

Francisco Ivanildo de Sousa ¹
Terezinha Valim Oliver Gonçalves ²

A proposal for teaching Thermodynamics in the light of Cooperative Learning

Resumo:

A nova cultura da aprendizagem, consequência da ampliação do acesso às tecnologias da informação e comunicação, pressupõe pensar o ensino numa perspectiva que integre a concepção de transmissão unidirecional do saber com estratégias pedagógicas que possibilitem ao estudante construir sua própria aprendizagem. Nosso objetivo foi investigar a pertinência de uma sequência didática de ensino como materializadora do engajamento de estudantes do ensino médio ao estudarem a temática Leis da Termodinâmica. Buscamos responder à questão: em que termos uma sequência didática elaborada seguindo os pressupostos teóricos da Aprendizagem Cooperativa, com a interface do *Quizlet Live*, pode suscitar contribuições para o engajamento de estudantes ao aprenderem física? A pesquisa de cunho qualitativo foi realizada com estudantes da terceira do ensino médio de uma escola pública do estado do Ceará. A proposta se mostrou pertinente tendo em vista a promoção da participação ativa, da organização do pensamento, da criação de espaços de discussão e de compartilhamento de saberes pelos discentes.

Palavras-chave: Aprendizagem Cooperativa. Ensino de Física. *Quizlet Live*. Engajamento.

Abstract:

The new culture of learning, because of increased access to information and communication technologies, presupposed to think about teaching from a perspective that integrates the concept of unidirectional transmission of knowledge with pedagogical strategies that allow students the construction of their own learning. Aim was to investigate the relevance of a didactic teaching sequence as a means of materializing the engagement of high school students when studying the Laws of Thermodynamics. We seek to answer the issue: in what terms can a didactic sequence designed following the theoretical assumptions of Cooperative Learning, with the Quizlet Live interface, contribute to the engagement of students when learning physics? The qualitative research involved out with third-year high school students at a public school in the state of Ceará. The application proved to be relevant in terms of promoting active participation, organization of thought, creation of spaces for discussion and sharing of knowledge by students.

Keywords: Cooperative learning. Physics teaching. Quizlet Live. Engagement.

1. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Para (UFPA), professor de Física efetivo da rede estadual de Educação do Estado do Ceará.

2. Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas, professora Titular da Universidade Federal do Pará (UFPA).

1. INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências, e a Educação de modo geral, enfrenta nas últimas décadas um processo deterioração sem precedentes, a chamada crise da educação científica. A consagração da educação obrigatória para todos e, sobretudo a recente política de escolas de tempo integral, que amplia a jornada de permanência dos estudantes na escola, tem revelado o cada vez mais evidente paradoxo da educação, típico desta sociedade da informação e comunicação: nunca se dedicou tanto tempo a aprender e nunca se aprendeu tão pouco.

Nesse sentido, Pozo (2016) pondera que na sociedade da informação, do conhecimento incerto e, da aprendizagem constante, a aprendizagem esta enferma, padece de uma doença crônica cujos sintomas, dentre tantos outros, são manifestos em seus maus resultados e sobretudo no sentimento de frustração daqueles que experienciam, quer como professores, alunos, pais ou mães de alunos os espaços educativos. *Por que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada* (POZO; CRESPO, 2009, p. 14)?

Para os autores, uma provável resposta, para esta crise implícita na questão apresentada acima, pode estar na própria estrutura e organização dos espaços formais de educação, suas culturas e práticas escolares radicadas à resolução de exercícios modelo, com pouco ou nenhum significado científico para os estudantes, fundadas em um "padrão de ensino, no qual o professor é o agente que pensa e o aluno é o agente passivo, que segue o raciocínio do professor [...]" (CARVALHO; SASSERON, 2018, p. 43). Não se pode negar, ponderam as autoras, que "o professor precisa saber o conteúdo que vai ensinar, mas precisa saber também como vai ensinar para que os alunos aprendem" (p. 43).

Todavia, persistir em perpetuar um modelo de ensino aportado meramente à transmissão de conteúdo afeta não somente o interesse e a relevância da ciência para os estudantes, mas sobretudo, em virtude do ensino recebido, estes tendem "a assumir posições de passividade esperando respostas prontas, ao invés de dá-las" (SOUSA; GONÇALVES, 2022, p. 22).

Conforme Pozo (2016, p. 38), "embora a aprendizagem tenha melhorado em maior ou menor medida, aparentemente nos encontramos longe dos nossos objetivos", visto que é crescente entre os professores um sentimento de frustração e intranquilidade, "ao comprovar o limitado sucesso de seus esforços docentes" (POZO; CRESPO, 2009, p. 15). Há entre os professores, especialmente de ciências, "uma sensação contínua de deterioração dos espaços educativos" (POZO *et al.*, 2006, p. 11), os estudantes aprendem cada vez menos e demonstram cada vez menos interesse pela ciência (POZO, 2002).

Para Pozo (2016) existe um descompasso entre as demandas da sociedade atual e os processos que a escola mobiliza em torno da aprendizagem. "As exigências do mundo moderno fazem com que a pertinência do que se ensina na escola e a formação que ela oferece sejam questionadas [...], os alunos acabam por identificar uma ciência ativa, moderna, e que está presente no mundo real, todavia, distante e sem vínculos explícitos com uma [...] ciência que só "funciona" na escola" (RICARDO, 2010, p. 29).

A despeito da presente crise, afirmam Pozo e Crespo (2009), o ensino de ciências (em umas escolas, mas que outras) ainda é realizado sob a perspectiva da abordagem tradicional que pressupõe o professor como autoridade acadêmico-intelectual, apto a transmitir um conjunto de "ideias pensadas por si próprio ou por outros (conteúdos) ao aluno que as armazena sequencialmente no seu cérebro [...], o professor "dá a lição", imprime-a em arquivos de conhecimentos e pede, em troca, que os alunos usem a sua atividade mental para acumular, armazenar e reproduzir informações" (CACHAPUZ, 2000, p. 7).

Trata-se de uma concepção segundo a qual o conhecimento existe fora do ser e sua aprendizagem, de forma cumulativa, linear e absoluta, numa relação de causa e efeito, pressupõe um estudante invariavelmente motivado, disponível em qualquer circunstância para aprender e atento a tudo que o professor diz e faz (CACHAPUZ, 2000, POZO, 2016). Entretanto, urge compreender-se que na sociedade de informação e comunicação, a escola não é mais a primeira e principal fonte informativa, os estudantes sequer precisam buscar pela informação, é ela que em formatos mais ágeis, interativos e atrativos quem busca por eles (POZO, 2006).

Desse modo, quando aos estudantes se lhes é proposto estudar as Leis da Termodinâmica, as Leis de Mendel ou outra temática qualquer, estes já dispõem de informação sobre o assunto, por suposto difusa ou fragmentada, adquirida através dos filmes, plataformas digitais, jogos de streaming, dentre outros tantos meios de divulgação de informação acessíveis à palma da mão e a clique de distância. Advertimos com isso, que o que os estudantes necessitam não é tão somente de informação como fatos e dados, mas, sobretudo que a escola disponha mecanismos pedagógicos que os ajude organizar sistematicamente essa informação e a partir dela construir conhecimento com sentido e significado.

Dentre as diversas estratégias pedagógicas para ajudar os estudantes a aprender (POZO, 2006), a Aprendizagem Cooperativa, que segundo Johnson, Johnson e Holubec (1999, p. 5) configura-se como "o emprego didático de grupos reduzidos nos quais os alunos trabalham juntos para maximizar sua própria

aprendizagem e a dos demais", desponta como uma metodologia de ensino promissora ao estabelecer que entre os componentes de uma célula, não exista um saber mais ou saber menos, os estudantes precisam estar em situação de interação para que possam ajudar-se mutuamente e construir sua própria aprendizagem.

Assim, como alternativa à perspectiva de ensino centrado na autoridade do professor e no poder do verbo/palavra e, por uma concepção de ensino em que os estudantes atuem como sujeitos ativos na construção da própria aprendizagem, elaboramos uma sequência didática de ensino sobre a temática Leis da Termodinâmica cuja aplicação (como estudantes da terceira série do Ensino Médio) ocorreu com a mediação da metodologia da Aprendizagem Cooperativa e da plataforma digital *Quizlet Live*.

Conduzimos nossa investigação orientados pelo seguinte questionamento: em que termos uma proposta de ensino elaborada seguindo os pressupostos teóricos da Aprendizagem Cooperativa, com a interface da plataforma digital *Quizlet Live*, pode suscitar contribuições para o engajamento de estudantes ao aprenderem física? Definimos como objetivo investigar a pertinência de uma sequência didática de ensino como materializadora do engajamento de estudantes do ensino médio ao estudarem a temática Leis da Termodinâmica.

Justificamos a opção por tais recursos pedagógicos ao entendermos que: i) a Aprendizagem Cooperativa vem se consolidando como estratégia pedagógica capaz de melhorar o rendimento acadêmico, fortalecer as relações interpessoais, promover o ajustamento psicológico e o engajamento dos estudantes com seus pares (SOUSA; ATAÍDE, 2020) e, ii) o uso pedagógico das tecnologias da informação e comunicação, *Quizlet Live*, promovem a interatividade, aproximam estudantes e professores do objeto do conhecimento, além de fomentar a participação e o interesse intrínseco dos discentes pela escola (AKEY, 2006).

2. A APRENDIZAGEM COOPERATIVA

A Aprendizagem Cooperativa consiste em um exercício educacional realizado em pequenos grupos/células em que os estudantes trabalham juntos visando atingir um objetivo comum (LOPES; SILVA, 2009), orientados por atividades intencionalmente elaboradas e claramente designadas (SOUSA; ATAÍDE, 2020). Trata-se de uma "proposta pedagógica na qual os estudantes ajudam-se no processo de aprendizagem atuando como parceiros entre si [...]" (CAMPOS *et al.*, 2003, p. 26). Entretanto, uma atividade em grupo será cooperativa se, e somente se, estiverem presentes, a interdependência positiva, a interação promotora, as

habilidades sociais, a responsabilidade individual e o processamento de grupo.

Esta configuração, evidencia etapas que estão na base de elaboração de propostas de ensino que tenham como fundamento a Aprendizagem Cooperativa, cujo propósito é possibilitar aos alunos uma maior interação com objeto de estudo de modo que possam se apropriar efetivamente do conhecimento apresentado. Para compreender melhor esse processo apresentamos cada um dos momentos que devem ser vivenciados em uma proposta de Aprendizagem Cooperativa, caracterizando e atribuindo identidade a cada uma dessas fases.

A interdependência positiva é núcleo central da Aprendizagem Cooperativa (LOPES; SILVA, 2009) e será assegurada quando os estudantes compreenderem que o êxito na execução de qualquer tarefa somente ocorrerá se todos a concluírem com sucesso. Para isso, os estudantes precisam sentir que seu compromisso individual é útil não só para os demais membros da célula, mas também para eles próprios (LOPES; SILVA, 2009; SOUSA; ATAÍDE, 2020). Desta feita, a compartilhamento de saberes pressupõe a criação de espaços de interação entre os pares, assim, a interação promotora configura-se como a oportunidade para os estudantes atuem como sujeitos da aprendizagem e do sucesso uns dos outros, buscando por meio de estratégias criadas pelo professor, certificar-se de que seus companheiros aprenderam a temática estudada.

A interação entre os pares pode acarretar a dispersão dos estudantes durante as atividades o que resultaria em comprometimento do processo de ensino e aprendizagem. Para minimizar possíveis interferências nesse sentido, deve-se estabelecer responsabilidades para cada membro da célula mediante contrato pactuado por todos. Desse modo, a responsabilidade individual consiste em que cada estudante se comprometa com sua aprendizagem e a aprendizagem dos demais componentes da célula, bem como com o cumprimento da função designada (SOUSA; ATAÍDE, 2020).

Visando a formação integral dos sujeitos e o bom andamento das atividades, os estudantes precisam elaborar o contrato de cooperação. Nele, além da função a ser cumprida e das responsabilidades assumidas, deve-se estabelecer as condutas esperadas pelos componentes das células, individualmente, e pela classe como grupo maior. Tais condutas, as habilidades sociais, assim como os conteúdos disciplinares, precisam ser ensinadas e sua aquisição promove um nível maior de cooperação entre os alunos e uma maior a atenção para com os professores (SOUSA; ATAÍDE, 2020).

Por fim, não menos importante, o processamento de grupo é a oportunidade para que os estudantes possam se autoavaliar como sujeitos da própria aprendizagem. Nesse processo, mediado pelo professor, os estudantes identificam os comportamentos que contribuíram para a eficácia da célula, bem como as atitudes que precisam ser aprimoradas estabelecendo compromissos com vistas a eficiência do trabalho em grupo (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999).

3. A ESTRATÉGIA COOPERATIVA ETMFA

A estratégia ETMFA - Exposição introdutória ou inicial, Tarefa individual, Meta coletiva, Fechamento da aula e Avaliação individual de aprendizagem, foi desenvolvido por um grupo de professores da EEEP Alan Pinho Tabosa (MATOS, 2018), sob a orientação do professor Manoel Andrade Neto. Trata-se de uma estratégia de transição da abordagem meramente expositiva para a Aprendizagem Cooperativa. Uma atividade com a estratégia ETMFA é composta de cinco etapas, conforme descreveremos a seguir.

A **exposição inicial** tem como objetivo abordar brevemente o conteúdo que será estudado com o intuito de mobilizar os estudantes para as etapas seguintes. Sugere-se que o tempo de exposição sempre que possível não ultrapasse 30% do tempo da aula. Entretanto, salientamos que o professor tem autonomia para gerenciar tanto o tempo para a realização de cada momento da atividade quanto os recursos ou estratégias pedagógicas que mais se adequam a realidade de cada turma. Conforme Matos (2018, p. 59) "quanto mais tempo o professor leva em sua fala, menos tempo de aprendizado interativo os estudantes terão entre si".

A **tarefa individual** será composta de dois momentos: no primeiro o conteúdo de uma unidade temática será fragmentado em três subtemas com o intuito de promover a interação entre os membros da célula. Cada estudante responsabiliza-se por uma parte do conteúdo/texto para efetuar a leitura. Matos (2018, p. 59) ressalta que "nesta etapa, é importante frisar que o material didático disponibilizado, o tempo de execução da tarefa e seu nível de dificuldade devem estar adequados à turma, para evitar a falta de motivação dos estudantes". No segundo momento os estudantes compartilham com os colegas da célula suas impressões acerca do material analisado contribuindo assim com a aprendizagem uns dos outros.

A terceira etapa da atividade é denominada de **meta coletiva**, sendo realizada pelos estudantes em célula e lhes permitirá reunir os conhecimentos fragmentados adquiridos durante o primeiro momento da tarefa individual. Conforme Matos (2018) é essencial que a

meta coletiva seja um produto como um cálculo, um resumo, um mapa mental/conceitual que deve ser entregue ao professor.

A quarta etapa da atividade é o **fechamento da aula**, configura-se como uma oportunidade para a consolidação e aprofundamento dos conceitos discutidos até o momento. É também uma oportunidade para tirar dúvidas, para a "resolução coletiva de questões e reiterações, a fim de que prepare os estudantes para a avaliação individual, a forma como acontece [...] fica a critério do professor e da dinâmica da turma" (MATOS, 2018, p. 59).

Por fim, na quinta etapa da atividade os estudantes serão submetidos a uma **avaliação individual** com **feedback** rápido cujo propósito é identificar as aquisições individuais de cada estudante e avaliar em que medida a cooperação/aprendizagem foi estabelecida com sucesso.

4. O QUIZLET LIVE COMO RECURSO POTENCIALIZADOR DAS APRENDIZAGENS

O Quizlet "é uma plataforma de aprendizagem *online* que visa tornar o ensino e a aprendizagem mais envolventes" (SANTOS; CHITOLINA, 2021, p. 86). Os recursos disponíveis na plataforma possibilitam a participação ativa dos estudantes no processo de ensinar e aprender, além de tornar as aulas mais atrativas e interativas. Nessa sequência utilizamos o Quizlet com o intuito de fomentar a interdependência positiva, a interação promotora, o engajamento dos estudantes com seus pares e o compartilhamento de saberes.

Dentre os vários recursos disponíveis no Quizlet, utilizamos para esta sequência o Quizlet Live clássico. Nesta opção o professor dispõe de duas possibilidades para realizar uma atividade, "jogadores individuais" ou "aleatórias". No item "aleatórias" a plataforma organizará os estudantes em equipes aleatoriamente. Ao clicar nesta opção o professor precisa definir em "como você deseja jogar?" a configuração "termo e definição" para a geração dos itens ou questões a serem respondidos pelos estudantes. Em seguida deve-se estabelecer a quantidade de estudantes por equipe clicando no botão opções conforme Figura 1.

O acesso dos estudantes à plataforma pode ser feito de três formas distintas: a) endereço eletrônico <https://quizlet.com/live> ou aplicativo Android/IOS utilizando o código de acesso gerando pela plataforma (Figura 1), a) via QR code e, c) através de link disponibilizado pelo professor. A Figura 1 abaixo apresenta a tela inicial do Quizlet Live clássico com as diferentes possibilidades de acesso para os estudantes.

Figura 1 - Página principal do Quizlet Live para organização das equipes.

Fonte: Captura de tela <https://quizlet.com> (2022).

Por fim, para liberar a atividade deve-se clicar no botão "criar jogo" (Figura 1). Nesse momento a plataforma organizará os estudantes em equipes de forma aleatória. Em cada dispositivo conectado aparecerá o nome da equipe e dos seus respectivos componentes. Deve-se orientar os estudantes para que circulem pela sala de aula a fim identificar os membros do seu grupo e iniciar a atividade. Ressalta-se que cada membro do grupo terá acesso ao mesmo item/questão, entretanto, a resposta aceita pela plataforma constará em um único dispositivo por equipe. Para que o grupo cumpra a atividade com sucesso, o professor deve enfatizar a importância do engajamento e do compromisso de cada estudante com a tarefa, evidenciando a responsabilidade individual consigo e com os demais componentes do grupo.

5. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se por uma abordagem de natureza qualitativa e foi realizada em uma escola pública do estado Ceará em uma turma da 3ª série do Ensino Médio. Os sujeitos de pesquisa foram 36 estudantes de distintos níveis acadêmicos o que possibilitou a construção de cenários de aprendizagem com células heterogêneas, uma condição essencial da Aprendizagem Cooperativa. De acordo com Stake

(2011, p. 30) qualitativa pressupõe uma concepção de pesquisa baseada fundamentalmente na percepção e na capacidade de compreensão do pesquisador que se configura como "um instrumento ao observar ações e contextos [...], ao desempenhar intencionalmente uma função subjetiva no estudo, utilizando sua experiência pessoal em fazer interpretações".

Para a obtenção das informações (CLANDININ; CONNELLY, 2015) ou dados da pesquisa recorreremos à observação, que "consiste na participação real do pesquisador na comunidade ou grupo" (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 177) e a gravação em áudio das discussões nas células durante a realização das atividades. No Quadro 1 consta um resumo da estrutura das atividades desenvolvidas.

Quadro 1: Público-alvo, número de aulas, conteúdos abordados e recursos utilizados.

Estrutura da sequência didática		
Conteúdos a serem desenvolvidos: Conceituais, Procedimentais e Atitudinais		
Público Alvo: Estudantes da 3ª série Ensino Médio	Objetivo Geral: introduzir o conceito de máquinas térmicas com ênfase na relação calor, trabalho e energia a partir do princípio de conservação.	
Metodologia		
Aulas	Programa	Dinâmica das atividades
1º Encontro 2 aulas	1ª Lei da Termodinâmica	Exposição inicial: 1ª Lei da Termodinâmica (30 minutos) -Vascak.cz (https://tinyurl.com/b27phu6x . Acesso em: 03 de out. 2022.) -PheT (https://tinyurl.com/3cxjc49s . Acesso em: 03 de out. 2022.) Tarefa individual: Leitura dos textos e discussão (20 minutos) -Meta coletiva: elaboração do mapa mental (20 minutos) -Fechamento: discussão do mapa mental (20 minutos) -Avaliação individual: 1ª lei da termodinâmica (10 minutos)
2º Encontro 2 aulas	1ª Lei da Termodinâmica	1. Retomar as discussões acerca da 1ª Lei da Termodinâmica (15 minutos) 2. Atividade lápis e papel: 1ª Lei da Termodinâmica (35 minutos) 3. Atividade Cooperativa: Quizlet live clássico - Orientações sobre a atividade e envio do link para <i>WhatsApp</i> (7 minutos) -Entrada dos estudantes na sala virtual/formação dos grupos (8 minutos) -Liberação e aplicação da atividade (35 minutos)
3º Encontro 2 aulas	2ª Lei da Termodinâmica	Exposição inicial: 2ª Lei da Termodinâmica (35 minutos) PheT (https://tinyurl.com/3cxjc49s . Acesso em: 03 de out. 2022.) Tarefa individual: Leitura dos textos e discussão (20 minutos) Meta coletiva: elaboração do mapa mental (20 minutos) Fechamento: discussão do mapa mental (15 minutos) Avaliação individual: 2ª lei da termodinâmica (10 minutos)
4º Encontro 2 aulas	2ª Lei da Termodinâmica	1. Fechamento da unidade temática (20 minutos) . 2. Atividade lápis e papel: 2ª Lei da Termodinâmica (30 minutos) . 3. Atividade Cooperativa: Quizlet live -Orientações para a realização da atividade (5 minutos) -Disponibilização do link no grupo do Whatsapp (2 minutos) -Entrada dos estudantes na sala virtual/formação dos grupos (8 minutos) -Liberação e aplicação da atividade (50 minutos) 4. Encerramento da unidade temática – processamento de grupo (5 minutos)
Recursos utilizados	Projetor de multimídia, <i>notebook</i> , <i>Power point</i> , <i>Software PheT</i> , <i>Vascak.cz</i> , textos impressos, atividades impressas, <i>smartphones</i> , <i>tablets</i> , <i>Quizlet</i> e conexão com <i>internet</i> .	

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme mencionamos a proposta de ensino foi elaborada para ser aplicada em oito aulas de cinquenta minutos cada, distribuídas em quatro encontros de duas aulas. Neste subtópico apresentamos a sequência ou o encadeamento das atividades realizadas e suas contribuições para a participação e o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas.

6.1 O princípio de conservação de energia e a 1ª lei da termodinâmica

O primeiro encontro foi organizado em duas etapas. Na primeira etapa, os estudantes foram orientados quanto à temática abordada, os objetivos da atividade e a importância de se envolverem nas atividades. Em seguida, com o recurso do projetor de *Slides* e do computador, realizamos a "exposição inicial" apresentando formas de energia que tivessem relação

direta com cotidiano dos estudantes ressaltando em cada uma delas a ideia de transformação e de conservação. Para fomentar a participação algumas questões foram propostas: o que acontece com as moléculas de uma substância quando esta é aquecida? Calor e temperatura são sinônimos? A frase "estou com calor" do ponto de vista científico está correta?

As respostas obtidas serviram de ponto de partida para suscitar um amplo debate em torno da temática, possibilitando a reformulação dos conhecimentos alternativos dos estudantes em termos científicos (POZO; CRESPO, 2009). A discussão inicial foi fundamental para aprofundar os conceitos de calor e temperatura e para a introdução da 1ª Lei da Termodinâmica e da relação calor-trabalho-energia/princípio de conservação.

Compreender o calor como forma de energia em trânsito de um sistema para outro, nos possibilitou introduzir a ideia de trabalho como a transformação de energia associada ao conceito de máquinas térmicas – sistemas capazes de transformar energia térmica em outras formas de energia, por exemplo, energia mecânica. Ressaltamos a importância de os estudantes compreenderem que a conservação de energia é um princípio aplicado a qualquer sistema, porém, em uma máquina térmica parte do calor recebido é utilizado para aumentar a energia interna do sistema, representando a quantidade de energia degradada ou não aproveitada para realização de trabalho útil.

Zabala (1998) pondera que as atividades propostas pelos professores devem produzir aprendizagens úteis em outros contextos que não sejam estritamente escolares. Para isso, recorreremos ainda ao simulador virtual (Quadro 1) com vistas a aproximar os processos de transformação de energia e suas aplicações ao cotidiano dos estudantes.

A segunda etapa da aula, a primeira atividade cooperativa, foi realizada em quatro momentos, com a utilização da estratégia cooperativa ETMFA. Com os estudantes em células com três membros cada, iniciamos o primeiro momento da aula com a leitura dos textos: As máquinas térmicas, a revolução industrial e o conceito de energia; a força como princípio unificador e a quantificação do fator de conversão³, e Primeira Lei da Termodinâmica: contexto histórico e energia⁴.

Buscamos com leitura possibilitar aos estudantes confrontarem-se com as diferentes perspectivas históricas acerca da construção do conceito de calor e suas aplicações práticas, permitindo-lhes refletir sobre cada teoria proposta e compreender que a ciência é uma construção humana, histórica e social que se faz

pela formulação e reformulação de paradigmas (KUHN, 1997), cuja construção ocorre através de modelos ou aproximações do mundo real (RICARDO, 2010). Concluída a leitura, ainda na "tarefa individual", cada estudante dispôs de três minutos para compartilhar os conhecimentos adquiridos a partir dos textos lidos. Essa etapa da atividade nos possibilitou identificar possíveis desvios conceituais, bem como obter elementos para orientar a meta coletiva.

Como meta coletiva solicitamos aos estudantes que construíssem um mapa mental com os principais cientistas e suas respectivas contribuições para o desenvolvimento do conceito de calor como forma de energia. Cada estudante deveria contribuir com no mínimo quatro subtópicos para a elaboração do mapa mental. Os mapas foram recolhidos para serem utilizados na etapa de fechamento da aula. Nesse momento distribuimos os mapas mentais de forma aleatória entre as células de modo que cada grupo pudesse participar da discussão junto com o professor analisando os trabalhos de outras células. Buscamos revisitar os principais conceitos envolvidos nas discussões a partir de uma proposta de mapa mental previamente elaborada.

Por fim, encerramos a aula com a avaliação individual em que os estudantes realizaram a resolução de uma série com cinco questões conceituais que contemplaram o conceito de calor e as definições atinentes à 1ª lei da Termodinâmica. Essa atividade foi entregue ao professor para posterior correção e *feedback* individual com os estudantes.

6.2 Quizlet Live e a 1ª lei da termodinâmica

O segundo encontro foi realizado em três etapas. A primeira teve início com a retomada dos principais conceitos tratados na aula anterior. Na segunda etapa, uma lista com problemas sobre a 1ª Lei da Termodinâmica foi atribuída com o objetivo de consolidar os conteúdos conceituais e desenvolver os conteúdos procedimentais (POZO; CRESPO, 2009; ZABALA, 1998). Iniciamos a atividade resolvendo itens específicos da lista, porém, ressaltamos a importância da criação de espaços para que os estudantes possam participar ativamente da atividade, dando-lhes tempo para se debruçarem sobre as questões. Enquanto eles trabalhavam em suas células, monitorávamos a execução da atividade dando e recebendo *feedbacks*.

A terceira etapa da aula, foi realizada com o *Quizlet Live*. Antes de iniciarmos a atividade buscamos mobilizar os estudantes a se engajarem na tarefa informando acerca dos critérios de avaliação, dos desafios propostos e da

3. Extraído de "História da física no século XIX: discutindo natureza da ciência e suas implicações para o ensino de física em sala de aula". Disponível em: < <https://tinyurl.com/4ewptwz6> >. Acesso em 03 de out. 2022.

4. Disponível em: < <https://www.passeidireto.com/arquivo/39583147/primeira-lei-da-termodinamica> >. Acesso em 03 out. de 2022.

meta a ser cumprida pelas equipes. Para o acesso dos estudantes à atividade/sala de aula virtual, enviamos o link via grupo do *WhatsApp* da turma, orientando-os que não utilizassem nomes fictícios, o que dificultaria a identificação e formação dos grupos. Enquanto aguardavam a liberação da atividade, os estudantes puderam revisar o conteúdo abordado a partir dos *cards* disponibilizados pela plataforma.

Após configurar a plataforma para a organização das equipes (quatro membros). Os estudantes foram comunicados de que as equipes estavam formadas e que eles circulassem pelo ambiente físico da sala com o intuito de identificar os respectivos companheiros de equipe e começar a atividade. Deixamos claro, que cada membro da equipe teria acesso à mesma questão, entretanto, a resposta correta constaria em único dispositivo por equipe. Nos propusemos, assim, desenvolver nos alunos interação entre os pares, evidenciando-se, assim, um dos elementos essenciais da Aprendizagem Cooperativa, a interdependência positiva.

Segundo Akey (2006), em um trabalho significativo e de qualidade a probabilidade de envolvimento dos estudantes aumenta, aumentando também as possibilidades de que eles aprendam algo novo e se lembrem com mais facilidade do que aprenderam. Assim, uma atividade significativa deve conter metas bem definidas e desafiadoras, um nível apropriado de complexidade e sobretudo deve permitir que os estudantes possam construir novos conceitos, explicar seu raciocínio para resolver um problema, defender suas conclusões e apresentar soluções alternativas e estratégias para a solução de um problema (AKEY, 2006).

Enquanto os estudantes realizavam a atividade, passamos a acompanhar o desenvolvimento do processo, mobilizando-os, dando e recebendo *feedback* do andamento da tarefa. Alertamos que se deve evitar estimular a competição entre as equipes, o que descaracterizaria a essência da Aprendizagem Cooperativa.

6.3 A 2ª lei da termodinâmica e o sentido para a conversão calor

O terceiro encontro teve início com uma breve discussão acerca da conservação de energia e da 1ª Lei da Termodinâmica, ressaltando que esta não estabelece um sentido para a conversão/fluxo de calor, bem como não impõem um limite natural para que esse processo ocorra. Com o recurso do projetor e do computador, demos sequência à exposição problematizando a 2ª Lei da Termodinâmica com algumas problematizações: é

possível construir uma máquina térmica que converta integralmente calor em trabalho? Se só uma parte do calor é convertido em trabalho em uma máquina térmica, para onde foi o resto? Como sabemos o quanto pode render uma máquina térmica?

Considerando que a 1ª Lei da Termodinâmica não estabelece um sentido e/ou limite para a conversão de calor em trabalho, as discussões aqui estabelecidas objetivaram despertar nos estudantes a compreensão de que é impossível a construção de uma máquina térmica que transforme integralmente calor em trabalho. Tal construção se configuraria como uma violação à lei que rege as transformações de energia na natureza, assegurando que o fluxo de calor cuja ocorrência não se dá de forma espontânea, seja um processo irreversível que ocorre do sistema de maior para o de menor temperatura.

Na segunda etapa da aula, organizada em quatro momentos, realizamos a terceira atividade cooperativa com estratégia ETMFA. Para essa atividade utilizamos um fragmento do texto Sadi Carnot: caminhos para o enunciado da segunda Lei da Termodinâmica⁵ que foi subdividido em três partes de modo que cada estudante pudesse realizar a leitura individual do seu material. Após a leitura orientamos que em dois minutos cada estudante compartilhasse com os companheiros da célula suas impressões sobre o assunto abordado (segundo momento).

Por fim, o terceiro momento da atividade, a meta coletiva, consistiu na elaboração de um produto para ser apresentado à turma. Nesse momento os estudantes construíram um mapa conceitual a partir de um modelo impresso. Cada célula recebeu um anexo com uma lista de conceitos envolvendo a 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica para serem inseridos no mapa.

Na etapa do fechamento da aula cada célula responsabilizou-se pela correção junto com o professor de um mapa conceitual de uma outra célula. Esse momento mostrou-se muito rico, pois permitiu que os estudantes pudessem se engajar na atividade demonstrando curiosidade e desejo por saber mais, fazendo "contribuições substantivas, trazendo elementos significativos, relacionados aos tópicos em discussão" (SASSERON; SOUZA, 2019, p. 142).

Encerramos do terceiro encontro propondo uma avaliação individual com dez itens que abrangiam questões conceituais relativas a 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica em que estabelecemos como meta individual setenta por cento de acerto para que a célula atingisse a meta cooperativa.

5. Extraído de PASCOAL, A. S. A evolução histórica da máquina térmica de Carnot como proposta para o ensino da segunda lei da termodinâmica. Disponível em: < <https://tinyurl.com/5cnw46fm> >. Acesso em 03 de out. 2022.

6.4 Encerrando a unidade didática

No quarto encontro, composto de três etapas, se deu o encerramento da unidade temática. Iniciamos o encontro fazendo um apanhado geral dos principais conceitos tratados até o momento recorrendo ao apresentador de *slides* e aos objetos de aprendizagem propostos no Quadro 1. Em seguida, com o intuito de aprimorar os conteúdos conceituais e procedimentais (POZO; CRESPO, 2009), disponibilizamos uma série de problemas para discussão em grupo, cuja resolução foi feita em parceria com os estudantes como uma preparação para a atividade cooperativa com a plataforma *Quizlet Live*.

Realizamos a última etapa da tarefa utilizando o *Quizlet Live* seguindo as orientações descritas no segundo encontro. Por tratar-se de uma atividade com maior complexidade, foi necessário assessorar e monitorar a realização da tarefa com maior afinco, observando os grupos com mais dificuldades, fazendo perguntas mobilizadoras e oferecendo suporte à superação de possíveis obstáculos. Quando os estudantes têm a oportunidade de pensar juntos, são mais receptivos às atividades desafiadoras e, portanto, se engajam mais intensamente nas tarefas (AKEY, 2006). Para a autora os alunos "são mais propensos a participar das tarefas escolares quando seus professores empregam estratégias pedagógicas ativas" (p. 9), sendo a cooperação entre colegas associada ao maior engajamento e maior aprendizagem.

Encerramos a unidade com a realização do processamento de grupo, momento ímpar para que os estudantes pudessem identificar os comportamentos que consideraram adequados e que deveriam ser intensificados, bem como aqueles que não contribuíram para o bom andamento do grupo, comprometendo-se em melhorá-los.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressignificar o ensino de ciências no contexto da escola atual configura-se como um dos grandes desafios para educadores, professores e formadores de professores, cuja necessidade urgente, ao nosso ver, consiste em compreender que a formação docente se materializa num constante vir a ser que se delineia nas experiências da docência vividas, historiadas, contadas e recontadas. É nesse movimento de compartilhar as vivências da prática que nos constituímos e nos tornamos professores.

Diante disso, optamos por não apresentar os achados e nuances advindos das vivências experienciadas durante a realização das atividades, por entendermos que a apresentação propriamente dita do desenvolvimento das atividades, pode suscitar contribuição para a superação do modelo de ensino arraigado à transmissão de conteúdo, com pouca ou nenhuma participação dos estudantes, além de potencializar a aprendizagem individual e coletiva.

Por fim, a proposta se mostrou promissora uma vez que promoveu a participação ativa, a organização do pensamento, a criação de espaços de discussão e de compartilhamento de saberes entre os estudantes envolvendo-os em um trabalho significativo e de qualidade aumentando as possibilidades de aquisição de novos conceitos para apresentar soluções alternativas e novas estratégias para a solução de um problema.

REFERÊNCIAS

- AKEY, T. M. School Context, Student Attitudes and Behavior, and Academic Achievement: An Exploratory Analysis. **MDRC**, p. 1-52, 2006.
- CACHAPUZ, A. F., PRAIA, J. F., JORGE, M. P. **Perspectivas de ensino de ciências**. In: _____. Perspectivas de ensino. Porto: Eduardo & Nogueira LTDA, 2000. p. 1-79.
- CAMPOS, F. C.A. *et al.* **Cooperação e aprendizagem on-line**. Rio de Janeiro: PD&A Editora, 2003. 167 p. (Educação à distância).
- CLANDININ, D. J.; CONNELLY, F. M. **Pesquisa narrativa: experiência e história em pesquisa qualitativa**. 2 ed. Uberlândia: EDUFU, 2015.
- CARVALHO, A. M. P., SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. Estudos avançados n. 32, v. 94, p. 43-55. 2018.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; HOLUBEC, E. J. **El aprendizaje cooperativo en el aula**. Buenos Aires: Editorial Paidós SIF, 1999.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 1997.
- LOPES, J.; SILVA, H. S. **Aprendizagem cooperativa da sala de aula: um guia prático para o professor**. Lisboa: Lidel, 2009.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MATOS, C. G. A. **Aprendizagem Cooperativa em sala de aula na EEEP Alan Pinho Tabosa - CE e sua relação com uma cultura de paz, sob a ótica das juventudes**. Fortaleza: UFC, 2018. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- POZO, J. I. **Aprender em tiempos revueltos: la nueva ciencia del aprendizaje**. Madrid: Alianza editorial, 2016.
- POZO, J. I. *et al.* **Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza**. In: _____. Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos. Barcelona: Graó, 2006. p. 95-134.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- RICARDO, E. C. **Problematização e contextualização no ensino de Física**. In: _____. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010. P. 29-47.
- SANTOS, G. B.; CHITOLINA, M. R. **A plataforma Quizlet como promotora de ensino e aprendizagem modernos**. In: LUNARDI, L.; RAKOSKI, M. C.; FORIGO, F. M. Ferramentas digitais para o ensino de Ciências da Natureza. Bagé: Editora Faith, 2021.

SASSERON, L. H.; SOUZA, T. N. O engajamento dos estudantes em aula de física: apresentação e discussão de uma ferramenta de análise. **Investigações em ensino de Ciências**. v. 24, n. 1, p. 139-153, abr. 2019

SOUSA, F. I.; ATAÍDE, P. A. O estudo do comportamento dual da luz com a mediação da aprendizagem cooperativa: uma análise qualitativa do efeito fotoelétrico. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 15, n. 1, p. 395-410, abr. 2020.

SOUSA, F. I.; GONÇALVES, T. V. O. Teorias implícitas de professores que ensinam física com a interface da aprendizagem cooperativa. **VIII Congresso Nacional de Educação**. Campina Grande: Realize Editora, 2022.

STAKE, R. E. **Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.