz respeito ao ambiente e ao descaso das entidades governamentais brasileiras por parte de seus últimos gestores (2018-atual) foi um ponto abordado também durante a fase *interpretação* por algumas equipes. De acordo com ômega-01 “[...] o desuso de combustíveis fósseis evitaria queimadas nas florestas [...] mas para isso nós precisaria [sic] de apoio do governo federal”. Para ele, além de boas propostas para resolução da problemática, a equipe precisaria de apoio e incentivo público para pôr em vigência seu protótipo. Já gama-01 é mais incisivo nas críticas “[...] mesmo que façamos algo bom, o governo atrapalha mais do que ajuda [...]”.

Evidentemente, por se tratar de uma problemática complexa, que por consequência possui mais de uma solução, fatores externos contribuem com o surgimento de impasses que permitam resoluções rápidas. Segundo Redante, Fritz Filho e Medeiros (2019, p. 55), problemas complexos “[...] caracterizam-se por serem mal-definidos, com exigências incompletas, contraditórias e mutáveis”. Nesse contexto, a problemática “redução da emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre” subscreve sim exigências imprecisas, contraditórias e mutáveis, afinal, a problemática tem uma rigorosa abstração teórica além de densa; contraditória porque cada ser humano possui suas crenças e ideologias; mutáveis pelo fato de que com o passar dos anos a problemática está sujeita à evolução natural. Contudo, a problemática proposta não é ‘mal-definida’, pois ela apresenta sentido e objetivo.

Em síntese, a fase de *interpretação* foi caracterizada como momento de pormenorização e compartimentalização da problemática, oferecendo aos *Design Thinkers* mais criticidade, engajamento e reflexão (ideias) na tomada de decisões nas etapas subsequentes.

### **Ideação**

A fase de *ideação* ocorreu quando os membros das equipes tiveram que ‘idearem’ possíveis resoluções para a problemática, iniciadas na fase de *interpretação*. A elaboração de ideias foi realizada inicialmente de maneira individual e, por conseguinte, coletiva. O intuito dessa sequência de momentos na etapa *ideação* era observar quais ideais surgiriam individualmente e coletivamente a fim de compará-las, tornando possível analisar como ocorreu esta etapa do DT. Observa-se que algumas ideias dos estudantes apresentadas de maneira individual foram também apresentadas de maneira coletiva. Poucas ideias coletivas não foram exteriorizadas de maneira individual e vice-versa. Esses momentos proporcionaram um *brainstorming* no que diz respeito à quantidade de ideias apresentadas de maneira individual e coletiva.

O processo de *ideação* deve ser intransigente, isento de dogmas e/ou ideologias e ausente de julgamentos (juízo de valor), para que ideias de todos os tipos sejam exteriorizadas (BROWN, 2009). Por meio da construção coletiva, as equipes apresentaram suas ideias, discutiram e separaram as que apresentavam similaridades. A **figura 1** apresenta as ideias escolhidas por cada equipe.

**Figura 1** – Ideias escolhidas por cada equipe

Fonte: Elaborada pelos autores.

É importante que várias ideias sejam criadas, já que o processo de refinamento selecionará a proposta mais viável para o problema – na visão dos *Design Thinkers* (SILVA NETO; LEITE, 2020). Isso é realizado por meio do conflito com o contexto em que o indivíduo está inserido e, portanto, durante o processo de *ideação*, novas ideias podem ser desenvolvidas a fim de aperfeiçoar a ideia (principal). Ademais, é necessário interpretar o problema de maneira minuciosa e ao mesmo tempo compreender como se forma o contexto social dos membros de todas as equipes. Nas entrelinhas da abordagem utilizada, todas as equipes justificaram a exposição de suas ideias com base no contexto em que estão inseridas, como salienta o *phi-01* sobre a possibilidade de aumentar o número de caronas coletivas.

*Ao invés de fazer viagens grandes sozinhas em seu próprio automóvel, procurar se organizar em grupos de caronas para evitar que muitos carros tenham a necessidade de fazer o mesmo trajeto, ou optar por ir em transportes coletivos, de preferência que não sejam a base de gasolina [phi-01].*

Na visão desse estudante, a menor circulação de veículos reduziria abruptamente a emissão de gases nocivos, em especial o CO<sub>2</sub>, na camada de ozônio. Gama-03 evidencia a importância da articulação social entre sociedade e instituições públicas (escolas, secretarias municipais, prefeitura etc.) “[...] Poderia ser criado um projeto que possuísse o objetivo de convidar a comunidade (pais e habitantes daquela localidade) a participar juntamente com os alunos e comunidade escolar, onde seria explicado através de palestras fazendo uso de vídeos e imagens [...]”. Reitera-se que as ideias levantadas pelos estudantes corroboram com os pressupostos apontados por Cavalcanti e Filatro (2016) no que diz respeito à empatia e mobilização de caráter social e que são evidenciadas também na fase de *descoberta*, conforme destacado no **quadro 2**.

A finalidade da etapa *ideação* é avaliar as ideias que surgem por meio das várias interpretações do problema vislumbradas nas etapas anteriores. É importante reafirmar que o uso de insights guia o processo do *brainstorming*, que segundo Brown (2009), é a principal técnica utilizada pelo *Designer Thinker* para a proposição de soluções criativas e inovadoras. Segundo Cavalcanti e Filatro (2016), o DT na fase *ideação* não é centrado exclusivamente no ser humano, além disso, baseia-se na capacidade de relacionar a intuição com padrões que desenvolvam soluções que tenham significado emocional, tendo um equilíbrio entre o sentimento e a inspiração para fundamentações de ideias racionais, como é destacado na resposta dos estudantes da equipe Gama:

*O efeito estufa é um efeito global resultante do somatório das ações individuais e coletivas em todo o planeta. A sociedade precisa cobrar de seus governantes políticos ambientais rigorosas que diminuam os efeitos danosos da poluição atmosférica dos estados e, paralelo a esta ação, temos que apoiar movimentos internacionais para adoção de políticas que reduzam o aquecimento global [gama-02].*

Cavalcanti e Filatro (2016) ressaltam a importância de partilha entre os membros de cada equipe, logo, identificou-se não somente discussões centradas nas disciplinas científicas cursadas ao longo da graduação, mas nas concepções variadas em relação às múltiplas áreas existentes do conhecimento científico, em âmbitos teóricos e práticos, por meio da partilha. Contudo, Silva Neto e Leite (2020) destacam que é importante na etapa de *ideação*, delinear os perfis dos sujeitos envolvidos na metodologia do DT em relação às características de um *designer thinker* para contribuir com as múltiplas concepções dos sujeitos envolvidos na metodologia, tornando a proposta idealizada nesta fase como possível solução mais sólida e assertiva para a problemática trabalhada, fortalecendo assim a construção coletiva.

Boas propostas de soluções nascem das divergências entre os próprios membros de cada equipe, ampliando o espaço na busca pela obtenção de conhecimento e conflito sobre as concepções diferentes (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). Nessa perspectiva, alfa-03 propõe que microempresas tenham investimentos na busca de biocombustíveis que visem a impactar cada vez menos a camada de ozônio o que seria “[...] *uma alternativa com potencial para se resolver o problema. Mas se considerarmos a falta de investimentos por parte dos governantes, sabemos que é praticamente impossível destinar novos recursos [...]*” (alfa-03). Enquanto alfa-02, resalta a importância do uso de transportes coletivos, em que “[...] *o investimento em transportes coletivos, como o metrô, por exemplo, pode reduzir o número de veículos em circulação nas vias e reduzir a emissão de poluentes e conseqüentemente o consumo de combustíveis fósseis*”. Esse momento de troca se deu por uma divergência de opiniões, que os três membros debateram sobre a melhor solução. Já a equipe Ômega compreendeu que sua proposta apresentaria uma demanda por recursos financeiros e que haveria pesquisas nessa área, possibilitando uma convergência nas ideias da equipe. Segundo a equipe é preciso *“aumentar o pouco investimento existente, destinando verbas para que o desenvolvimento se dê nas universidades”* (Equipe Ômega).

Pensamentos divergentes e convergentes se complementam ao invés de limitar o pensamento; eles ampliam a busca pela solução por meio das análises de transformação das ideias propostas na fase *ideação*. O processo de *ideação*, quando proposto na Educação, é movido pelo *brainstorming*, buscando maior sucesso na proposta da solução, prezando pela qualidade das ideias, evitando julgamentos sobre as escolhas, sendo empático com as limitações do outro, procurando melhorar e transformar atitudes que fazem o processo ser mais enriquecedor e produtivo, o que foi observado nas respostas das equipes. Ademais, destaca-se que as propostas para resolução da problemática sugerida, elaboradas por cada equipe durante a etapa de *ideação*, não são inéditas, embora elas estejam alinhadas aos conhecimentos abstratos da Química (que cada estudante assimilou durante o processo de formação acadêmica).

### **Experimentação**

Após o processo de *ideação*, a fase seguinte do DT é tornar as ideias concretas e experimentá-las. Nesta etapa, Brown (2009) propõe a construção de protótipos para que possam ser testados, com a intenção de obter informações acerca da proposta e avaliações plausíveis com o seu funcionamento. É necessário que o protótipo a ser desenvolvido seja centrado e pensado no ser humano, ou seja, que visem a atender as necessidades dos futuros usuários (VIANNA *et al.*, 2014). Para isso, antes de colocá-lo em funcionamento, é aconselhável fazer um pré-teste de iniciação do protótipo, visando à interação entre

os membros, o refino a possível evolução, por meio de um feedback para que a proposta seja fortalecida.

Na Educação, a *experimentação* corresponde ao momento de colocar em prática as ideias pensadas para o problema identificado, analisando e discutindo o procedimento (REGINALDO, 2015). Haverá a construção de um protótipo, assim como na área de negócios, que deve ser compartilhado com toda comunidade escolar/acadêmica para que todos possam validar ou refutar; além de aprimorar e complementar o protótipo (CAVALCANTI; FILATRO, 2016). O **quadro 3** destaca os protótipos que cada equipe propôs para a resolução do problema inicial.

**Quadro 3** – Protótipos apresentados pelas equipes

Equipe	Protótipo
Alfa	Transporte público
Beta	Investimento de fontes de energia renováveis
Gama	Educação Ambiental
Ômega	Utilização de combustíveis biodegradáveis
Phi	Desuso de combustíveis

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Na fase *experimentação*, um dos fatores preponderantes para o seu êxito é a tomada de decisão (BROWN, 2009; LEITE, 2018; REGINALDO, 2015), ou seja, a autonomia e o engajamento dos membros de cada equipe, além de apresentar detalhadamente como se dará o processo de execução da proposta. Outro aspecto intrínseco da fase *experimentação* é a possibilidade de melhoria da proposta escolhida, o que pode acarretar em novos processos de *brainstorming*, passíveis de reinterpretações e redescobertas da mesma ideia ou de novas, tanto pelos membros da equipe como também dos futuros usuários, já que esta fase permite, de certo modo, remodelar o protótipo a partir de limitações evidenciadas durante seus testes.

Em vista disso, as equipes Gama e Phi, antes de chegarem ao consenso, obtiveram novas conclusões por meio da reinterpretação do problema na fase de *experimentação*. A equipe Gama que, a priori, tinha escolhido a proposta de Mobilização Social afirmando que “o engajamento nas questões climáticas ajudam [sic] na conscientização geral [...]”, após um novo processo de debate coletivo, propôs a ‘Educação Ambiental’ como temática central porque

*[...] as hipóteses citadas seriam totalmente viáveis para o problema colocado, visando os fatores relacionados à sociedade, custo e colaboração social. A proposta escolhida [Educação Ambiental] levou alguns fatores em consideração como custos, regionalidade e acessibilidade de recursos [gama-01].*

O mesmo aconteceu com a equipe Phi, que a princípio tivera escolhido ‘Caronas Coletivas’ como proposta, mas, após um novo processo de reinterpretação das causas do problema, propôs o ‘Desuso de combustíveis fósseis’ como solução, afirmando que “[...] a hipótese proposta da redução do uso de combustíveis fósseis nos veículos automotores, passou por todas as etapas de um Design Thinker e por isso foi escolhida na questão anterior como a mais indicada para resolver o problema” (phi-02).

As propostas escolhidas pelas equipes Alfa e Ômega são caracterizadas pela potencialização de conscientização humana e também em investimento dos setores público e privado para a redução da emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre, em especial a emissão de CO<sub>2</sub>. Nas equipes Alfa e Ômega, a *experimentação* se deu por meio de um experimento social. Os membros da equipe Alfa fizeram a conscientização de indivíduos (parentes) para o desuso de seus respectivos automóveis movidos a combustíveis fósseis; enquanto membros da equipe Ômega fizeram a divulgação de postagens didáticas nas redes sociais (Facebook, Instagram e Twitter) com a finalidade de disseminar informações a respeito dos impactos causados pela emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre.

As propostas dos experimentos foram guiadas por meio da sistematização de ideais educacionais, conforme destaca o alfa-02 “[...] *após a discussão teórica da experimentação, chegou-se ao consenso de que a proposta escolhida [pelo grupo] era a mais adequada por corroborar com o livro e com os artigos científicos utilizados [...]*”. Nessa mesma perspectiva, alfa-03 justifica a importância de investimentos no transporte público (proposta escolhida pelo grupo), “[...] *por ser a ideia mais viável diante das outras propostas. A proposta escolhida pode ser eficaz na redução de emissões provenientes de veículos automotores*”. Ao mesmo tempo em que a equipe Alfa pensou no investimento em transportes públicos, é possível inferir também a possibilidade na menor circulação de veículos particulares que utilizam combustíveis fósseis para se locomoverem, conseqüentemente, diminuindo na emissão de CO<sub>2</sub>.

Brown (2009) ressalta a importância na convergência de opiniões para a realização de testes na proposta escolhida, uma vez que o diálogo entre os membros fortalece a tomada de decisão no procedimento de *experimentação*. A existência de um líder, nesse caso, facilita a articulação das ideias apresentadas por todos os membros, evidenciando as projeções inferidas por meio dos conflitos cognitivos e também da viabilidade de aplicação. Diante disso, a equipe Ômega enfatizou que a utilização de combustíveis biodegradáveis é viável por “[...] *tratar-se de uma possibilidade que abre portas para redução de emissão de gases fósseis, já que eles não afetam tanto a camada de ozônio*” (ômega-04). Nesse mesmo raciocínio, ômega-02 fortalece que o uso de combustíveis biodegradáveis também aumentaria o número de pesquisas envolvendo essa temática “[...] *a utilização de combustíveis biodegradáveis também impactaria na Educação. Acredito que passariam a investir mais em pesquisas [...]*”. Há, claramente, uma preocupação com um aspecto social pujante para a Educação. Investimentos em pesquisas, sejam elas de quaisquer magnitudes, são importantes para o desenvolvimento tecnológico e fortalecimento econômico de cada país e também para formação humana e crítica do ser humano (SOARES; SEVERINO, 2018).

Ademais, o cotidiano vivenciado por cada estudante, de todas as equipes, propõe a utilização de senso crítico, racionalidade e conhecimentos teóricos para a elaboração de protótipos por meio do DT e assim, escolha da melhor proposta para o problema. Portanto, é necessário sempre levar em consideração as concepções de cada um; afinal, todos devem e podem contribuir de maneira significativa quando há trabalho cooperativo e colaborativo entre os membros. Segundo beta-03, “*a nossa escolha só foi possível após nos reunirmos em equipe e debatermos qual seria a melhor. Tivemos muita empatia, e é isso que o DT pede. Pensamento muito nos outros e em nós mesmos*”. Assim, torna-se possível inferir que os estudantes se embasaram teoricamente nos pressupostos do DT descritos na literatura (BROWN, 2009; CAVALCANTI; FILATRO, 2016; SILVA NETO; LEITE, 2020),

utilizando em todas as etapas a empatia como base para a elaboração de um protótipo, mesmo que de maneira teórica.

Por fim, a aplicabilidade das propostas das equipes se deu por meio de conjecturas teóricas. Por se tratar de uma experiência utilizando o DT como metodologia de ensino, os estudantes (futuros professores de Química) propuseram ações que visavam à conscientização coletiva e à disseminação do conhecimento científico relacionadas à problemática ambiental (redução da emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre). Desse modo, os protótipos (teóricos) apresentados (pelos estudantes) indicam qual seria a ação mais viável para a comunidade em que estão inseridos. As análises desses protótipos escolhidos foram pensadas na aplicabilidade ao cotidiano de maneira prática, contribuindo para o alcance das necessidades relacionadas ao meio ambiente e ao ser humano.

Cabe ressaltar que nesta pesquisa, a etapa *evolução* não foi considerada porque seria necessário a realização do teste de magnitude social, com e para pessoas, com a finalidade de que novas ideias de aperfeiçoamento do protótipo surgissem e novas direções fossem vislumbradas. Nesse sentido, a realização dessa etapa demandaria tempo além do pré-estabelecido para a disciplina e seria preciso envolver também pessoas que não estão dentro do ambiente acadêmico. Assim, optou-se por não solicitar a realização dessa etapa aos estudantes e ao professor da disciplina. Todavia, evidenciar o ciclo completo do DT pode trazer benefícios a longo prazo no tocante ao aperfeiçoamento do protótipo escolhido e, porventura, fortalecer aspectos imprescindíveis como empatia, criatividade e trabalho coletivo (BROWN, 2009).

### **Considerações finais**

O *Design Thinking*, quando inserido na Educação por meio de uma perspectiva de metodologia de ensino, possibilita a construção do conhecimento de maneira mais significativa, uma vez que permite que os envolvidos direcionem e sejam responsáveis por suas escolhas (GUTIÉRREZ; DOMÍNGUEZ, 2019). Nesta pesquisa, desde a *descoberta* até a elaboração dos protótipos, as equipes imergiram nas etapas do DT fazendo uso dos conhecimentos prévios, experiências pessoais, culturais, econômicas e sociais, buscando por fontes e dados que contribuíssem para a resolução do problema proposto na atividade.

Os aspectos relativos à construção dos protótipos para diminuir os impactos causados pela emissão de gases nocivos na atmosfera terrestre por meio do DT pelos estudantes consideraram os preceitos da colaboração, cooperação e empatia, interligados com as discussões presentes na Educação Ambiental, proporcionando aos estudantes competências e habilidades desejadas na contemporaneidade. Dentro da proposta, foi possível observar a colaboração entre os estudantes, a partir do momento em que foram estimulados a trabalharem em equipe, tornando-se assim, agentes ativos na construção de seu conhecimento e também protagonistas na construção do conhecimento coletivo. Os resultados apontam que foi possível no processo de aplicação do DT observar a existência de medidas plausíveis para soluções de problemas reais, relacionados ao meio ambiente, dando ênfase a aspectos econômicos, químicos (em uma perspectiva ambiental) e sociais, promovendo, paulatinamente, uma nova estrutura educacional em relação à resolução de um problema real.

Ao sugerir o DT como uma metodologia para o ensino de Química, procurou-se, durante o processo de aplicação, refletir acerca das potencialidades e limitações do modelo para resolução de uma problemática real. Nesse sentido, evidencia-se que a aplicação do DT como metodologia, na Educação de um modo geral, pode contribuir para a inserção de novas práticas pedagógicas, no sentido de fornecer subsídios teóricos para elaboração de aulas e/ou atividades avaliativas criativas e inovadoras, além de permitir maior autonomia e envolvimento dos estudantes durante a atividade. No que concerne às limitações, os relatos dos estudantes apontam para dificuldades (inicialmente) na diferenciação das primeiras etapas do DT (*Descoberta* e *Interpretação*). Para eles há uma linha tênue entre entender o desafio/problema (*Descoberta*) e interpretar o desafio/problema (*Interpretação*), dado que, há pouca diferença prática e até mesmo teórica entre as etapas. Segundo Brown (2009), quando há identificação imediata do problema, os seres humanos começam a interpretá-lo involuntariamente para tentar resolvê-lo. Porém, quando o DT é utilizado como metodologia na Educação, a etapa de *interpretação* preconiza a necessidade de estudos e observações críticas em relação às causas e aos efeitos que são inerentes ao problema antes de resolvê-lo (FILATRO; CAVALCANTI, 2016).

Por fim, salienta-se que é imprescindível levar em consideração que a aplicação de metodologias que são centradas na construção de conhecimento por parte de estudantes reforce a autonomia, o engajamento e o protagonismo destes (LEITE, 2021). Quanto ao papel do professor, quando inserido na prática pedagógica, o DT pode contribuir na potencialização de aspectos intrínsecos à proposta, como criatividade, motivação e sensibilidade para com os estudantes, a fim de compreender suas necessidades (SILVA NETO; LEITE, 2020). Ademais, o ato de *ter empatia* não é algo trivial e, entender o que o outro sente e pensa, obviamente, é uma tarefa complexa. Todavia, no DT, é indispensável que todos os participantes estejam abertos para entender como e porquê o outro sente e pensa de tal maneira (BROWN, 2009).

Nesse sentido, o DT se mostra como uma metodologia que pode ser aplicada na Educação, proporcionando a busca por soluções criativas de problemáticas reais, além de favorecer não somente a colaboração entre os estudantes, mas permitir uma visão diferenciada do meio externo em que vivem, possibilitando a partilha de experiências e na identificação de problemas do seu contexto.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem o fomento à pesquisa proporcionado pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE APQ-0916-7.08/22) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 422587/2021-4).

### **Referências**

ARGYRIS, C.; SCHÖN, D. A. *Organizational learning: a theory of action perspective*. Massachusetts: Addison Wesley, 1978.

AROS, K. C. *Elicitação do processo projetual do núcleo de abordagem sistêmica do design da Universidade Federal de Santa Catarina*. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://tinyurl.com/yc26fjnv>. Acesso em: 10 jun. 2021.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: ciências sociais e humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. Doi: <https://doi.org/10.5433/1679-0383.2011v32n1p25>.

BROWN, T. *Changed by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovations*. New York: Harper Business, 2009.

CAVALCANTI, C. C.; FILATRO, A. C. *Design thinking na educação presencial, a distância e corporativa*. São Paulo: Saraiva, 2016.

DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R. R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 30, n. 86, p. 83-97, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100006>.

DRUMM, F. C.; GERHARDT, A. E.; FERNANDES, G. D.; CHAGAS, P.; SUCOLOTTI, M. S.; KEMERICH, P. D. C. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. *REGET: revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental*, Santa Maria, RS, v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014. Doi: <https://doi.org/10.5902/2236117010537>.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GUTIÉRREZ, M. M.; DOMÍNGUEZ, S. C. El design thinking como recurso y metodología para la alfabetización visual y el aprendizaje en preescolares de escuelas multigrado de México. *Vivat Academia: revista de comunicación*, Madrid, n. 146 p. 71-95, 2019. Doi: <https://doi.org/10.15178/va.2019.146.71-95>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Key world energy statistics, 2009*. Paris: IEA, 2009. Disponível em: <http://tinyurl.com/vkh57bfu>. Acesso em: 7 maio 2020.

LEITE, B. S. Aprendizagem tecnológica ativa. *Revista Internacional de Educação Superior*, Campinas, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018. Doi: <https://doi.org/10.20396/riesup.v4i3.8652160>.

LEITE, B. S. (org.). *Tecnologias digitais na educação: da formação à aplicação*. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LEITE, B. S. Tecnologias digitais e metodologias ativas: quais são conhecidas pelos professores e quais são possíveis na educação? *VIDYA*, Santa Maria, RS, v. 41, n. 1, p. 185-202, 2021. Doi: <https://doi.org/10.37781/vidya.v41i1.3773>.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2022.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. 3. ed. revisada e ampliada. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

MORAIS, R. S.; FONSECA, L. R. O uso do design thinking no desenvolvimento de jogos digitais para o ensino da química na educação básica. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, São Cristóvão, SE, v. 15, n. 34, e17778, p. 1-17, 2022. Doi: <https://doi.org/kttt>.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (org). *Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*. Ponta Grossa: UEPG: Proex, 2015. p. 15-33. Disponível em: <http://tinyurl.com/4evx65je>. Acesso em: 4 set. 2021.

OLIVEIRA, A. C. A. A contribuição do design thinking na educação. *Revista E-Tech*, Florianópolis, n. esp. 4, p. 105-121, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18624/e-tech.v0i0.454>.

PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. et al. (ed.). *Climate change 2014: synthesis report*. Geneva, Switzerland: IPCC, 2015. Disponível em: <http://tinyurl.com/yjeebz7u>. Acesso em: 30 abr. 2020.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO; I. R.; QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. *SANARE: revista de políticas públicas*, Sobral, CE, v. 15, n. 2, p. 145-153, 2016.

PORTUGAL, S. *Nossa casa: o planeta azul e o maravilhoso mundo que nos hospeda*. São Paulo: Meca, 2010.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. (org.). *Estudos de caso no ensino de ciências naturais*. São Carlos: Art Point Gráfica e Editora, 2016.

REDANTE, R. C.; FRITZ FILHO, L. F.; DE MEDEIROS, J. F. Design thinking e abordagem das capacitações: uma proposta de integração. *Desenvolvimento em Questão*, Ijuí, RS, v. 17, n. 47, p. 46-61, 2019. Doi: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2019.47.46-61>.

REGINALDO, T. *Referenciais teóricos e metodológicos para a prática do design thinking na educação básica*. 2015. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/135486>. Acesso em: 10 jun. 2021.

SELBACH, Á. L.; DANIEL, D. P.; AZEVEDO RIBEIRO, D. D. C.; PASSOS, C. G. O método de estudos de caso na promoção da argumentação no ensino superior de química: uma revisão bibliográfica. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 38-50, 2021. Doi: <https://doi.org/kttp>.

SILVA NETO, S. L.; LEITE, B. S. A concepção de um professor designer: analisando um caso do curso de licenciatura em química. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 126-146, 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/mpwzxfyh>. Acesso em: 13 jun. 2021.

SOARES, M.; SEVERINO, A. J. A prática da pesquisa no ensino superior: conhecimento pertencente na formação humana. *Avaliação: revista da avaliação da educação superior*, Campinas, v. 23, n. 2, p. 372-390, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1414-40772018000200006>.

TESTA, J. F. A poluição atmosférica por veículos automotores na região metropolitana de São Paulo: causas e impactos. *REGET: revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental*, Santa Maria, RS, v. 19, n. 2, p. 1209-1221, 2015.

UNITED NATIONS. *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. New York: United Nations, 2015. Disponível em: <http://tinyurl.com/3an8nrr6>. Acesso em: 5 maio 2020.

VIANNA, M.; VIANNA, Y.; ADLER, I. K.; LUCEMA, B.; RUSSO, B. *Design thinking: inovação em negócios*. 2. ed. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.

VORMITTAG, E. M.; ARAÚJO, P. A.; CIRQUEIRA, S. S. R.; WICHER NETO, H.; SALDIVA, P. H. N. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 35, p. 7-30, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.002>.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamentos e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.