

## A UTILIZAÇÃO DE UM PROJETO DE ENSINO NA CONSTRUÇÃO DO ENTENDIMENTO TEÓRICO E PRÁTICO ACERCA DA TERMODINÂMICA

*The use of a teaching project in the knowledge theoretical and practical construction on Thermodynamics*

**Maria Natália da Silva** [natalia.silva@ufpe.br]

**José Ayron Lira dos Anjos** [jose.ayron@ufpe.br]

*Universidade Federal de Pernambuco — Centro Acadêmico do Agreste*

*Av. Marielle Franco, s/n. Nova Caruaru, Caruaru, Brasil.*

*Recebido em: 16/02/2023*

*Aceito em: 10/09/2023*

### Resumo

Esse relato de experiência objetivou compreender em que extensão o desenvolvimento do projeto de ensino “Energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar”, ancorado por duas abordagens didáticas: a Cultura Maker (CM) e a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP), pode contribuir para o entendimento de conceitos termodinâmicos por estudantes do 3º Ano do Ensino Médio em uma escola estadual do município de Bezerros (Pernambuco). A metodologia consistiu em aplicar o projeto em um contexto real de sala de aula, e acompanhá-lo por meio de observação participante, o qual se registrou os elementos relacionados ao processo de construção de conhecimento, tais quais: falas, percepções, hipóteses e argumentos. Além de analisar os produtos, tais quais: planos, esquemas e protótipos. Posteriormente, esses dados foram analisados na perspectiva da Análise de Discurso de acordo com Bardin (2016). Diante disso, verificou-se que os estudantes compreenderam os conceitos de Termodinâmica propostos no projeto e desenvolveram habilidades importantes para cidadãos do século XXI como autonomia, criatividade e cooperação. Além disso, observou-se que a CM contribuiu para a ampliação das possibilidades de recursos, principalmente tecnológicos, na aplicação de uma intervenção didática no formato da ABP. Por conseguinte, a maioria dos estudantes conseguiram compreender os conceitos de forma prática e teórica. Desse modo, defende-se que a CM seja uma forma de ampliar o leque de ferramentas com uso de uma linguagem contemporânea, capaz de lidar com projeto reais de forma mais criativa e inventiva.

**Palavras-chave:** Projeto de ensino; Termodinâmica; Habilidade.

### Abstract

This experience report aimed to understand to what extent the development of the teaching project “Energizing knowledge from the perspective of solar energy”, anchored by two didactic approaches: Maker Culture (CM) and Project-Based Learning (PBL), can contribute for the understanding of thermodynamic concepts by 3rd year high school students at a state school in the city of Bezerros (Pernambuco). The methodology consisted of applying the project in a real classroom context, and monitoring it through participant observation, which recorded the elements related to the knowledge construction process, such as: statements, perceptions, hypotheses and arguments. In addition to analyzing products, such as: plans, schemes and prototypes. Subsequently, these data were analyzed from the perspective of Discourse Analysis according to Bardin (2016). Therefore, it was verified that the students understood the concepts of Thermodynamics proposed in the project and developed important skills for citizens of the 21st century, such as autonomy, creativity and cooperation. Furthermore, it was observed that CM contributed to expanding the possibilities of resources, mainly technological, in the application of a didactic intervention in the PBL format. Therefore, most students

were able to understand the concepts in a practical and theoretical way. Therefore, it is argued that CM is a way of expanding the range of tools using a contemporary language, capable of dealing with real projects in a more creative and inventive way.

**Keywords:** Teaching project; Thermodynamics; Ability.

## Introdução

São marcantes os desafios enfrentados tanto pelo estudante quanto pelo professor, quando se analisa o ensino de Química no Brasil (SANTOS; PORTO, 2013). Isso se torna ainda mais aparente quando o conteúdo abordado envolve conceitos abstratos: como calor, temperatura - entre outros-, utilizados no cotidiano das pessoas como simples termos apropriados pelo senso comum, sem, contudo, propiciar nenhuma reflexão e adequação ao contexto que está sendo utilizado.

Além disso, o processo de ensino-aprendizagem, de modo geral, pode ser ainda mais agravado quando se faz uso exclusivo da prática de ensino pautada na mera transmissão-recepção-reprodução de conteúdo. Sobre isso, Libâneo (2006, p. 64), avalia que: “a matéria de ensino é tratada isoladamente, isto é, desvinculada dos interesses dos alunos e dos problemas reais da sociedade e da vida”.

Para minimizar esses obstáculos, pensou-se em uma abordagem contextualizada acerca de conceitos de Termodinâmica, particularmente atrelados à temática de energia solar. Logo, tomando como base essa premissa, não se pode reduzir a contextualização de conhecimentos a meras exemplificações relacionadas ao cotidiano dos estudantes, mas deve-se favorecer a aplicação dos conhecimentos para torná-los protagonistas do seu aprendizado (BRASIL, 2018).

Diante disso, propõe-se utilizar metodologias, tais como: a Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP), a fim trabalhar questões reais do cotidiano dos estudantes, e a Cultura Maker (CM) com o propósito de desenvolver a criatividade inventiva de forma prática. Desse modo, a ideia foi aliar essas metodologias ativas, isto é, abordagens didáticas com o intuito de tentar auxiliar na superação e diminuição da dicotomização entre o teórico e o prático, entre o pensar e o fazer, potencializando, assim, a compreensão dos conteúdos.

Ademais, tentou-se abordar uma perspectiva de aprendizagem fundamentada na Psicologia Histórico-cultural (escola vigotskiana), a qual a linguagem é considerada um meio para uma interação consciente e refletida. Bem como que a compreensão de um saber decorre da compreensão do significado cultural e historicamente atribuído, a partir da mobilização desse em ações inerentes a contextos reais e reflexões, sobre essa experiência, construída de forma colaborativa. Isto é, foi analisado, como observáveis desse processo de aprendizagem, não apenas a apropriação dos conceitos de Termodinâmica ou os produtos elaborados, mas como os estudantes expressam suas escolhas, razões e suas compreensões a partir das diferentes experiências propiciadas na ação.

Dessa maneira, a proposta conduzida nesse trabalho foi amenizar a falta de compreensão dos conceitos de Termodinâmica e eliminar a barreira que separa o pensar do realizar, ou seja, o teórico do prático. De fato, isso provavelmente objetivou o favorecimento da mobilização dos conteúdos desse assunto em cenários reais. Isto é, de modo geral, para efetivamente haver aprendizado e formação de conhecimento, torna-se crucial que os estudantes compreendam os conceitos de determinado conteúdo e, além disso, saibam utilizá-los em situações e contextos cotidianos.

Assim, iniciando pela ABP (também conhecida pela sigla PBL, iniciais do termo em inglês *Project Based Learning*), de acordo com Bender (2014), ela pode ser definida pelo uso de projetos autênticos e realistas, os

quais podem ser tarefas, questões ou situações problemáticas que tenham um alto poder motivador e envolvente, a fim de ensinar conteúdo em um contexto voltado para o trabalho colaborativo, que objetive resolver problemas. Ademais, essa metodologia coloca o estudante no centro do processo, portanto, proporciona o protagonismo estudantil desenvolvendo, assim, a autonomia do indivíduo (CARVALHO; FREITAS; CALLEGARIO, 2018).

No caso da outra metodologia, a CM, pode-se compreender que também centraliza o protagonismo do aprendizado no estudante, pois, o movimento Maker, de acordo com Mannrich (2019), está relacionado à concepção de construir; fazer; criar; inovar. Além disso, considera que este movimento seria uma ampliação da cultura “*Do It Yourself*” — D.I.Y (traduzido do inglês como “Faça você mesmo”).

A partir dos estudos dessas metodologias, e das vivências no âmbito escolar, surgiu a seguinte inquietação que deu origem ao objetivo desse trabalho, que consiste em: como uma Aprendizagem Baseada em Projeto, abordando a temática da energia solar, estruturada nos princípios da CM contribui para o entendimento de estudantes do 3º Ano do Ensino Médio acerca dos conceitos básicos da Termodinâmica?

Tomando esse questionamento como base, foi planejado e aplicado o projeto de ensino intitulado “Energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar” tendo como questão motriz a utilização alternativa da energia solar para reduzir o consumo do gás de cozinha, advindo de uma fonte fóssil não renovável: o petróleo. Frente à contenção da COVID-19, esse projeto foi realizado em modalidade híbrida com a implementação de etapas orientadas, a fim de possibilitar o desenvolvimento de habilidades, como autonomia, criatividade e cooperação; e a investigação das possíveis vantagens ao utilizar a CM e a ABP em uma intervenção pedagógica.

### **Um olhar acerca da Aprendizagem Baseada em Projeto**

Partindo da ideia de que os projetos possibilitam um engajamento dos estudantes em uma investigação construtiva, tendo como direcionamento metas, construção de conhecimento e resolução de questões (THOMAS, 2000, tradução nossa), pode-se discutir que o projeto necessita de planejamento, etapas e investigação. Corroborando com isso, Toyohara *et al.* (2010, p. 3) afirma que “na prática, elaborar um projeto ou projetar é o mesmo que elaborar um plano para realizar uma determinada ideia”. De fato, necessita-se planejar e estipular o objetivo a ser alcançado e isso também é um dos elementos que caracteriza a aplicação da ABP.

No entanto, compreender as particularidades de uma ABP requer reflexões mais aprofundadas, pois existem diversos entendimentos divergentes no que se referem à estrutura e à dinâmica exigida. Ou seja, ainda não há uma definição considerada universal para esta abordagem, como menciona os autores Pasqualetto, Veit e Araujo (2017) e Thomas (2000). Baseado nisso, supõe-se que exista uma dificuldade maior em compreender os elementos que caracterizam a ABP de modo a gerar confusões ao se propor sua aplicação no contexto escolar. Desse modo, a ABP precisa conter no mínimo: “[...] a formulação de uma questão motriz para o estudo, a voz e a escolha dos alunos inerentes às abordagens da ABP, à natureza cooperativa das tarefas de ABP, prazos maiores, profundidade do conteúdo abordado pelos projetos de ABP [...]” (BENDER, 2014, p. 31).

Em consonância com isso, Thomas (2000, p. 3, tradução nossa) menciona, também, resumidamente, que os elementos são “[...] centralidade, questão motriz, investigações construtivas, autonomia e realismo”. Desse modo, entende-se que é necessária uma questão central, no caso desse projeto de ensino. Não obstante, a temática motriz foi a utilização da energia solar na redução do consumo de gás de cozinha, por meio da produção de um protótipo de forno solar inovador. Desse modo, os estudantes não poderiam reproduzir fornos solares encontrados nas redes sociais, mas colocar suas ideias nos conceitos de Termodinâmica propostos para esse projeto.

Para tanto, Rodrigues afirma que:

Aprendizagem Baseada em Projetos é uma metodologia ativa que utiliza o conceito de criação e gestão de projetos para desenvolver a aprendizagem dos estudantes ativamente, participativa e colaborativa. Normalmente, todo projeto é desenvolvido em grupo. E sempre tem início, meio e fim, demandando cronograma e as fases de planejamento e execução do projeto (RODRIGUES, 2020, p. 68).

Nesse ínterim, verifica-se que esta aprendizagem pode proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de algumas habilidades como: cooperação e autonomia. No caso da cooperação, segundo Frantz (2001) deve ser entendida como o processo social, atrelada às relações humanas que buscam conjuntamente encontrar respostas e soluções para o interesse comum.

No caso da autonomia, pode-se dizer que essa habilidade proporciona aos estudantes uma participação mais ativa, isto é, coloca-os na posição de protagonistas do seu processo de aprendizagem. Como menciona Carvalho, Freitas e Callegario (2018, p. 2), o “[...] aluno é colocado como protagonista do processo de aprendizagem e ele aprende ao produzir, fazer questionamentos, pesquisar, realizar novas buscas que irão promover novas descobertas e reconstruções do seu conhecimento”.

Diante disso, infere-se que o papel do estudante será participativo e reflexivo. Quanto ao papel do professor será de orientar e auxiliar as ações realizadas ao longo do projeto, pois, “em vez de servirem como fornecedores de informações (ou seja, em uma aula tradicional e baseada em discussões), a ABP requer que os professores sejam facilitadores e orientadores educacionais, à medida que os estudantes avancem em suas atividades de projeto” (BENDER, 2014, p. 38). De fato, ABP coloca o aprender nas mãos dos estudantes e o docente em uma posição de orientador e auxiliador.

Diante do que foi explanado acima, verifica-se que a ABP perpassa o aprendizado teórico e alia-se ao prático, assim como a CM, no entanto, essa última traz uma perspectiva mais tecnológica e contemporânea para o formado da ABP. Para tal, segue o próximo tópico acerca da CM e sua relação com a educação e a contemporaneidade.

### **Cultura Maker na Educação**

O ato de criar, aperfeiçoar e inovar estão ligados ao desenvolvimento da humanidade. Visto que, os seres humanos criavam mais e esperavam menos pelas inovações oriundas do mercado. Todavia, antes não existiam tantas empresas e indústrias globalizadas para realizar este trabalho, havendo uma maior produção artesanal.

Ao passar dos anos, entre 1990 e 2010, segundo Cordeiro, Guérios e Paz (2019) houve uma revolução no meio midiático, no qual estimulou o movimento “faça você mesmo”, que se estendeu para se transformar no movimento Maker. A partir disso, diversas pessoas ingressaram em plataformas digitais, como *Youtube*, *Facebook*, *Instagram* e *blogs* e produziram conteúdos digitais, realizando tarefas e ensinando como fazer determinado material, trazendo, frequentemente, uma solução prática e incentivando muitos consumidores desses conteúdos a resgatarem a sua essência artesanal, criativa e inovadora.

Partindo disso, pode-se dizer que o movimento Maker, baseado nos autores Cordeiro, Guérios e Paz (2019), Mannrich (2019) e Raabe e Gomes (2018) seria uma extensão do movimento “*Do It Yourself*” (Faça você mesmo), o qual está relacionado com a ideia de criação, ou seja, “crie você mesmo”, inove e construa a partir dos seus conhecimentos prévios e adquiridos ao longo do desenvolvimento de determinado material e/ou protótipo construído. Diante disso, pode-se aferir que este movimento desmistifica um pouco a ideia de que

somente especialistas podem construir objetos e projetos. Nesta perspectiva, o movimento Maker tem conquistado espaço em diversas áreas e lugares. No caso da Educação, foi inicialmente implementado no *Massachusetts Institute of Technology — MIT*, quando foi criado em 2001 o *Center for Bits and Atoms* (Centro de bits e átomos — relação entre as ciências e a computação), coordenado por Neil Gershenfeld.

O mesmo ocorreu em outros países, no Brasil não foi diferente, pois existem professores utilizando a CM para o ensino através, por exemplo, da implementação dos *Fab labs* (laboratório de fabricação digital ou físico) e dos *makerspace* (espaços destinados à criação). Vale salientar que, de acordo com Raabe e Gomes:

Não há uma definição formal de quais equipamentos devem constar em um espaço maker. Existe liberdade para a combinação de técnicas e do aproveitamento da expertise das pessoas que já estão nas instituições ensino. No entanto, geralmente o Maker seja caracterizado pela combinação de diferentes técnicas construtivas e que estejam presentes equipamentos de fabricação digital (RAABE; GOMES, 2018, p. 12–13).

Todavia, como na maioria das escolas brasileiras não possuem o espaço destinado para essa metodologia, a ideia é adaptar os espaços de sala de aula, utilizar os materiais de baixo custo - e recicláveis- e tentar usar os equipamentos digitais da escola, como computador, projetor, entre outros. No caso desse projeto de ensino foram feitas essas adaptações, pois, a escola não dispunha de equipamentos de fabricação digital, como uma impressora digital ou especificamente um espaço Maker. De fato, torna-se um desafio implementar a Cultura Maker quando o suporte estrutural e tecnológico é mínimo. Sendo assim, foi necessário utilizar materiais reciclados, usar o celular dos estudantes e colocar algumas etapas para serem desenvolvidas em casa.

Nessa perspectiva, para compreender melhor a relação entre a CM e a Educação, pode-se tomar como referência a seguinte frase dita por Raabe e Gomes (2018, p. 8), a qual enfatiza que “[...] o movimento Maker na Educação possibilita que os estudantes pensem como inventores ao invés de serem ensinados sobre as invenções.”, ou seja, essa é uma proposta de tornar o estudante agente do seu aprendizado, deixando-o criar e não somente compreender as criações dos outros. Assim, pode-se inferir que essa metodologia está atrelada à uma aprendizagem mais prática, ao desenvolvimento da autonomia dos estudantes e à proposta de buscar inovações.

Em síntese, considera-se que a CM apresenta alguns princípios semelhantes aos da ABP, afinal, coloca o estudante como centro dos processos de ensino-aprendizagem e propõe trazer ideias novas para solucionar problemas. Dessa forma, a ideia de utilizar a CM no formato da ABP seria para ampliar as ferramentas utilizadas na parte prática da execução do projeto e enfatizar a criatividade atrelada ao fazer. Consequentemente, pode ser inferido que a ABP se preocupa com o aprendizado e compreensão conceitual, enquanto a CM proporciona o aprendizado prático e moderno. Em virtude disso, a próxima seção abordará algumas reflexões sobre o ensino dos conceitos básicos de Termodinâmica.

### **Reflexões acerca do ensino contextualizado dos conceitos básicos de Termodinâmica**

Ao refletir sobre a gama de conhecimento construído ao longo da existência humana, observa-se que existem diversos tipos deles, nos quais são passados entre as gerações de maneiras diferentes. Um desses conhecimentos é o científico, considerado fundamental para o entendimento dos problemas e de suas possíveis soluções (SOUSA JÚNIOR, 2020), pois, ao tê-lo, os seres humanos propõem mudanças no seu contexto social.

Em outras palavras, o conhecimento da ciência possibilita compreender os problemas existentes no cotidiano e criar resoluções para eles. De fato, a ciência propicia o conhecer investigativo, a formulação de hipóteses e

a criação de experimentos voltados ao objeto de estudo. Diante disso, justifica-se dizer que o conhecimento científico está intimamente atrelado à dinâmica da área das Ciências.

Como essa área é ampla e diversa, nesta pesquisa foram abordados os conceitos essenciais de Termodinâmica (associados ao campo da Termoquímica), ministrados no Ensino Médio, especificamente na disciplina de Química. Para tal, a Termodinâmica “[...] se caracteriza pelo estudo de uma forma específica de energia, o calor” (ANDRADE, 2021, p. 14). Corroborando e contribuindo com esta ideia, Almeida (2003) diz que este estudo visa fazer relações quantitativas ao estudar as transferências de energia como calor e trabalho.

Para compreender melhor esse assunto, foi abordado, no projeto de ensino, os conceitos considerados essenciais para serem trabalhados na perspectiva do recorte proposto para este projeto: 1) sistema, 2) vizinhança, 3) energia, 4) calor, 5) variação de entalpia — processos endotérmicos e exotérmicos, 6) lei de Hess e 7) temperatura.

O primeiro conceito, baseado no autor Rocha (2010), refere-se a um sistema como uma região que será estudada, ou seja, região de interesse, por exemplo, uma solução qualquer em um béquer, a qual será analisada. No caso de vizinhança, entende-se, a partir de Rocha (2010), como sendo o universo ao redor do sistema.

Segundo Correia e Oliveira (2019), a energia interna é toda energia de um Sistema Termodinâmico ocasionado pela sua constituição interna, podendo ser convertida em trabalho ou calor, de acordo com a 1ª Lei da Termodinâmica. O cérebro, por exemplo, para fazer suas conexões neurais precisa de energia. No caso do termo calor, ele pode ser compreendido como uma forma de energia transferida de um sistema para outro (BORGNAKKE; SONNTAG; WYLEN, 2003). Aprofundando os assuntos de Termodinâmica, ensina-se o conceito de variação de entalpia e lei de Hess.

Nessa perspectiva da abordagem deste conteúdo, toma-se como referência os Parâmetros Curriculares do Estado de Pernambuco para o Ensino Médio, o qual traz considerações e sugestões acerca das expectativas de aprendizagens e das habilidades e competências a serem trabalhadas em Termodinâmica. Por exemplo, nos conteúdos de Química por bimestre desse documento, diz-se que uma das expectativas de aprendizagens para o conteúdo de Termodinâmica seria “[...] reconhecer que toda transformação química ocorre com consumo e produção de energia, considerando a quebra e a formação das ligações químicas” (PERNAMBUCO, 2013, p. 11).

Partindo disso, compreende-se discutir sobre algumas possíveis dificuldades enfrentadas pelos estudantes no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Termodinâmica, tendo em vista que, esse assunto tem alguns conceitos usados no cotidiano que diferem do significado científico, por exemplo, no senso comum, emprega-se o termo calor para expressar a sensação térmica, já no científico, a definição dessa palavra não está atrelada simplesmente à temperatura.

Todavia, vale ressaltar que não se está dizendo que a concepção de calor do senso comum está incorreta, pois, diante do contexto informal, é possível utilizá-la, desde que haja a comunicação efetiva da informação desejada, a qual o emissor realiza a passagem da informação por algum canal de comunicação e o receptor consegue compreender a mensagem. Por outro lado, precisa-se também entender o conceito científico e saber identificar em qual momento ele é adequado.

Isso se relaciona à dificuldade apresentada pelos estudantes, mencionada por Mortimer e Amaral (1998), quando dizem que os estudantes estão acostumados a utilizarem alguns conceitos da Termodinâmica como, energia, calor e temperatura no cotidiano. Sendo que, na maioria das vezes, o docente não retorna a estes conceitos essenciais, direcionando suas aulas para termos mais complexos, como calor de reação e lei de Hess,

gerando, frequentemente, uma mistura indistinta das concepções científicas com aquelas do cotidiano, não conseguindo identificar, portanto, seus contextos e limites de aplicação.

Outra dificuldade apontada por Coelho, Silva e Lessa (2017) reside na falta de contextualização entre estes conceitos e temáticas do dia a dia, ou seja, os estudantes não conseguem relacionar o que aprendem com fenômenos diários. Sendo provável que, os professores estejam trabalhando o conteúdo exemplificando-o com situações cotidianas e não inserindo uma temática autêntica e realista da vivência desses estudantes.

Distanciando-se dessa situação, foi proposto a contextualização pautada na importância da energia solar, dada sua utilização como fonte promissora para a geração de energia do futuro, uma vez que recursos naturais estão sendo explorados ao extremo, ocasionando problemas ambientais, econômicos e energéticos (NASCIMENTO, 2019). De fato, aferir-se que se tornou uma questão urgente de sobrevivência o desenvolvimento de tecnologias para utilizar energias renováveis, como a energia solar, em detrimento das não renováveis, como o petróleo.

Refletindo acerca dessa questão e do contexto de mudanças na educação, proporcionada principalmente pela pandemia da COVID-19, pode-se considerar uma necessidade urgente de construir um diálogo entre o estudante e o mundo, para além da mera exemplificação, porque, de acordo com Nascimento (2019), é fundamental que o estudante se envolva com questões ambientais e energéticas. Corroborando com isso, a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) defende que:

[...] não basta que os conhecimentos científicos sejam apresentados aos alunos. É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico [...] (BRASIL, 2018, p. 331).

De fato, saber os conhecimentos científicos, isto é, conseguir defini-los, não implica em dizer que os estudantes conseguem mobilizá-los para desenvolver habilidades e competências, como autonomia e cooperação, citados no trecho acima. Para tal, deve-se oportunizar o desenvolvimento dessas habilidades, como, por exemplo, propor que os estudantes mobilizem os conhecimentos de Termodinâmica a fim de construir ideias que possam gerar soluções para a utilização mais eficaz da fonte derivado do nosso astro: o sol.

### **Estruturação do projeto de ensino**

Como o ato de pesquisar cientificamente necessita de métodos e sistematizações dos dados, o presente relato pode ser classificado da seguinte forma: pesquisa aplicada, qualitativa, descritiva, exploratória e estudo de caso. Os sujeitos da pesquisa foram selecionados de um grupo de estudantes cuja turma recebia a Residência Pedagógica de Química — Caruaru (fomentada pela CAPES). Desse modo, 17 (dezessete) estudantes do 3º Ano do Ensino Médio, de uma escola Estadual do Município de Bezerros-PE, participaram dessa pesquisa.

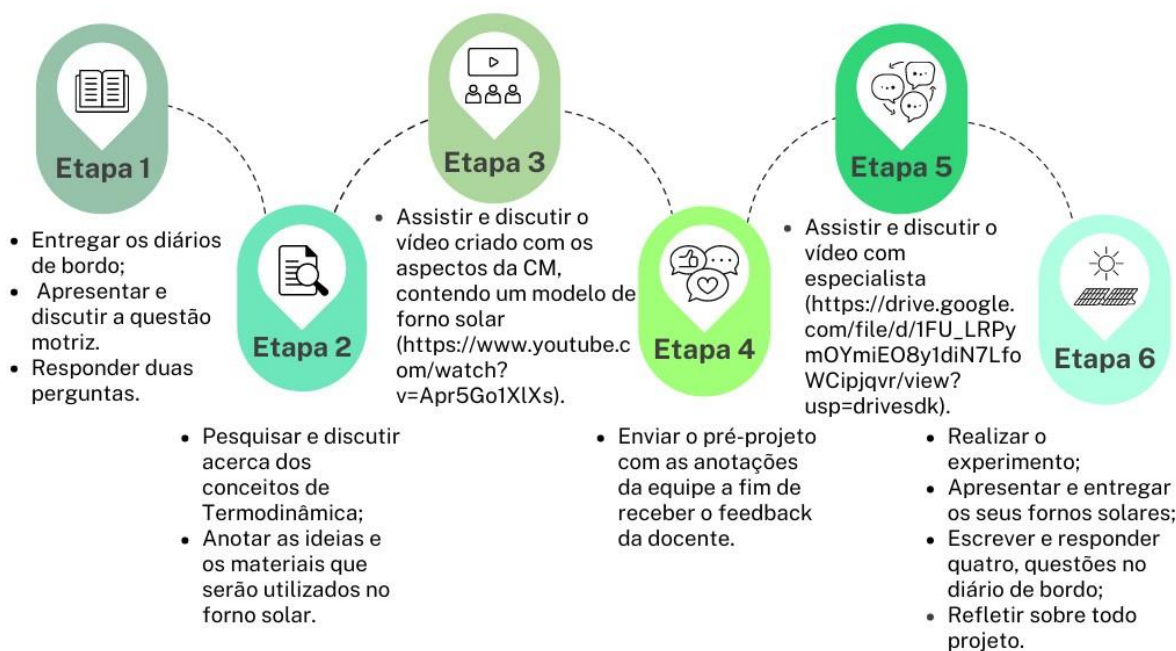
Assim, foram formados quatro grupos, identificado por cores (amarelo, verde, rosa e laranja), cujos integrantes tiveram que participar de todas as etapas do projeto. Ademais, os integrantes foram selecionados de forma aleatória, com o intuito de diversificar as relações interpessoais da turma. Outra informação importante é que, para garantir o anonimato dos participantes, foram atribuídas letras do alfabeto brasileiro com o intuito de nomeá-los.

Dessa maneira, os grupos ficaram distribuídos da seguinte forma: equipe rosa: formada pelos estudantes “B”, “R” e “Q”; equipe amarela: constituída pelos integrantes “H”, “G”, “D”, “I” e “N”; equipe verde: formada pelos educandos “M”, “P”, “F” e “C”; e, por fim, a equipe laranja composta pelos estudantes “L”, “O”, “E”,

“J” e “A”. Assim, esse projeto de ensino foi desenvolvido em seis etapas no formato de ensino híbrido, contendo a primeira e a última etapa presencial e as demais síncronas e/ou assíncronas. Então, a dinâmica dessa intervenção se deu por meio da execução das etapas ministradas e acompanhadas no âmbito presencial, síncrono (via *Google Meets*) e assíncrono (via *WhatsApp*). Além disso, no início do projeto foram criados quatro (4) grupos na plataforma *WhatsApp*, a fim de acompanhar e nortear o desenvolvimento dessa intervenção.

Isso porque existiram encontros síncronos para apresentar os vídeos e tirar dúvidas sobre o projeto, e presenciais para executar a etapa 1 e 6, além de realizar reuniões para as equipes discutirem sobre as decisões perante o trabalho que foi elaborado. Especificamente na etapa 1, foi apresentado a proposta da questão motriz, a qual estava atrelada à ideia de otimizar o uso da energia solar como uma forma de substituir o gás de cozinha, devido às questões ambientais e os altos preços desse insumo básico para as famílias nesse período pandêmico.

Ademais, a ideia do projeto foi solucionar essa questão da melhor forma possível, independente dos possíveis caminhos que os estudantes poderiam utilizar para produzir um produto que, no caso desse projeto, foi o protótipo de forno solar. Para realizar a construção dos dados foi aplicado o projeto de ensino, “Energizando o conhecimento na perspectiva da energia solar”. Para uma compreensão melhor do projeto segue a Figura 1 abaixo contendo suas principais informações:



**Figura 1.** Etapas do projeto e suas respectivas ações propostas. Fonte: elaboração própria, 2021.

Ao aplicá-lo, foram utilizados os seguintes instrumentos para a coleta de dados: observação presencial e assíncrona, a produção do protótipo do forno solar e a materialização das ideias, planejamento e reflexões de forma escrita (diário de bordo e artefato final). Os dados foram analisados a partir do uso da Análise de Conteúdo na perspectiva de Bardin (2016).

Dessa maneira, foram utilizadas três fases cronológicas propostas por Bardin (2016), as quais são: 1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) tratamento dos resultados; a inferência e a interpretação. Baseado nisso, geraram-se os seguintes parâmetros de análise: o entendimento dos estudantes acerca dos conceitos



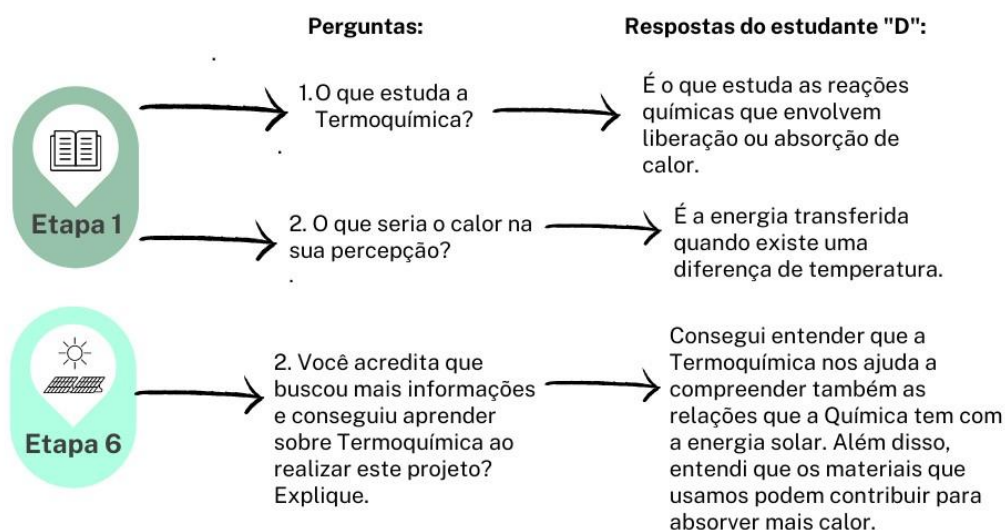
básicos da Termodinâmica; a mobilização de habilidades dos estudantes ao desenvolverem o projeto de ensino (autonomia, criatividade e cooperação) e CM na contribuição da ABP, os quais serão desenvolvidos nos tópicos subsequentes.

## Resultados e discussões

### O entendimento dos estudantes acerca dos conceitos básicos da Termodinâmica

Para tal, foi analisado, a princípio, a primeira e a sexta etapa, pois, considerou-se, esses momentos importantes para compreender se os estudantes conseguiram definir cientificamente conceitos relacionados à Termodinâmica. Baseado nisso, na primeira etapa do projeto, os estudantes receberam um diário de bordo, e nele escreveram e responderam duas perguntas relacionadas ao assunto.

No caso da sexta e última etapa, os discentes responderam individualmente quatro perguntas sobre o projeto. Dentre elas, a princípio, foi utilizada somente a pergunta de número dois, por ser a que apresentou uma percepção mais clara sobre o conceito básico de Termoquímica que foi questionado. Desse modo, segue abaixo a Figura 2 contendo as perguntas e respostas do estudante “D” (equipe amarela) nessas duas etapas.

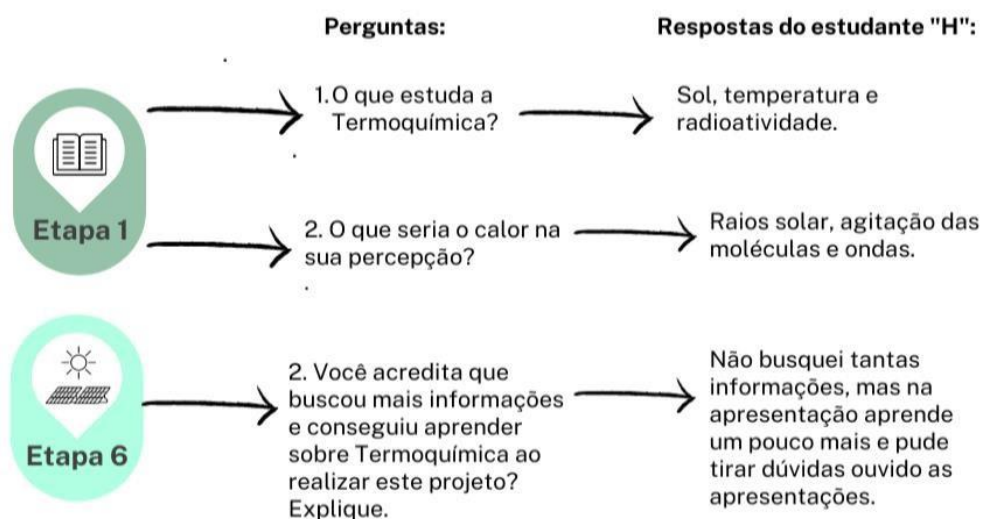


**Figura 2.** Etapas do projeto, perguntas respondidas no diário de bordo e as respectivas respostas. Fonte: elaboração própria, 2022.

Assim, percebe-se que esse estudante, já na primeira etapa, apresentou uma clareza quanto à definição científica diante do relato do que estuda a Termodinâmica e do conceito calor. Em relação à sexta etapa, pode-se observar que o estudante “D” conseguiu externalizar a sua percepção de aplicar a ciência, especificamente a Termodinâmica. De fato, os conceitos que esse estudante mencionou têm uma relação direta com as propriedades dos materiais usados na aplicação da produção do forno solar e assim, possivelmente, ele verificou que a energia solar pode ser estudada na perspectiva da Termodinâmica. Desse modo, ao entender essa relação o estudante pôde pensar e escolher materiais que fossem mais eficazes na absorção de calor.

Isso também foi observado em algumas respostas de outros estudantes, uma vez que foi observado semelhanças nas demais respostas. De fato, o estudante “D”, tomado como exemplo, tal qual alguns dos demais, demonstraram ter ampliado a percepção conceitual, no que tange à aplicação do conceito em seu cotidiano e justificar a escolha do uso de certos materiais a partir de suas propriedades.

Contudo, foi possível observar nas percepções de outros educandos, nessas duas etapas, que alguns ainda continuaram a externalizar concepções baseadas no senso comum e apresentaram desinteresse na realização do projeto. Isso pode ser observado no Figura 3, o qual contém o registro no diário de bordo do estudante “H” (equipe amarela).



**Figura 3.** Etapas do projeto, perguntas respondidas no diário de bordo e as respectivas respostas. Fonte: elaboração própria, 2022.

Primeiramente, foram selecionadas as percepções devido ao seu caráter mais evidente ao abordar as concepções do senso comum e a possível desmotivação no quesito engajamento. Dessa maneira, observa-se que o estudante “H”, em ambas as suas respostas da etapa 1, externaliza concepções oriundas do seu cotidiano, e até chega a citar e confundir com outro conteúdo de Química, como a Radioatividade, para explicar sobre o que estuda a Termodinâmica Evidenciando possível falta de compreensão e/ou interesse acerca desse conteúdo e sobre o termo calor.

Ao analisar a resposta da questão dois da etapa 6, desse mesmo estudante, verifica-se que provavelmente o entendimento dos conceitos básicos da Termodinâmica continuaram sendo os mesmos, com poucas alterações ao finalizar todas as etapas do projeto. Tendo em vista que esse estudante demonstra, pela sua percepção, não apresentar engajamento no decorrer das etapas do projeto e assim, provavelmente, persistiu nas dificuldades de compreensão acerca das concepções do senso comum e as científicas relacionadas aos termos básicos do conteúdo em questão.

Já no caso da mobilização dos conceitos, na prática, observaram-se as atitudes e os diários de bordo, principalmente na equipe verde, a qual apresentou um maior engajamento e mobilização prática na execução do projeto. De fato, essa equipe planejou, construiu e utilizou os conceitos de Termodinâmica, tendo sido um destaque no quesito investigativo e inovador.

Por exemplo, ao realizarem reuniões, depois das pesquisas realizadas na etapa 2 e da apresentação do vídeo na plataforma *Youtube*, contida na etapa 3, discutiram os materiais que seriam usados na produção do seu protótipo de forno solar baseados nos conceitos da Termodinâmica para, assim, iniciarem a construção das partes para montar o protótipo.

Em contrapartida, quando essa equipe construiu seu primeiro modelo de forno solar sugeriram alguns questionamentos como: se o tamanho do forno seria importante e qual materiais poderiam utilizar para realizar a contenção maior de calor no interior do forno. Ao fazer esse movimento de discussão e questionamento, a

equipe chegou em um consenso que resultou na modificação do seu protótipo, a fim de otimizar sua eficiência energética. Abaixo, segue a transcrição da anotação efetuada pelo estudante “F” da equipe verde.

**Estudante “F”:** *“De acordo com algumas pesquisas e palpites, nossa equipe resolveu refazer totalmente o forno, pois, ao discutirmos, encontramos algumas formas de melhorar seu funcionamento. Então, reduzimos o tamanho do forno, porque consideramos estar ‘grande’ e assim levaria mais tempo para que os raios solares fossem direcionados para aquecer especificamente o alimento. Além disso, decidimos utilizar uma caixa de isopor para isolar o calor no interior do forno e uma chapa de alumínio como base na caixa.”*

Baseado nesse relato, verifica-se que o estudante, com sua equipe, mobilizou na prática o conceito de calor, sistema, vizinhança, energia e temperatura, ao repensarem as formas e os materiais que seriam utilizados para a produção do forno. Afinal, planejaram aperfeiçoar o sistema, ou seja, tentaram deixar o forno menor, com o fito de utilizar o fluxo de calor dos raios solares de forma mais eficiente para aquecer as moléculas do ar e umidade do ambiente contendo o alimento e, conseqüentemente, cozinhá-lo com uma maior rapidez.

Analisando a materialização dos conceitos no protótipo de forno solar construído pela equipe verde, por meio dos diários de bordo dos integrantes, da observação participante e do protótipo construído por eles, pode-se verificar que houve planejamento ao executar as etapas do projeto. Logo, essa equipe conseguiu compreender os conceitos principais de Termodinâmica elencados no projeto de ensino. Desse modo, infere-se que a equipe verde produziu de forma mais eficiente e inovadora o que foi proposto como missão da questão motriz.



**Figura 4.** Registro fotográfico do protótipo de forno solar construído pela equipe verde. Fonte: elaboração própria, 2022.

Observando, percebe-se que utilizaram outros materiais, como o vidro e o papel alumínio para otimizar seu funcionamento, mobilizando, assim, o conceito de sistema fechado, quando utilizou o vidro para reter mais calor no interior do forno, bem como a utilização da caixa de isopor, considerado um bom isolante térmico. Além disso, possivelmente, foi necessário ter ciência do conceito de vizinhança para decidir a posição da tampa externa refletora, pois, necessitava direcionar a maior quantidade de raios solares para o interior da caixa de modo a proporcionar um aumento da temperatura.

Todavia, compreende-se que, provavelmente, a maioria dos estudantes perpassou a perspectiva de tão somente saber e definir, ao passo que adentraram no ato de mobilizar e significar esses conceitos de forma mais prática. Pois, de fato, repensaram e modificaram suas ideias, baseado nas suas pesquisas e discussões. Isto é, observou-se que houve uma maior compreensão dos conceitos básicos de Termodinâmica ao aplicá-los na produção do forno solar.

## A mobilização de habilidades dos estudantes

Partindo da investigação acerca da possibilidade dos estudantes desenvolverem habilidades geralmente associadas ao uso da ABP, como autonomia, criatividade e cooperação e que a capacidade de memorizar já não basta para o desenvolvimento pleno do educando, principalmente para as exigências impostas para com o estudante do século XXI. Pode-se afirmar que, um dos desafios para ensinar é, possivelmente, a busca por metodologias que favoreçam o desenvolvimento de habilidades como as citadas anteriormente. Logo, esse tópico tem como finalidade analisar e discutir os indícios das habilidades que, de fato, ficaram mais aparentes na aplicação desse projeto de ensino.

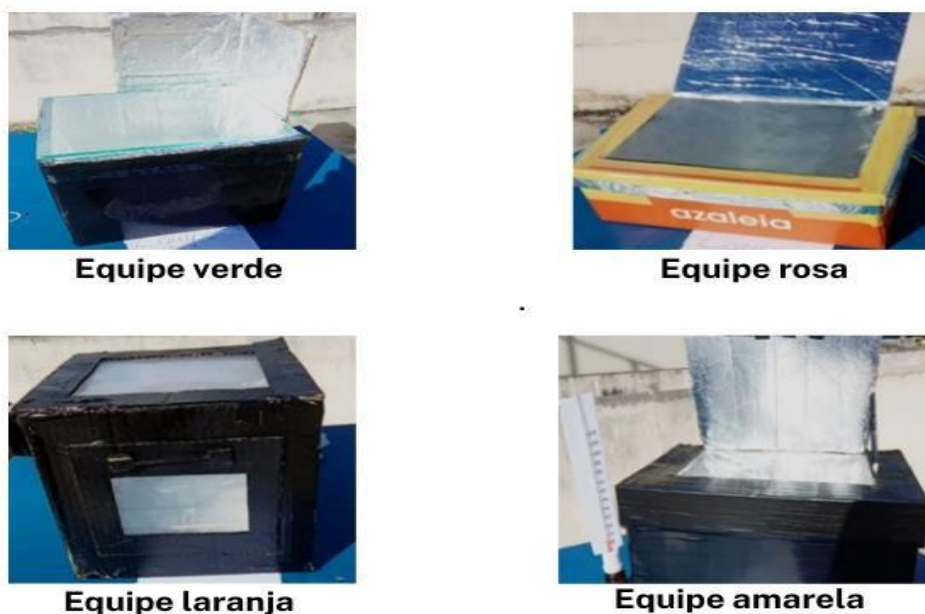
Iniciando pela autonomia e baseado na concepção de Freire (1996), pode-se dizer que durante as etapas 1, 2, 4 e 6 do projeto foram oportunizados momentos que possivelmente estimularam os estudantes a exercerem o protagonismo no seu processo de ensino-aprendizagem, como, por exemplo, a escolha do modo de produzir o forno e as decisões perante as fontes de pesquisa. De fato, foram observados indícios, principalmente nessas etapas quando, por exemplo, os estudantes decidiram apresentar oralmente o artefato final, ou quando buscaram trazer elemento criativos para seus protótipos.

Além disso, observou-se que a maioria dos estudantes foi além das fontes recomendadas nas instruções do projeto, isto é, buscaram outros *sites* e professores de outras disciplinas, como, Biologia e Física, a fim de tirar dúvidas e buscar mais informações para desenvolver o projeto. A exemplo do estudante “C” que faz o relato no seu diário de bordo, ao responder a seguinte questão, “Você acredita que buscou mais informações e conseguiu aprender sobre Termoquímica ao realizar o projeto?”:

**Estudante “C”:** *“Sim, foi muito necessário buscar mais informações com outros professores para complementar as informações construídas nas etapas do projeto.”*

Assim, supostamente, esse estudante consultou os professores de outras disciplinas de forma autônoma, ou seja, ele tomou a iniciativa por necessidade de complementar suas pesquisas realizadas em *sites* e/ou livros. Outro indício importante foi o poder de escolha que foi mobilizado na tomada de decisões acerca dos materiais que seriam utilizados no protótipo. Isto é, provavelmente o conjunto de possibilidades de decisões, tanto individuais quanto coletivas, podem ter proporcionado o surgimento de uma sensação de empoderamento, diante do protagonismo vivenciado nesse projeto. Já a criatividade, partindo da perspectiva levantada por Valqauresma e Coimbra (2013, p. 135), está relacionada “[...] enquanto reflexo de qualquer ato humano que origine algo novo, independentemente do que é criado, ser um objeto físico ou um constructo emocional, ou mental [...]”. Dessa maneira, foi possível analisar as percepções dos estudantes e os protótipos de forno solar nessa perspectiva de reflexo criativo dos indivíduos. Iniciando pela comparação dos protótipos, observou-se que cada equipe buscou informações e materializou sua criatividade, destacada nas diferentes ideias e alternativas materializadas nos protótipos produzidos pelos estudantes. Para visualizar isso, segue o Figura 5 abaixo, contendo o registro fotográfico dos quatro fornos solares e as identificações das equipes.

### Protótipos de forno solar produzidos pelos participantes do projeto de ensino



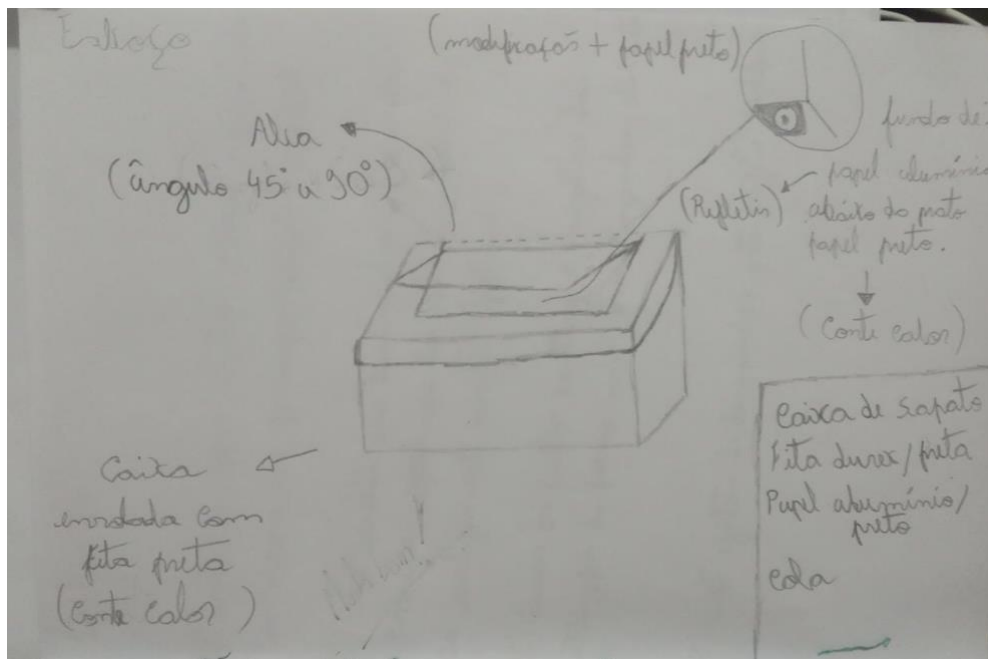
**Figura 5.** Registro fotográfico dos protótipos de forno solar construídos pelas equipes. Fonte: elaboração própria, 2022.

Observando a Figura 5, verifica-se que as equipes utilizaram materiais reciclados, como caixa de sapato e de isopor. Além disso, percebe-se que utilizaram vidro, plástico transparente e papel de alumínio, de forma intencional, a fim de direcionar e reter o máximo de calor no interior do forno solar. Em síntese, conclui-se que todos os grupos trouxeram elementos criativos e diversificados. Por exemplo, a equipe laranja possivelmente baseou-se nos fornos convencionais (fogão e elétrico), porque colocou grades feitas de palito de churrasco para apoiar o alimento e fez uma porta para ter acesso ao interior do forno. Além disso, essa equipe trouxe uma ideia funcional e criativa, que foi deixar duas regiões com o plástico transparente para maximizar a entrada dos raios solares para o interior do forno, compensando parcialmente a falta da tampa refletora.

Já a equipe verde, provavelmente usou a criatividade ao colocar a tampa refletora na esquina da caixa de isopor para possibilitar uma maior reflexão dos raios solares para o interior do protótipo. Todavia, essa mobilização provavelmente necessitou de outra habilidade, a cooperação, pois, o processo de planejamento, discussão e execução foram propostos colaborativamente. Desse modo, baseado em Frantz a cooperação é:

[...] um processo social, embasado em relações associativas, na interação humana, pela qual um grupo de pessoas visa encontrar respostas e soluções para seus problemas comuns, realizar objetivos comuns, tem em vista produzir resultados, por empreendimentos coletivos com interesses comuns (FRANTZ, 2001, p. 242).

Isto é, para ocorrer a cooperação é necessário que haja essa interação humana na perspectiva de encontrar respostas e soluções para uma questão comum. A princípio, verificou-se que as equipes se reuniram para planejar e discutir como desenvolver as etapas do projeto. A equipe amarela, em especial, fez um esboço do protótipo, antes de executar sua produção. Para tal, realizaram a etapa 2 e 3 para, assim, trazerem informações, ideias e sugestões que originou o seguinte esboço apresentado na Figura 6:



**Figura 6.** Registro fotográfico do esboço feito pelo estudante “N” da equipe amarela. Fonte: elaboração própria, 2022.

Na Figura 6, percebe-se que nessa reunião foram discutidos os materiais e suas respectivas funções e, assim, tomado nota das ideias e informações pertinentes ao projeto. Por exemplo, colocou-se o nome papel alumínio e desenhou-se uma seta indicando a expressão “reflete”, demonstrando que foram possivelmente realizadas pesquisas e discussões que desencadearam decisões perante a construção do protótipo. E, por meio da observação participante, foi percebido que essas decisões não foram tomadas individualmente, porque os membros dessa equipe discutiram em colaboração para construir esse esboço.

Dessa maneira, assim como essa equipe, as demais também utilizaram a cooperação, seja na discussão, seja na tomada de decisões e até mesmo a produção do protótipo. Todavia, por meio das observações no grupo de *WhatsApp* e nas reuniões presenciais, percebeu-se que a equipe rosa e a laranja apresentaram uma maior dificuldade de desenvolver essa habilidade, possivelmente pela falta de engajamento e comunicação de alguns membros das equipes.

Em síntese, pôde-se observar que no decorrer da aplicação do projeto os estudantes, possivelmente, mobilizaram a autonomia, a criatividade e a cooperação nas suas percepções, discussões e materializações de conhecimento perante as demandas de cada etapa. Desse modo, é possível inferir que isso reforça a característica da ABP mencionada por Rodrigues (2020), quando diz que, essa metodologia utiliza a ideia de desenvolvimento e gestão de projetos, a fim de propiciar o aprendizado dos estudantes de forma ativa, participativa e colaborativa.

### A junção entre a Cultura Maker e a Aprendizagem Baseada em Projeto

A princípio, levanta-se a questão de que a ABP possibilita a contribuição tanto do aprendizado quanto do desenvolvimento de habilidades, logo, para tentar potencializar e modernizar a abordagem dessa metodologia, surgiu a ideia de utilizar a CM. Isso porque, pode-se dizer que, na perspectiva da educação, tem semelhanças com a ABP, no entanto, inova no quesito de abordar os assuntos com uma linguagem mais acessível, contemporânea e voltada para as ferramentas tecnológicas.

Desse modo, uma das contribuições observada foi a acessibilidade comunicativa proporcionada pelo recurso audiovisual criado para fazer parte da etapa 3 desse projeto. Neste vídeo, inserido na plataforma *Youtube*,

utilizou-se a perspectiva Maker para contextualizar o conteúdo de Termodinâmica, atrelando-o à construção de um protótipo de forno solar. Ou seja, o vídeo funcionou como uma ferramenta pedagógica, e não somente como um entretenimento informativo. Além de servir como demonstração da capacidade inventiva que os seres humanos detêm e como possibilidade de atrelar conceito de Termodinâmica em um contexto prático.

Conforme visto no trecho abaixo, retirado do diário de bordo, quando o estudante “G” respondeu à pergunta, “Você conseguiu aprender a fazer o forno solar com o vídeo que foi disponibilizado?”.

**Estudante “G”:** *“O vídeo mostra claramente sobre os conceitos de Termodinâmica e ao fazer isso, me possibilitou tirar dúvidas sobre energia, temperatura e calor.”*

Assim, observa-se que o discente relata que existiu uma clareza das informações sobre Termodinâmica, isto é, provavelmente ele utilizou uma linguagem mais simples e acessível no vídeo. Desse modo, compreende-se que isso tornou os conceitos de Termodinâmica mais fáceis de compreender, ajudando-o a esclarecer dúvidas sobre energia, temperatura e calor. Em suma, supostamente a acessibilidade das orientações, a partir do vídeo, mostrou-se ser importante para eles se sentirem confortáveis em assimilar o “fazer” que lhes foi ensinado. Isso possibilitou o desenvolvimento de uma característica importante da CM, mencionada por Raabe e Gomes (2018), a capacidade de pensar como inventores e não serem ensinados sobre invenções.

Essa provavelmente foi outra contribuição da CM para ABP, pois os estudantes foram apresentados para a questão motriz e instigados a apresentarem soluções para construir um protótipo de forno solar mais eficiente e com baixo custo. De fato, a discussão sobre o elevado custo do gás de cozinha, devido à crise ocasionada pela doença COVID-19, propiciou um ambiente de maior interesse e engajamento.

Assim, esses discentes tiveram a oportunidade de inventar seu protótipo baseado nas suas pesquisas, discussões e ideias. Isso não implica dizer que a ABP não pode gerar invenções, mas que a CM centraliza e potencializa essa ideia de “crie você mesmo”. No entanto, somente a criação não basta para se aplicar uma intervenção didática, por isso, é necessário gerar conhecimento e aprendizado, para tal a ABP foi fundamental no desenvolvimento do projeto de ensino.

Desse modo, a ação dos estudantes em diferentes etapas possibilitou verificar a necessidade de construir o aporte de informações para gerar ideias e criar seus protótipos de forno solar. Corroborando, assim, com o fundamento que “O movimento Maker está associado à ideia de criar, construir, elaborar, remete àquele que faz algo, que coloca a ‘mão na massa’[...]” (MANNRICH, 2019, p. 2). Isso pôde ser percebido também no trecho transcrito abaixo, quando foi questionado, “Você gostou de desenvolver esse projeto?”.

**Estudante “J”:** *“[...] nós tivemos uma experiência nova e a possibilidade de realizar nosso próprio forno.”*

Diante disso, percebe-se que possivelmente esse estudante não havia tido a oportunidade de colocar suas ideias em prática e que isso gerou um interesse maior ao se perceber parte da construção do seu processo de ensino-aprendizagem. Além desse empoderamento, observou-se outra possível contribuição que foi a gama de ferramentas para construir o protótipo, pois, como foi mencionado pelos autores Raabe e Gomes (2018), na CM há uma liberdade para combinar as técnicas e os conhecimentos dos indivíduos. Por exemplo, alguns discentes utilizaram a plataforma *Youtube* para assistir vídeos com a perspectiva Maker, encontrar ideias e ferramentas para a construção do projeto.

A terceira e última provável contribuição foi a mobilização de um conhecimento funcional e útil, desenvolvido ao longo do projeto. Afinal, conforme a BNCC (BRASIL, 2018) não é suficiente saber os

conceitos, mas mobilizá-los em busca de soluções no contexto real dos estudantes. Partindo disso, extraiu-se o seguinte trecho do diário do bordo:

*Estudante “N”:* “[...] consegui aprender mais coisas, como função e utilidade, sobre alguns conceitos de Termodinâmica, por exemplo, absorção de calor, sistema fechado e temperatura.”

Analisando a percepção do estudante “N”, percebe-se que se ampliou a gama de conhecimento dele, pois, pode-se inferir que, além de saber os conceitos de Termodinâmica, foi possível fazer um elo com as suas utilidades perante os determinados conceitos citados na sua fala. Afinal, de acordo com Nascimento (2019, p. 13), “Para que essa relação ‘homem-mundo’ aconteça é necessário haver interação do aluno com o mundo ao seu redor[...]”, isto é, o estudante necessita ter uma interação com os acontecimentos do seu dia a dia para construir a ponte entre seus conhecimentos práticos e teóricos.

No mais, foi possível perceber que a utilização da CM possivelmente contribuiu para a acessibilidade comunicativa; a diversidade de ferramentas; a capacidade inventiva e a compreensão prática dos conceitos de Termodinâmica, ao ser atrelada a ABP. No entanto, isso não implica em dizer que a ABP não poderia gerar essas características se fosse utilizada somente essa metodologia. Mas, ao utilizar a CM, essas contribuições de fato se tornaram mais aparentes e importantes para a construção do entendimento dos estudantes acerca dos conceitos básicos de Termodinâmica.

### Considerações finais

Partindo do questionamento de como a ABP, abordando a temática da energia solar estruturada nos princípios da CM, pode contribuir para o entendimento de conceitos básicos da Termodinâmica com alunos do 3º ano do Ensino Médio, além de propor a realização de uma reflexão referente à relação entre o conceito e sua aplicabilidade, diante do entendimento dos conceitos básicos de Termodinâmica.

A princípio, foi investigado se os estudantes conseguiram compreender os conceitos básicos de Termodinâmica, sendo observado, para a maioria, a construção satisfatória de definições, mobilizações e significações dos conceitos de forma prática. Isso porque, demonstraram utilizar suas pesquisas e conhecimentos para repensar, discutir e modificar suas ideias e atitudes diante das demandas propostas nas etapas do projeto. Todavia, vale enfatizar que alguns estudantes persistiram em definições conceituais advindas do senso comum e, possivelmente, tiveram maiores dificuldades em vislumbrar a praticidade deles.

Em relação às habilidades desenvolvidas pelos estudantes na aplicação do projeto de ensino, especificamente, autonomia, criatividade e cooperação, constatou-se que, de fato, houve o seu favorecimento, pois os estudantes demonstraram um empoderamento nas tomadas de decisões coletivas e individuais por meio da busca por informações autônomas com outros professores e discussões em equipe. Além disso, observou-se que as equipes trouxeram ideias diferentes e funcionais para seus protótipos. Em síntese, essas habilidades puderam ser observadas de forma mais aparente, isso não implica dizer que não houve outras, no entanto, essas são as geralmente mais evidenciadas ao aplicar a ABP. No entanto, foi possível observar que alguns estudantes - por falta de engajamento- apresentaram dificuldades em trabalhar em grupo, buscar mais informações e até colocar suas ideias em prática no projeto.

Ademais, observou-se que diante das percepções dos estudantes e dos seus protótipos, percebeu-se que a CM contribuiu para a acessibilidade comunicativa, a diversidade de ferramentas tecnológicas e a capacidade inventiva. Isso porque, os estudantes externalizaram terem compreendido a relação teoria-prática e utilizaram *sites* e plataformas, a fim de inovar e diferenciar seus os protótipos. Diante disso, defende-se que



a CM possivelmente demonstrou a contribuição, de forma prática, ao ser utilizada em conjunto com a ABP, porque utiliza a tecnologia atual e a demanda inventiva para desenvolver conhecimento acerca da temática da energia solar.

Em suma, é possível incidir que o entendimento dos conceitos básicos de Termodinâmica perpassa o saber definir e que a maioria dos participantes conseguiram cruzar essa linha imaginária e avançar até a mobilização, significação e materialização dos conceitos de forma mais prática. Além disso, constatou-se que ao estruturar uma intervenção didática no formato da ABP, estimulou o desenvolvimento de habilidades como as evidenciadas nesse trabalho. Afinal, a memorização de conceitos não basta para as demandas do cidadão do século XXI. Para tal, utilizou-se a CM como uma proposta de enfatizar a parte prática ao utilizar a ABP e observou-se que isso gerou contribuições significativas para a formação plena do educando que se mostrou disposto a executar todas as etapas do projeto de forma mais criativa e inovadora.

## Referências

- ALMEIDA, D. M. **Segunda Lei da Termodinâmica: Recursos Digitais e Ensino de Química**. Dissertação (Mestrado em Química para o ensino) — Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2003. Disponível em: <https://repositorioaberto.up.pt/handle/10216/14324>. Acesso em 25 jul. 2021.
- ANDRADE, M. C. N. Interdisciplinaridade e transversalidade da Termodinâmica. *In*: ANDRADE, M. C. N. (Org.). **Termodinâmica: prática e sem mistérios**. Guarujá, SP: Editora Científica digital, 2021, p. 12–32 Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/books/978-65-89826-507.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2022.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: PENSO. 2014.
- BORGNAKKE, C. SONNTAG. R. E.; WYLEN, G. J. V. **Fundamentals of Thermodynamics**. 6 ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação**. Ensino fundamental e Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 10 de ago. de 2020.
- CARVALHO, L. M.; FREITAS, G. C.; CALLEGARIO, L. J. Aprendizagem baseada em projetos: aliando teoria e prática numa proposta interdisciplinar. *In*: V CONGRESSO REGIONAL DE FORMAÇÃO E EAD (V CONCEFOR). 5., 2018, Vitória. **Anais** [...]. Vitória: IFES, 2018. p.1-10. Disponível em: <https://concefor.cefor.ifes.edu.br/wpcontent/uploads/2018/08/4697-7684-1-DR.pdf>. Acesso em 12 ago. 2020.
- COELHO, S. C.; SILVA, L. T. P.; LESSA, B. K. A. B. Contextualização no ensino de Termoquímica: um estudo dos conceitos de energia, calor, temperatura e calorias a partir do tema “alimentos”. *In*: VI SEMINÁRIO NACIONAL E II SEMINÁRIO INTERNACIONAL POLÍTICAS PÚBLICAS, GESTÃO E PRÁXIS EDUCACIONAL, 6., v. 6, n. 6, 2017, Vitória da Conquista. **Anais** [...]. Vitória da Conquista: UESB, 2017. p. 3514-3531. Disponível em: <http://anais.uesb.br/index.php/semgepraxis/article/viewFile/7451/7221>. Acesso em 9 ago. 2020.

CORDEIRO, L. F.; GUÉRIOS, S. C.; PAZ, D. P. Movimento maker e a educação: a tecnologia a favor da construção do conhecimento. **Revista Mundi Sociais e Humanidades**. Curitiba, PR, v. 4, n. 1, 2019. Disponível em:

<https://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiSH&page=article&op=view&path%5B%5D=735>. Acesso em 15 ago. 2021.

CORREIA, J.J; JOSÉ, W. D. O conceito de trabalho de uma força em livros didáticos, *In: IX COLÓQUIO DO MUSEU PEDAGÓGICO* (ISSN 2175-5493), Vitória da Conquista (BA), **Anais**.

Vitória da Conquista. MUSEU PEDAGÓGICO CASA PADRE PALMEIRA. 2011. v. 9, n. 1, p. 727-740, 2011. Disponível em: <http://periodicos.uesb.br/index.php/cmp/article/viewFile/2663/2330>. Acesso em: 21 de ago. de 2019

FRANTZ, W. Educação e cooperação: práticas que se relacionam. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 3, n.º 6, 2001, p. 242-264. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/soc/a/HfHsN49JQ3yPzd75kFMq6Hg/?lang=pt>. Acesso em 9 out. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Terra e Paz, 1996.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez editora, 2006.

MANNRICH, J. Um Olhar sobre o Movimento Maker na Educação. Natal. *In: XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 12., 2019, Natal. **Anais**

[...]. Natal: UFRN, 2019. p. 1-7. Disponível em: <https://docplayer.com.br/173798339-Um-olharsobre-o-movimento-maker-na-educacaocientifica.html>. Acesso em 5 ago. 2021.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química nova na escola**, v. 7, n. 1, p. 30 – 34, 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc07/aluno.pdf>. Acesso em 15 ago. 2021.

NASCIMENTO, L. N. B. **Uma abordagem sobre energia solar por meio da aprendizagem baseada em projetos**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) — Campus Manaus Centro, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em: [http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/IFAM1\\_16c177db86d981c92046bdaa166b1b15](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/IFAM1_16c177db86d981c92046bdaa166b1b15). Acesso em 13 jan. 2021.

PASQUALETTO, T. I.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Aprendizagem baseada em projetos no Ensino de Física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 551 – 577, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4546>. Acesso em 20 jul. 2021.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação. **Conteúdos de química por bimestre para o ensino médio com base nos parâmetros curriculares do estado de Pernambuco**. Recife: SEE-PE. 2013.

Disponível em:

[http://www.educacao.pe.gov.br/porta1/upload/galeria/7801/Conteudos\\_de\\_Quimica\\_EM.pdf](http://www.educacao.pe.gov.br/porta1/upload/galeria/7801/Conteudos_de_Quimica_EM.pdf). Acesso em 18 ago. 2021.

RAABE, A.; GOMES, E. B. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, [s. l.], v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art1-vol.26EdicaoTematicaVIIISetembro2018.pdf>. Acesso em 10 ago. 2021.

ROCHA, J. A. L. **Termodinâmica da fratura**: uma nova abordagem do problema da fratura nos sólidos. Salvador: EDUFBA, 2010. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/c49zf/pdf/rocha-9788523212353.pdf>. Acesso em 26 abr. 2022.

RODRIGUES, E. **Guia de Metodologias Ativas: com o Google for Education**. 1.ed. Recife: Hub Educat UFPE, 2020. E-book. Disponível em: <https://sites.ufpe.br/educat/2020/05/19/ernandesrodrigues-faz-parceria-com-hubeducat/>. Acesso em 6 out. 2020.

SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 10, p. 1570 – 1576, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/GTMDyf7cZn3k4VccPxV8w7R/?lang=pt>. Acesso em 22 fev. 2022.

SOUSA JÚNIOR, I. R. **Reflexões sobre o Ensino de Termoquímica no Ensino Médio a partir da análise de artigos da Química Nova na Escola**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) — Campus Central, Universidade Estadual de Goiás, 2020. Disponível em: <https://www.bdttd.ueg.br/handle/tede/714>. Acesso em 15 ago. 2021.

THOMAS, J. W. **A review of research on project-based learning**. 2000. Disponível em: [https://tecfa.unige.ch/proj/eteachnet/Thomas\\_researchreview\\_PBL.pdf](https://tecfa.unige.ch/proj/eteachnet/Thomas_researchreview_PBL.pdf). Acesso em 7 ago. 2021.

VALQUARESMA, A.; COIMBRA, J. L. Criatividade e educação: a educação artística como o caminho do futuro? **Educação, Sociedade & Culturas**, Porto, n. 40, p. 131 – 146, 2013. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/72767/2/87423.pdf>. Acesso em 11 out. 2021.