

O ensino de Termodinâmica mediado pela tecnologia, com a interface da Aprendizagem Cooperativa

The teaching of Thermodynamics mediated by technology and with the interface of Cooperative Learning

Francisco Ivanildo de Sousa

Instituto de Educação Matemática e Científica - UFPA
francisco.sousa@iemci.ufpa.br

Terezinha Valim Oliver Gonçalves

Instituto de Educação Matemática e Científica - UFPA
tvvalim@ufpa.br

Resumo

O objetivo deste artigo é investigar a pertinência de uma sequência didática elaborada seguindo os pressupostos teóricos da metodologia da Aprendizagem Cooperativa, com a interface do *Quizlet Live*, para o ensino Termodinâmica em turmas do ensino médio. Buscamos responder à questão: em que termos a implementação de uma sequência didática pode suscitar contribuições para mobilizar estudantes a aprender Física? Justificamos a escolha dessa temática mediante a incipiente produção de propostas de ensino que imbricam a Aprendizagem Cooperativa às Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação. 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.

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

Abstract

The objective of this article is to investigate the relevance of a didactic sequence elaborated following the theoretical assumptions of the Cooperative Learning methodology, with the Quizlet Live interface, for teaching Thermodynamics in high school classes. We seek to answer the question: in what terms can the implementation of a didactic sequence make contributions to mobilize students to learn Physics? We justify the choice of this theme through the incipient production of teaching proposals that overlapping Cooperative Learning with Digital Information and Communication Technologies. The proposal had seem to be promising as it promoted active participation, the organization of thinking, the creation of spaces for discussion and sharing of knowledge among students.

Key words: Cooperative learning, Physics teaching, *Quizlet Live*

Introdução

Há entre os professores, especialmente de ciências, “uma sensação contínua de deterioração dos espaços educativos” (POZO *et al.*, 2006, p. 11). Em diferentes “[...] contextos de aprendizagem encontramos uma frustração constante, pois, embora a aprendizagem tenha melhorado em maior ou menor medida, aparentemente nos encontramos cada vez mais longe dos nossos objetivos” (POZO, 2016, p. 38). Pozo *et al.* (2006) argumentam que boa parte das dificuldades de aprendizagem dos estudantes é consequência da própria organização e estrutura das escolas, suas culturas de ensino e práticas escolares radicadas à resolução de exercícios e tarefas rotineiras, com pouco significado científico (POZO; CRESPO, 2009).

A persistência em manter uma estrutura escolar arraigada essencialmente à transmissão e recepção de conteúdo tem afetado o interesse e a relevância da ciência para os estudantes (SOUSA; GONÇALVES, 2022, p. 2), cuja postura natural, “em virtude do ensino recebido, é assumir posições de passividade esperando respostas prontas, ao invés de dá-las”. Conforme Pozo (2002, p. 16), “talvez a aprendizagem sempre tenha sido uma tarefa difícil, mas hoje temos uma maior consciência” (POZO, 2002, p. 16) dos seus fracassos e da necessidade de superá-los.

Duas décadas transcorridas após as citações referidas parecem não ter sido suficientes para que se perceba que “tal” consciência pressupõe reconhecer que, na sociedade da comunicação, a escola não é mais a principal fonte de informação disponível aos estudantes. Com a expansão e o acesso à internet, estes sequer precisam buscar pela informação, pois é ela que, em formatos quase sempre mais ágeis e atraentes, procura por eles (POZO; CRESPO, 2009). Para Ricardo (2010, p. 29) “as exigências do mundo moderno fazem com que a pertinência do que se ensina na escola e 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.

Esta perda de centralidade da escola como espaço primordial para a disseminação do conhecimento acadêmico se deu impreterivelmente pela “cada vez mais exigente demanda de novos conhecimentos, saberes e habilidades que propõe a seus cidadãos uma sociedade com ritmos de mudança muito acelerados, que exige continuamente novas aprendizagens” (POZO, 2002, p. 23), requerendo de estudantes e professores uma mentalidade digital “que pressupõe uma nova forma de ser e estar no mundo, de pensar a realidade com a qual, em grau maior ou menor devemos aprender a conviver” (POZO, 2016, p. 24).

Notadamente, há um descompasso entre as exigências da sociedade e os processos que a escola mobiliza em torno da aprendizagem (POZO, 2016). O ensino de ciências ainda é realizado sob a perspectiva da abordagem “tradicional”, como um processo de transmissão de “[...] uma coleção de fatos objetivos governados por leis [...]” (POZO; CRESPO, 2009, p. 20) subjacentes ao pensamento do cientista e manifestados pela própria natureza. Para Pozo (2016, p. 38) “talvez o problema não seja que não estamos avançando, e sim que o não fazendo na direção correta, seguimos modelos e práticas de aprendizagem que não são mais adequadas [...] devido as mudanças sociais e culturais” ora estabelecidas.

Ante ao exposto e considerando a crise instaurada nas últimas décadas no ensino de ciências e sua estreita relação com o método convencional de ensino centrado na transmissão/recepção de conteúdo, com consequências que abrangem desde o desinteresse pelas ciências até a falta de envolvimento dos estudantes (POZO; CRESPO, 2009; RICARDO, 2010), desenvolvemos e aplicamos uma sequência didática baseada nos pressupostos teóricos da metodologia da

aprendizagem cooperativa com o propósito de introduzir o conceito de máquinas térmicas com ênfase na relação calor-trabalho-energia e o princípio de conservação.

O objetivo desse artigo é investigar a pertinência de uma sequência didática, elaborada seguindo os pressupostos teóricos da metodologia da Aprendizagem Cooperativa, com a interface do *Quizlet Live*, para o ensino de Termodinâmica em turmas do ensino médio. Enquanto o ensino em pequenos grupos vem se consolidando como estratégia pedagógica capaz de melhorar o rendimento acadêmico, fortalecer as relações interpessoais e promover o ajustamento psicológico dos estudantes (SMITH *et al.*, 2005), as tecnologias digitais por meio da interatividade possibilitam, além de aproximá-los da sala de aula, fortalecer o nível de participação e interesse intrínseco pela escola (AKEY, 2006).

Akey (2006) pondera, ao dissertar acerca do engajamento dos estudantes, que se trata do envolvimento do aluno no trabalho escolar tanto no âmbito comportamental quanto atitudinal. Para ela os “alunos engajados buscam atividades, dentro e fora da sala de aula, que levem ao sucesso ou ao aprendizado. Eles também demonstram curiosidade, desejo de saber mais e emoções positivas” (AKEY, 2006, p. 6). Diante disso, orientamos a condução desse trabalho pela seguinte questão: em que termos a implementação de uma sequência didática pode suscitar contribuições para mobilizar estudantes a aprender Física?

A sequência didática que trata do ensino das Leis da Termodinâmica foi construída com os seguintes objetivos: (i) introduzir o conceito de máquinas térmicas com ênfase na relação calor, trabalho e energia a partir do princípio de conservação; (ii) compreender que existem restrições quanto ao sentido para o fluxo de calor entre dois sistemas térmicos, bem como um limite para a conversão de calor em trabalho e (iii) compreender a relação trabalho-energia aplicada ao funcionamento das máquinas térmicas e motores em geral.

Referencial Teórico

A aprendizagem cooperativa consiste em um exercício educacional realizado em pequenos grupos/células em que os estudantes trabalham juntos visando atingir um objetivo comum (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999; 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). Assim, uma atividade em grupo será cooperativa se, e somente se, estiverem presentes, a interdependência positiva, a interação face a face, as habilidades sociais, a responsabilidade individual e o processamento de grupo.

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 eles próprios, mas também para o restante da célula (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999, LOPES; SILVA, 2009; SOUSA; ATAÍDE, 2020). O compartilhamento de saberes pressupõe criação de espaços de interação entre os pares, sendo a **interação face a face** o “agente promotor da interdependência positiva, maximizando a oportunidade de os alunos atuarem como sujeitos da aprendizagem e do sucesso uns dos outros” (SOUSA; ATAÍDE, 2020, p. 398).

A interação entre os pares pode acarretar dispersão dos estudantes durante as atividades o que resultaria em comprometimento do processo de ensino. Para evitá-la deve-se estabelecer

responsabilidades para cada membro da célula mediante contrato pactuado por todos. Assim, 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; ATAIDE, 2020).

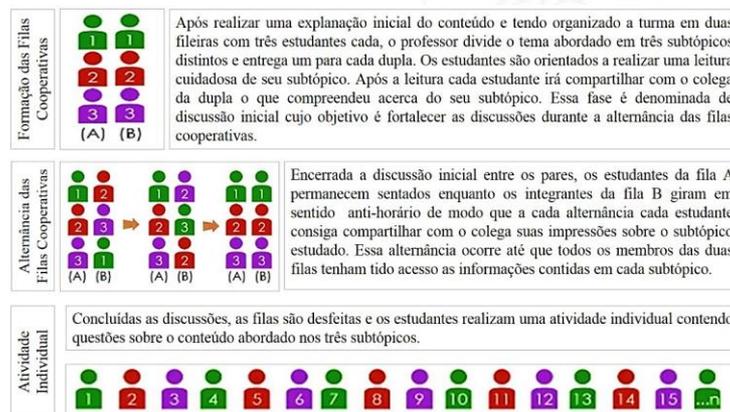
Visando a formação integral dos sujeitos e o bom andamento das atividades, os estudantes precisam elaborar o contrato de cooperação. Nele, além da função a ser cumprida e das responsabilidades assumidas, deve-se estabelecer as condutas esperadas pelos componentes das células, individualmente, e pela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

Por fim, o último elemento característico de uma atividade cooperativa é o **processamento de grupo**, que se configura como a oportunidade para que os estudantes possam autoavaliar-se como protagonistas das aprendizagens. Durante a autoavaliação mediada pelo professor, os estudantes identificam os comportamentos que contribuíram para a eficácia da equipe, bem como aqueles que precisam ser aprimorados estabelecendo compromissos com vistas a melhorar o trabalho do grupo (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999).

O Método da Fila Cooperativa

O método fila cooperativa (LOPES; SILVA, 2009) proporciona aos estudantes a oportunidade de construir e compartilhar aprendizagens sobre partes diferentes de uma mesma temática (MARQUES *et al.*, 2015). Para isso, o conteúdo de uma unidade temática é fragmentado em três subtemas com o intuito de promover a interação entre os pares das filas. A Figura 1 ilustra estrutura organizacional do método Fila Cooperativa.

Figura 1: Método cooperativo Fila Cooperativa



Fonte: Adaptado de Marques *et al.* (2015)

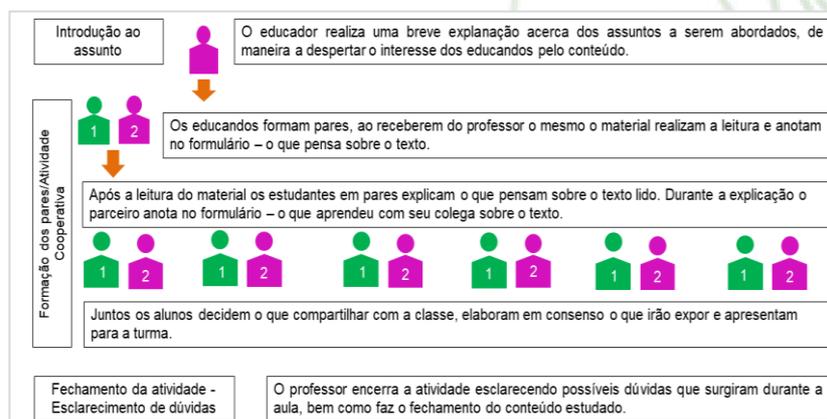
Antes de iniciar a aula, a sala deve ser organizada em filas duplas (A e B) com três pares de estudantes cada (Figura 1). O professor realiza uma breve explicação (entre 30 e 50% do tempo da aula) sobre o tópico a ser abordado, considerando os conceitos-chave e as devidas formulações, quando necessárias. Após a exposição, procede-se à leitura individual de cada subtópico e das anotações das informações importantes do texto. Concluída a leitura, os estudantes compartilham suas compreensões sobre o subtópico a ele designado ainda nas duplas base (E.g., A1B1). O objetivo desse momento é aprofundar as aprendizagens que serão compartilhadas com os colegas da fila na etapa seguinte (MARQUES *et al.*, 2015).

Por fim, os estudantes da fila A permanecem fixos, enquanto os da fila B se alternam formando novos pares iniciando um novo ciclo de debates. Terminado esse ciclo, o professor realiza o fechamento da aula, as filas são desfeitas e uma atividade individual deve ser proposta (MARQUES *et al.*, 2015).

O método *Think-Pair-Share* (Pensar-Formar pares-Partilhar)

O *Think-Pair-Share* é uma estratégia cooperativa que potencializa a participação, desenvolve o encorajamento e a capacidade de elaboração de respostas de nível superior, podendo ser utilizado em todos os níveis de ensino (CARVALHO, 2017). Pensar sobre as possíveis respostas a uma questão/tema com pelo menos um colega, aumenta o nível de participação e envolvimento dos estudantes na aprendizagem e na aula (LOPES; SILVA, 2009). Nessa estratégia, os estudantes são organizados em pequenos grupos. Sugerimos que se inicie pelas duplas, entretanto, cabe ao professor, a partir de critérios como: complexidade da atividade, nível de cooperação dos estudantes, tempo disponível para a realização da atividade, definir o tamanho dos grupos. A Figura 2 ilustra de forma esquemática o método *Think-Pair-Share*.

Figura 2: Representação esquemática do método *Think-Pair-Share*.



Fonte: Retirado de Sousa (2020)

Uma atividade com o TPS terá três etapas (CARVALHO, 2017): i) *Think*, os estudantes pensam sobre um problema/tema de forma independente, construindo suas próprias ideias/soluções registrando no formulário (com três colunas, T, P, S) a sua compreensão sobre o tema proposto; ii) *Pair*, os estudantes em pares compartilham suas opiniões sobre o tema abordado registrando no caderno/formulário o que compreendeu com a explicação do parceiro (o que meu parceiro pensa) e, iii) *Share*, os estudantes elaboram previamente um produto, suas considerações sobre a atividade proposta e, compartilham com a turma. Ressaltamos a importância da elaboração previa do contrato de cooperação, estabelecendo as responsabilidades pelas duplas para o cumprimento de cada etapa da atividade.

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). Segundo as autoras, a utilização dos recursos disponíveis na plataforma como o *Quizlet Live*, possibilitam alterar a dinâmica das aulas, deixando-as mais atrativas e interativas, favorecendo a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Assim, a plataforma é um recurso potencializador da interdependência positiva, ao promover interação mútua para o

cumprimento de uma tarefa. Nesta sequência o objetivo do *Quizlet* é fomentar o engajamento entre pares, o compartilhamento de saberes e aprendizagens.

O *Quizlet*, dispõe de uma série de recursos que podem ser utilizados para dinamizar as aulas tais como o *Quizlet Live* clássico. Nesta opção, o professor pode realizar uma atividade individual “jogadores individuais” ou em grupo “aleatórias”. No item “aleatórias” a plataforma organiza a distribuição dos estudantes em equipes aleatoriamente. Ao clicar nesta opção surgirá a pergunta: “como você deseja jogar?”. Indicamos que se dê preferência pelo item “termo e definição” para que itens sejam organizados a partir dos termos e das definições criadas previamente pelo professor.

Na sequência o professor irá definir a quantidade de estudantes por equipe clicando no botão opções (Figura 3). Tendo em vista a quantidade de alternativas para cada item gerada automaticamente pela plataforma, deve-se considerar, ao criar as atividades, que o número de termos elaborados pelo professor seja sempre par e múltiplo de quatro.

O acesso dos estudantes à plataforma pode ser feito de três formas: mediante o endereço eletrônico <https://quizlet.com/live> ou aplicativo Android/IOS, utilizando um código de acesso, via *QR code* na página da atividade ou através de link disponibilizado pelo professor em alguma rede social utilizada pelos discentes. A Figura 3 abaixo apresenta a tela inicial do *Quizlet Live* clássico com as possibilidades de acesso para os estudantes.

Figura 3: Página principal do *Quizlet Live* para organização das equipes.



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

Com os estudantes em sala, a liberação da atividade ocorre após o professor clicar no botão “criar jogo” (Figura 3). Nesse momento, a plataforma fará organização dos estudantes aleatoriamente. Deve-se esclarecer que em cada dispositivo conectado, aparecerá o nome da equipe (nome de um animal) e dos seus componentes. Deve-se orientar os estudantes para que circulem pelo espaço físico da sala de aula a fim identificar quem são os membros do seu grupo para iniciar a atividade. Ressalta-se que cada membro do grupo terá acesso ao mesmo enunciado/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 componente do grupo.

Metodologia

Esta investigação, de natureza qualitativa, foi realizada no contexto de uma escola pública do estado do Ceará em fevereiro de 2022. Participaram da pesquisa 36 estudantes de uma turma da 3ª série do ensino médio. Para a recolha das informações, recorreremos à observação participante e à gravação em áudio das discussões nas células de estudos 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 2ª 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
1ª Encontro 2 aulas	1ª Lei da Termodinâmica	1. Exposição oral e dialogada: 1ª Lei da Termodinâmica (45 minutos) - <i>Vascak.cz</i> (https://tinyurl.com/b27phu6x . Acesso em: 03 de out. 2022.) - PheT (https://tinyurl.com/3cxjc49s . Acesso em: 03 de out. 2022.)
		2. Atividade Cooperativa – Fila Cooperativa (Orientações 5 minutos) - Leitura dos textos (15 minutos) - Discussão inicial – dupla base (5 minutos) - Alternância das filas (15 minutos) - Atividade Individual (25 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	1. Exposição oral e dialogada: 2ª Lei da Termodinâmica (35 minutos) - <i>Vascak.cz</i> (https://tinyurl.com/b27phu6x . Acesso em: 03 de out. 2022.) - PheT (https://tinyurl.com/3cxjc49s . Acesso em: 03 de out. 2022.)
		2. Atividade Cooperativa: Think-Pair-Share (Orientações 5 minutos) - Leitura dos textos (15 minutos) - <i>Think</i> (5 min), <i>Pair</i> (10 min) <i>Share</i> (1 min para cada dupla, 30 min)
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 <i>Whatsapp</i> (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 utilizado	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: Elaboração própria (2022)

Resultados e Discussões

Conforme mencionamos anteriormente a proposta de ensino foi elaborada e aplicada em oito aulas de cinquenta minutos cada, distribuídas em quatro encontros de duas aulas. Neste subtópico apresentaremos a sequência ou encadeamento das atividades realizadas e suas contribuições quanto à participação e o envolvimento dos estudantes para aprender Física.

O princípio de conservação de energia e a Primeira 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 da cooperação e do envolvimento nas atividades. Em seguida, com o recurso do projetor de *Slides* e do computador, iniciamos o momento de exposição apresentando algumas formas de energia, priorizando aquelas relacionadas ao contexto dos estudantes, ressaltando em cada uma delas a ideia de transformação e de conservação. Para introduzirmos à temática da 1ª Lei da Termodinâmica e fomentar a participação dos alunos algumas questões foram propostas: o que acontece com as moléculas de uma substância quando aquecida? Calor e temperatura são sinônimos? A frase “estou com calor” do ponto de vista científico está correta?

A discussão inicial foi fundamental para a consolidação dos conceitos de calor e temperatura. A partir das respostas obtidas um amplo debate foi gerado em torno da temática, possibilitando a reformulação dos conhecimentos alternativos dos estudantes em termos científicos (POZO; CRESPO, 2009). A partir desse momento criou-se uma abertura para introduzirmos a temática da 1ª Lei da Termodinâmica e a relação calor-trabalho-energia com o princípio de conservação.

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

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

A segunda etapa da aula, a primeira atividade cooperativa, foi realizada em três momentos, com a implementação do método cooperativo fila cooperativa. O primeiro momento consistiu na 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 conversão¹ e, Primeira Lei da Termodinâmica: contexto histórico e energia².

A leitura dos textos propostos possibilitou aos alunos confrontarem-se com diferentes perspectivas acerca da natureza do calor e suas aplicações práticas, o que permitiu-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), bem como para estreitar a relação entre a teoria e a realidade de uma ciência cuja construção ocorre através de modelos, aproximações do mundo real (RICARDO, 2010).

Após a leitura, iniciamos o segundo momento da atividade com a discussão dos textos nas

¹ 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.

² Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/39583147/primeira-lei-da-termodinamica>>. Acesso em 03 out. de 2022.

duplas base (Figura 1), preparando-os para o passo seguinte, o compartilhamento do conhecimento adquirido, com os colegas da mesma fila que participaram da atividade lendo textos distintos. O objetivo desse momento foi proporcionar aos estudantes acesso às informações contidas nos textos lidos pelas outras duplas da fila. O fechamento da aula ocorreu com o terceiro momento da atividade, em que as duplas foram desfeitas e uma atividade individual englobando os conceitos centrais do tema abordado foi aplicada. Essa etapa da atividade nos possibilitou identificar possíveis desvios conceituais, bem como obter elementos para orientar as atividades propostas para o segundo encontro.

Quizlet Live e a primeira 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. A ênfase desse momento esteve na participação ativa dos estudantes nas discussões. 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 alguns itens, porém, ressaltamos a importância de se criar espaços para que os estudantes possam participar ativamente da atividade, sendo-lhes dado tempo para se debruçar sobre as questões. Enquanto eles trabalhavam em suas células, monitorávamos a execução da atividade dando e recebendo feedbacks individuais e coletivos.

A terceira e última etapa da aula consistiu na segunda atividade cooperativa com a interface do *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 meta a ser cumprida pelas equipes. Para o acesso dos estudantes à atividade, ou sala de aula virtual, demos preferência pelo envio do 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.

Com os estudantes em sala virtual, chegou o momento de configurarmos a plataforma para a organização das equipes (quatro membros). Feito isto, 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 e começar a atividade. Em cada dispositivo conectado, incluindo o do professor, a plataforma apresenta o nome da equipe e o nome dos membros que a compõem. Deixamos claro, nesse momento, que cada membro da equipe teria acesso à mesma questão, entretanto, a resposta correta constaria em apenas um equipamento por equipe. Nosso intuito com isso foi desenvolver nos discentes a capacidade de interagir entre si, concretizando-se, assim, um dos elementos essenciais da aprendizagem cooperativa, a interdependência positiva.

Segundo Akey (2006), alguns fatores são primordiais para que os alunos possam se engajar nas atividades propostas pelo professor. Para a autora, 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 metodologia da aprendizagem cooperativa.

Segunda 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 apresentador de *slides* e do computador, demos início à segunda etapa da aula problematizando a 2ª Lei da Termodinâmica. Segue algumas questões que foram utilizadas com o fim de suscitar a participação dos estudantes: 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 falha em estabelecer o sentido/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 regra que governa as transformações de energia na natureza, a 2ª Lei da Termodinâmica, que impõe um limite e um sentido para a conversão de energia cuja ocorrência não se dá de forma espontânea, sendo o fluxo de calor um processo irreversível que ocorre sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

Na terceira etapa da aula, organizada em três momentos, realizamos a terceira atividade cooperativa com o método *Think-Pair-Share*. Para essa atividade a sala foi organizada em duplas e utilizamos um fragmento do texto Sadi Carnot: caminhos para o enunciado da segunda Lei da Termodinâmica³. Além do texto, os estudantes receberam um formulário com três colunas (TPS) para as anotações solicitadas. No primeiro momento da atividade os estudantes fizeram a leitura individual do material e registraram na coluna “*Think*” o que pensavam sobre ele. No segundo momento, cada estudante dispôs de dois minutos para compartilhar suas compreensões acerca do texto. Durante o compartilhamento das aprendizagens cada estudante anotava na coluna “*Pair*” sua nova compreensão do texto a partir da explicação do colega.

Por fim o terceiro momento da atividade consistiu na elaboração de um produto que foi apresentado à turma. O consenso da dupla foi registrado na terceira coluna do formulário, “*Share*”, o que compartilhamos com a classe. É imprescindível que o professor construa um contrato de cooperação com os estudantes antes de iniciar a atividade para que cada membro da dupla se comprometa com a sua aprendizagem e a aprendizagem do colega. A atividade prosseguiu com as duplas expondo para a classe suas compreensões sobre o material analisado. Salientamos, conforme Akey (2006), que estudantes engajados estão predispostos a se envolver em atividades que levem ao sucesso e ao aprendizado, tanto dentro como fora da sala de aula, demonstrando curiosidade e desejo por saber mais, apresentando respostas “emocionais positivas” em relação à aprendizagem e à escola.

Encerrando a unidade didática

³ 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.

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 ferramenta *Quizlet Live*.

A última etapa dessa atividade, a atividade cooperativa, foi realizada utilizando-se o *Quizlet Live* e foram seguidas as mesmas orientações descritas no segundo encontro. Por se tratar de uma atividade com um grau de complexidade maior, foi necessário assessorar e monitorar a realização da tarefa com maior afinco, observando aqueles grupos com mais dificuldades, fazendo perguntas mobilizadoras e oferecendo suporte à superação de possíveis obstáculos. Akey (2006) pondera que quando os estudantes têm a oportunidade de pensar juntos, são mais receptivos às atividades desafiadoras e, portanto, se engajam mais intensamente nas tarefas. Para a autora, com a qual concordamos, “os alunos gostam de aprender mais e 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.

Considerações Finais

A aprendizagem, *per se*, é um processo lento de construção e de transformação daquilo que se aprende, sobretudo de quem o aprende. Nesse sentido, não se trata de um ato que se encerra com o encerramento de uma única atividade, nem tampouco se reduz a um momento específico do curso de uma vida. Isto posto, e considerando ainda que a aprendizagem é um fenômeno individual que se dá na interação/coletividade, alertamos que a aplicação de uma sequência didática, como evento pontual, não suscitará contribuição para superar a crise ou deterioração do ensino de ciências antes mencionada. Diante disso, entendemos que ressignificar o ensino de ciências configura-se como um dos grandes desafios para os professores e, principalmente, para os cursos de formação de professores, cuja necessidade urgente, ao nosso ver, consiste em compreender que a formação docente se materializa num constante vir a ser que se delinea 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/recepção de conteúdo, com pouca ou nenhuma participação dos estudantes, além de potencializar a aprendizagem individual e coletiva. Pontuamos que surgiram várias dificuldades durante o desenvolvimento atividades, entretanto, ponderamos que o planejamento antecipado das atividades e a construção de parceria com outros educadores foram fundamentais para que estes obstáculos fossem contornados e as atividades acontecessem a contento.

Referências

AKEY, T. M. School Context, Student Attitudes and Behavior, and Academic Achievement: An Exploratory Analysis. **MDRC**, p. 1-52, 2006.

CARVALHO, J. M. N. Uma nova experiência pedagógica: utilização da estratégia Think-Pair-Share em estudantes do curso de licenciatura em enfermagem. **Indagatio Didactica**, v. 9, n. 1, p. 63-74, jan. 2017.

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.

MARQUES, S. P. D. *et al.* Aprendizagem cooperativa como estratégia no aprendizado de química no ensino médio. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 4, p. 57-66, 2015.

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.

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.

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