



UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA O CONTEÚDO LEIS DA TERMODINÂMICA COM A INTERFACE DA APRENDIZAGEM COOPERATIVA

Francisco Ivanildo de Sousa¹
Ana Raquel Pereira de Ataíde²

RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de sequência didática de ensino elaborada a partir dos métodos cooperativos Fila Cooperativa, Método dos Pares e Teste Cooperativo tendo em vista os supostos metodológicos da Aprendizagem cooperativa. Esta metodologia de ensino em pequenos grupos vem se consolidando como uma estratégia pedagógica capaz de melhorar o rendimento acadêmico dos estudantes, fortalecer as relações interpessoais e promover o ajustamento psicológico. Esta sequência didática foi elaborada para ser desenvolvida em 6 aulas de 50 minutos, sendo composta por três atividades que objetivam: (i) introduzir o conceito de máquinas térmicas com ênfase na relação calor, trabalho, energia e o princípio de conservação de energia; (ii) compreender a relação trabalho-energia tendo em vista a funcionamento das máquinas térmicas e, (iii) compreender que nenhuma máquina térmica operando em ciclo é capaz de converter integralmente calor em trabalho. Podemos justificar a escolha da temática pela sua importância prática em diferentes áreas da indústria, bem como pela escassez de propostas de pedagógicas voltadas para o Ensino Médio ancoradas na aprendizagem cooperativa.

Palavras-chave: Aprendizagem Cooperativa. Metodologia Ativa. Ensino de Física. Leis da Termodinâmica

INTRODUÇÃO

Para Sousa e Ataíde (2019a) os sujeitos cooperam porque reconhecem os benefícios advindos do compartilhamento de esforços e conhecimento. Essa necessidade de cooperação perpassa todos os âmbitos da vida em sociedade. Seja no trabalho, na escola ou nas relações interpessoais busca-se o estabelecimento de relações de interdependência positiva.

Para Monereo e Gisbert (2005) o processo-ensino aprendizagem quando compreendido sob a perspectiva da interação - concepção construtivista - exige do professor repensar e estrutura estratégias para que os estudantes interajam na sala de aula. Assim, pensar o ensino como um processo baseado apenas na transmissão e recepção de conteúdo implica limitar toda a ação pedagógica do professor à exposição e assim ignorar o conhecimento prévio dos

¹Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, pfivanildosousa@gmail.com;

²Professor orientador: Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências/UFBA/UEFS-BA, arpataide@yahoo.com.br.



estudantes, inibir a participação com seus pares e com o docente, inviabilizar a criação de espaços de discussão para a partilha de conhecimento. Por outro lado, a cooperação quando promovida e mediada pelo professor permite ao estudante colocar-se como principal responsável pela construção do seu próprio conhecimento (SOUSA; ATAIDE, 2019b).

Segundo La Taille (1992, p. 19) “[...] a cooperação pressupõe a coordenação das operações de dois ou mais sujeitos. [...] é o tipo de relação interindividual que representa o mais alto nível de socialização”. Interagir frente a frente demanda respostas, requer um comportamento atento e oportuniza que os alunos se engajem em conversas substantivas e de alta qualidade (COHEN; LOTAN, 2017). Assim, quando estruturada cuidadosamente a aprendizagem cooperativa permite aos alunos interagirem, compartilharem informações e serem avaliados de forma individual e coletiva (SOUSA; ATAIDE, 2019a).

Considerando a forte ênfase que muitos docentes atribuem às formulações matemáticas em detrimento dos aspectos conceituais (POZO; CRESPO, 2009) e suas correlações com dia a dia do estudante, elaboramos, uma sequência didática composta por três atividades desenvolvidas a partir dos métodos cooperativos fila cooperativa, método dos pares e teste cooperativo com o objetivo de auxiliar professores na aplicação da metodologia da aprendizagem cooperativa como estratégia metodológica de ensino na disciplina de Física

REFERENCIAL TEÓRICO

A aprendizagem cooperativa pode ser compreendida de acordo com Campos et al. (2003, p. 26) como “uma técnica ou proposta pedagógica na qual os estudantes ajudam-se no processo de aprendizagem atuando como parceiros entre si [...]”. Conforme Johnson, Johnson e Holubec (1999) a aprendizagem cooperativa consiste em um exercício educacional realizado em pequenos grupos em que os estudantes trabalham juntos visando atingir um objetivo comum (LOPES; SILVA, 2009), orientados por atividades intencionalmente elaboradas e claramente designadas (SOUSA; ATAIDE, 2019a).

Dessa forma, não basta organizar os estudantes em pequenos grupos e solicitar que trabalhem juntos sem antes estruturar a cooperação, o diálogo e a participação nos grupos (LOPES; SILVA, 2009; SOUSA; ATAIDE, 2019a). Uma atividade em grupo adquirirá contornos de um trabalho cooperativo quando estiverem presentes os cinco elementos básicos da cooperação. Conforme Johnson, Johnson e Holubec (1999) e Sousa e Ataíde (2019a), são eles: a interdependência positiva, a responsabilidade individual, a interação promotora, as competências sociais e o processamento de grupo.



A **interdependência positiva** garante que todos os membros do grupo tenham consciência de que o êxito na realização de uma atividade só poderá ocorrer se todos concluírem a tarefa com sucesso (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999, LOPES; SILVA, 2009; SOUSA; ATAIDE, 2019b). A **responsabilidade individual** consiste em que cada estudante se comprometa com sua aprendizagem e a aprendizagem dos demais componentes da célula, bem como no cumprimento da função designada (LOPES; SILVA, 2009; SOUSA; ATAIDE, 2019b). A **Interação promotora** “atua como agente promotor da interdependência positiva, maximizando a oportunidade de os alunos atuarem como sujeitos da aprendizagem e do sucesso uns dos outros” (SOUSA; ATAIDE, 2019b, p. 3).

As **habilidades sociais** garantem um maior nível de cooperação entre os alunos (SOUSA; ATAIDE, 2019b) e uma maior atenção para com os professores e o **processamento de grupo** configura-se como a oportunidade para que os estudantes possam autoavaliar-se enquanto protagonistas das aprendizagens, identificando os comportamentos que não contribuíram para a eficácia da equipe e estabelecendo compromissos poderão ser feitos para melhorar o trabalho do grupo (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999; SOUSA; ATAIDE, 2019a).

O Método da Fila Cooperativa

De acordo com Marques et al. (2015) o método da fila cooperativa busca proporcionar aos estudantes a oportunidade de construir e compartilhar justificativas sobre tópicos distintos de um mesmo tema. Para isso, o conteúdo a ser trabalhado deve ser fragmentado com o intuito de promover a interação face a face entre os pares. Nesta dinâmica de estudo são formadas duas filas (A e B) com três estudantes cada (estudante E1,1, E2,2 e E3,3). O professor ao definir a temática a ser abordada fragmenta o conteúdo em três subtópicos diferentes e distribui um tópico para cada par.

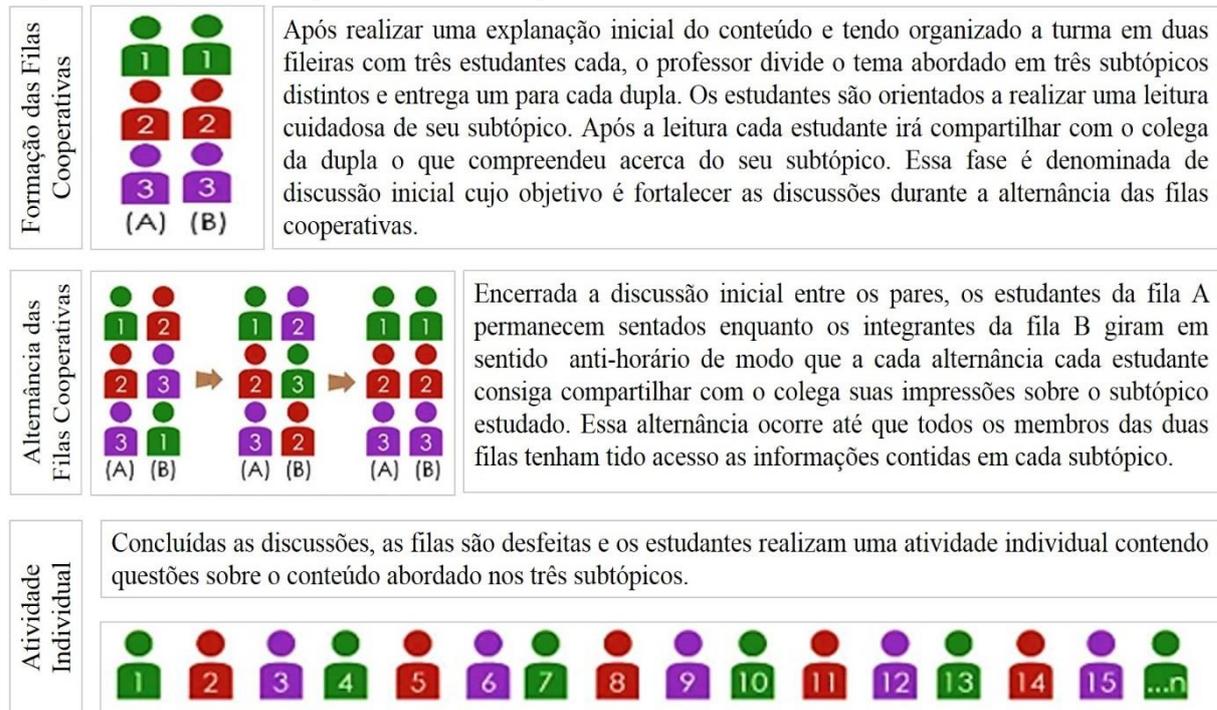
Após uma breve explanação do professor os estudantes realizam a leitura individual de seu tópico e anotam as informações que julgarem mais importantes. Em seguida com a orientação do professor iniciam a discussão acerca do conteúdo estudado. Cada componente da dupla deve explicar para o companheiro a sua compreensão sobre o tópico estudado.

Após a discussão inicial entre os pares os estudantes da fila A permanecem fixos enquanto os estudantes da fila B se alternam até que o ciclo esteja completo. Encerrada as discussões o professor realiza o fechamento da aula, as filas são desfeitas e uma atividade



individual contemplando a temática abordada deve ser proposta (MARQUES et al., 2015). A Figura 1 ilustra a dinâmica utilizada para realização de uma atividade elaborada para ser desenvolvida utilizando o método cooperativo Fila Cooperativa.

Figura 1 – Método cooperativo Fila Cooperativa



Fonte: Adaptado de Marques et al. (2015)

O Método dos Pares

Conforme Marques et al. (2015) o método dos pares consiste na formação de células cooperativas com dois estudantes. O professor ao definir a temática a ser abordada fragmenta o conteúdo em dois subtópicos distintos e distribui um tópico para cada estudante.

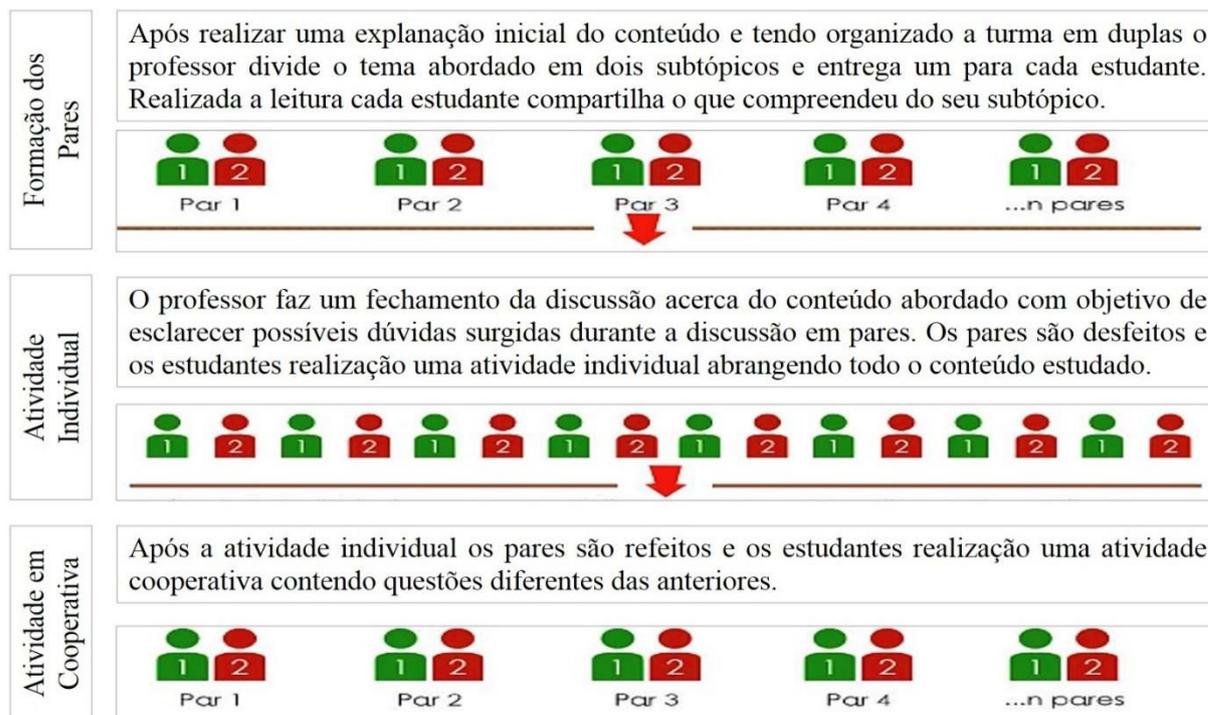
O professor realiza uma breve explanação oral acerca do conteúdo referente a aula em curso. Em seguida os estudantes realizam a leitura individual de seu tópico e anotam as informações mais significativas acerca da temática. Orientados pelo professor cada membro da dupla deve explicar para o parceiro da dupla o que compreendeu sobre o subtópico estudado. Após as discussões o professor efetua o fechamento da aula esclarecendo possíveis dúvidas ou equívocos provenientes das discussões em grupo (MARQUES et al., 2015).

Encerradas as discussões as duplas são desfeitas e cada estudante realiza uma atividade individual sobre a temática abordada nos grupos cooperativos. Após atividade individual os pares são refeitos e os estudantes realizam uma nova atividade de forma cooperativa “com



questões diferentes das iniciais, porém contendo os mesmos assuntos abordados, sendo esta avaliação o critério de sucesso desta atividade” (MARQUES et al., 2015, p. 60). A Figura 2 é uma ilustração das etapas que devem ser seguidas na aplicação do Método dos Pares.

Figura 2 – Estratégia cooperativa Método dos Pares



Fonte: Adaptado de Marques et al. (2015)

O Método Teste Cooperativo

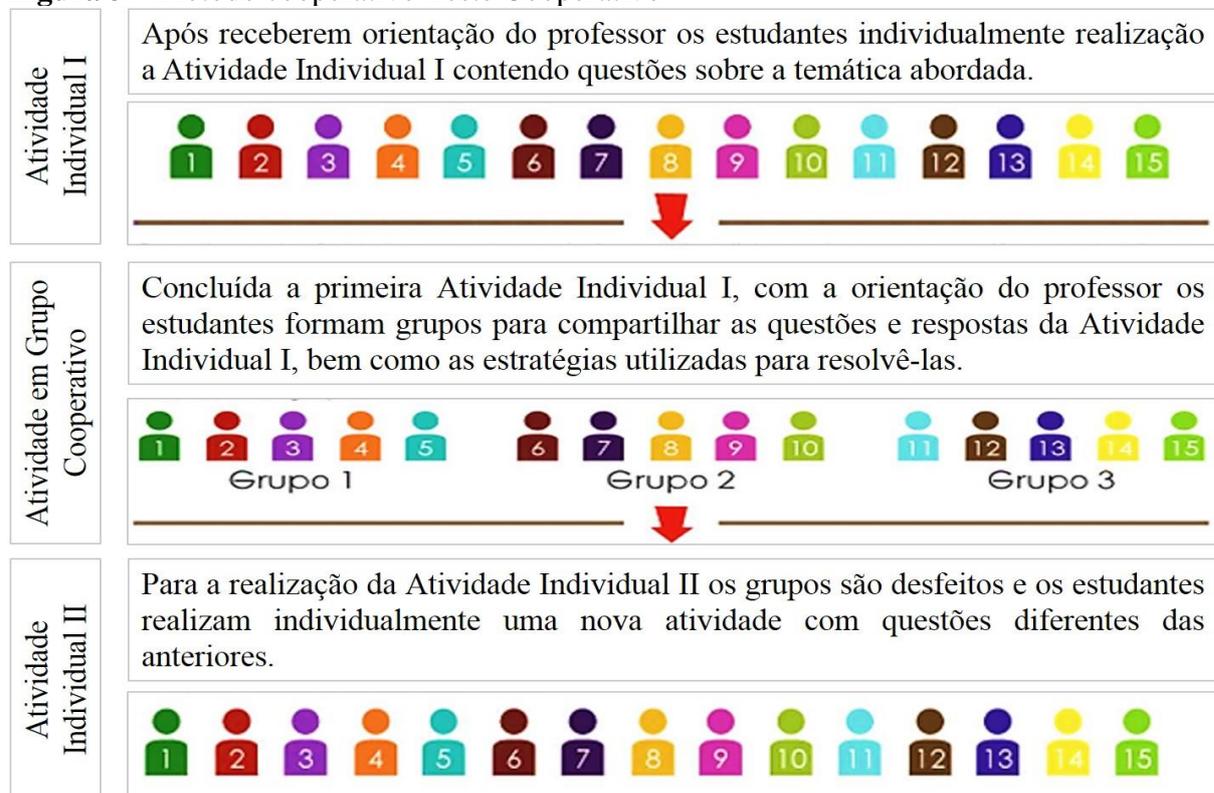
Para Marques et al. (2015, p. 60) “o método do teste cooperativo consiste numa técnica em que a importância do trabalho em grupo é enaltecida a cada etapa que o método é desenvolvido”. Encerradas as discussões acerca da temática estabelecida pelo professor os estudantes passarão por três etapas de teste para consolidação dos conceitos abordados.

O primeiro teste os estudantes executam individualmente. Cada estudante deve resolver um bloco de questões propostas pelo professor e em seguida entregar o gabarito ao professor. Em seguida os estudantes formam duplas onde devem discutir as questões resolvidas anteriormente e entregar novo gabarito ao professor. Por fim, o professor realiza o fechamento da aula com vistas a esclarecer possíveis dúvidas e preparar os estudantes para a última etapa da atividade que consistirá na realização de um teste individual com questões diferentes das discutidas anteriormente. Após o segundo teste individual o gabarito deve ser entregue ao professor. Este gabarito servirá como parâmetro afim de perceber a evolução conceitual e a



consolidação do conteúdo abordado. A Figura 3 mostra os elementos presentes no método cooperativo Teste Cooperativo.

Figura 3 – Método cooperativo Teste Cooperativo



Fonte: Adaptado de Marques et al. (2015)

METODOLOGIA

Esta sequência didática foi elaborada para ser desenvolvida em 6 aulas de 50 minutos, sendo composta por três atividades baseadas na metodologia da aprendizagem cooperativa tendo por como objetivos: (i) introduzir o conceito de máquinas térmicas com ênfase da relação calor, trabalho e energia; (ii) compreender a relação trabalho-energia tendo em vista o funcionamento das máquinas térmicas e, (iii) compreender que nenhuma máquina térmica operando em ciclo é capaz de converter integralmente calor em trabalho. Podemos justificar a escolha da temática pela sua importância prática em diferentes áreas da indústria, quer seja no impulsionamento dado à revolução industrial, quer seja no desenvolvimento e aprimoramento dos mais diversos veículos de locomoção, bem como pela escassez de propostas de ensino voltadas para o Ensino Médio mesmo diante do fato de envolver aspectos que podem despertar o interesse de estudantes do desse nível de ensino. No Quadro 1 consta o público alvo, a quantidade de aulas, os conteúdos abordados e os recursos utilizados.

Quadro 1 – Público alvo, número de aulas, conteúdos abordados e recursos utilizados

Público Alvo	<ul style="list-style-type: none"> Estudantes da 2ª série do Ensino Médio.
Número de aulas	<ul style="list-style-type: none"> 6 aulas de 50 minutos.
Conteúdos abordados	<ul style="list-style-type: none"> 1ª Lei da Termodinâmica 2ª Lei da Termodinâmica
Recursos de ensino	<ul style="list-style-type: none"> Projektor de multimídia, notebook, Power point; Software PheT, para simulação do experimento; Textos sobre a temática; Feedback do processo a partir do monitoramento das atividades desenvolvidas pelos estudantes ao longo da implementação das atividades.

Fonte: Elaboração própria (2020)

No Quadro 2 consta a estrutura da aula com apresentação da atividade proposta, a temática a ser discutida em cada momento e o número de aulas para cada encontro.

Quadro 2 – Apresentação do conteúdo, temática e número de aulas.

Atividade	Temática a ser discutida	Nº de aulas
1ª Lei da Termodinâmica	1. Exposição oral do professor – 1ª Lei da termodinâmica. Duração da atividade: 25 minutos	2 Aulas
	1ª Atividade Cooperativa – Fila Cooperativa 2. Contrato de cooperação (2 minutos) 3. Orientações para a atividade (3 minutos) 4. Leitura dos textos: Texto 1 - As máquinas térmicas, a Revolução Industrial e o conceito de energia, Texto 2 - A Força como princípio unificador e a quantificação do fator de conversão e Texto 3 - Primeira Lei da Termodinâmica (15 minutos) 5. Discussão inicial dos textos (5 minutos) 6. Alternância das filas (15 minutos) 7. Teste Individual (30 minutos) Duração da atividade: 70 minutos	
	8. Encerramento do primeiro encontro – processamento de grupo Duração da atividade: 5 minutos	
2ª Lei da Termodinâmica	1. Retomar as discussões da aula anterior para introduzir a temática da 2ª Lei da Termodinâmica Duração da atividade: 10 minutos	2 Aulas
	2. Problematização para a apropriação de conceitos relativos a 2ª Lei da Termodinâmica. Duração da atividade: 20 minutos	
	2ª Atividade Cooperativa – Método dos pares 1. Contrato de cooperação (2 minutos) 2. Orientações para a atividade (3 minutos) 3. Leitura dos textos (Texto 1 - Sadi Carnot. Caminhos para o enunciado da Segunda Lei da Termodinâmica – parte 1 e Texto 2 - Sadi Carnot. Caminhos para o enunciado da Segunda Lei da Termodinâmica – parte 2). (15 minutos) 4. Discussão do texto entre os pares (5 minutos) 5. Teste individual (20 minutos) 6. Teste em pares (20 minutos)	

	Duração da atividade: 65 minutos	
	7. Encerramento do segundo encontro – processamento de grupo Duração da atividade: 5 minutos	
Encerramento da unidade didática	1. Fechamento das discussões acerca da 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica. Duração da atividade: 20 minutos	2 Aulas
	3ª Atividade Cooperativa 1. Teste individual 1 (25 minutos) 2. Teste cooperativo (25 minutos) 3. Teste individual 2 (25 minutos) Duração da atividade: 75 minutos	
	4. Encerramento do terceiro encontro – processamento de grupo Duração da atividade: 5 minutos	

Fonte: Elaboração própria (2020)

Descrição da sequência de atividades

Conforme mencionamos anteriormente a proposta de ensino foi elaborada para ser aplicada em seis aulas de cinquenta minutos cada, distribuídas em três encontros de duas aulas. Neste subtópico descrevemos a sequência com que as atividades propostas devem para a execução da proposta.

O primeiro encontro: a primeira lei da termodinâmica e o princípio de conservação da energia

O professor (a) deve iniciar o primeiro encontro orientando os estudantes quanto aos objetivos da atividade e a temática a ser abordada. Neste momento deve-se ressaltar a importância da cooperação e envolvimento dos mesmos nas atividades. Com o recurso do projetor multimídia e do computador dar-se-á início a uma breve discussão acerca de algumas formas de energia tendo em vista o princípio de conservação. Em seguida passa-se à etapa de questionamentos onde os estudantes serão instigados a pensar sobre alguns problemas acerca da temática Leis da Termodinâmica.

Encerada a discussão inicial dá-se início a primeira atividade cooperativa (método da fila cooperativa) que deve ser realizada a partir da leitura e discussão dos textos (As máquinas térmicas, a Revolução Industrial e o conceito de energia³; A Força como princípio unificador e

³ Brito et al. História da física no século XIX: discutindo natureza da ciência e suas implicações para o ensino de física em sala de aula. Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 214-231, jul-dez 2014.



a quantificação do fator de conversão⁴ e, Primeira Lei da Termodinâmica: Contexto histórico e energia⁵). Para isso, a turma deve estar devidamente orientada quanto à metodologia a ser utilizada e organizada em células com seis componentes dispostos em duas filas com três estudantes (E1,1; E2,2 e E3,3) cada. Assim, nos grupos base os alunos dispuseram de dez minutos para leitura dos textos.

A atividade prossegue com a alternância das filas, momento em que os estudantes poderão compartilhar com os colegas suas impressões e compreensões sobre o texto lido. Para encerrar as atividades do primeiro encontro os estudantes deverão ser submetidos a um teste individual englobando o conteúdo abordado até o momento. Após o teste individual realiza-se o processamento de grupo elemento essencial da aprendizagem cooperativa para a avaliação do processo ensino-aprendizagem.

O segundo encontro: a segunda lei da termodinâmica e o sentido para a conversão calor-trabalho-energia

O segundo encontro terá início com a retomada das discussões principiadas na aula anterior acerca da primeira lei da termodinâmica. Nesse momento deve-se dar ênfase a participação ativa dos estudantes nas discussões.

Encerradas as discussões iniciais dar-se-á início a problematização acerca da temática da segunda lei da termodinâmica. Como forma de instigar os estudantes durante as discussões deve-se recorrer a algumas situações problema concernentes a segunda Lei da Termodinâmica, tais como: é possível construir uma máquina térmica que converta integralmente calor em trabalho?; se só uma parte do calor foi convertido em trabalho em uma máquina térmica, para onde foi o resto? e, como sabemos o quanto pode render uma máquina térmica?

A segunda atividade cooperativa será viabilizada através da estratégia cooperativa método dos pares. Nesse método cooperativo o tema de estudo deve ser fragmento em dois subtemas distintos para que os estudantes em células possam interagir mutuamente e assim contribuir com a aprendizagem dos colegas. Para essa atividade que trata da segunda lei da termodinâmica serão utilizados dois fragmentos do texto *Sadi Carnot: Caminhos para o*

⁴ _____ História da física no século XIX: discutindo natureza da ciência e suas implicações para o ensino de física em sala de aula. Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 214-231, jul-dez 2014.

⁵ Disponível em: < <https://www.passeidireto.com/arquivo/39583147/primeira-lei-da-termodinamica>>. Acessado em 21 de março de 2019



enunciado da Segunda Lei da Termodinâmica⁶. Após a leitura individual do texto cada estudante disporá de dois minutos para discutir com o colega de célula a temática abordada em cada subtópico.

Encerrada as discussões nos grupos desfaz-se os pares e os estudantes serão submetidos a um teste individual com questões de múltipla escolha que deve ser resolvido e entregue ao professor.

Após a conclusão do teste individual os pares serão refeitos e os estudantes realizam a segunda atividade cooperativa (método dos pares) que consiste na aplicação do teste cooperativo com questões de múltipla escolha elaborado a partir da temática segunda lei da termodinâmica. O teste cooperativo objetiva consolidar das discussões concernentes ao conteúdo estudado, bem como a preparar os estudantes para o próximo encontro de encerramento da unidade didática. Ao final da atividade deve ser realizado o processamento de grupo com os estudantes.

O terceiro encontro: encerramento da unidade didática leis da termodinâmica

Para encerramento da unidade didática leis da termodinâmica, no terceiro encontro o professor deve iniciar as atividades fazendo uma discussão geral acerca das temáticas abordadas nos encontros anteriores com o objetivo de mobilizar os estudantes para as etapas seguintes da terceira atividade cooperativa (método teste cooperativo).

Encerrado esse momento mediado pelo professor os pares serão desfeitos e o estudantes resolverão individualmente um teste (atividade individual I) contendo questões de múltipla escolha abrangendo todo o conteúdo explorado até o momento. Concluída a primeira atividade individual cada estudante entregará o gabarito ao professor.

Em seguida os estudantes serão organizados em pares para resolverem cooperativamente as mesmas questões contempladas na atividade individual I. Após as discussões um novo gabarito será gerado e entregue ao professor. Este gabarito poderá ser utilizado pelo professor posteriormente para confrontar as respostas obtidas nas duas atividades e assim identificar, o nível de aquisição conceitual dos estudantes e as potencialidades das discussões em grupo.

⁶ PASCOAL, A. S. A evolução histórica da máquina térmica de Carnot como proposta para o ensino da segunda lei da termodinâmica. (Dissertação de mestrado). Campina Grande, agosto de 2016.



Por fim, os pares são desfeitos e os estudantes realizando a segunda atividade individual (atividade individual II) também com questões de múltiplas escolhas, porém diferentes das questões utilizadas anteriormente. As atividades serão concluídas com o processamento de grupo – com o intuito de avaliar a forma como as atividades foram desenvolvidas e quais as impressões de cada estudante acerca da sua participação enquanto agente ativo na construção do próprio conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Salientamos que aprendizagem cooperativa pode ser utilizada com sucesso em qualquer disciplina ou área do conhecimento, seja na educação básica ou superior e que sua aplicação acarreta benefícios acadêmicos, sociais e psicológicos, além dos aspectos motivacionais, pois tornam a aula mais atrativa e menos cansativa.

Considerando que a aprendizagem em si é um processo lento de construção e de transformação dos modelos mentais próprios da estrutura cognitiva de cada sujeito e não se encerra com uma única atividade após a conclusão de um assunto, mas que demanda do professor a criação de espaços de discussão necessários para que ela ocorra, favorecendo assim a participação e potencializando a aprendizagem individual e coletiva. Porém, para que isso ocorra o professor precisa lançar mão estratégias que possibilitem a criação desses espaços. Desta forma este artigo descreve três estratégias de aprendizagem cooperativa que foram utilizadas no estudo qualitativo do efeito fotoelétrico, com estudantes da terceira série do ensino médio de uma escola pública do estado Ceará, vistas a compreensão de um modelo dual da luz.

Porém, ressaltamos que a utilização de estratégias cooperativas ou de qualquer método de ensino de forma isolada não será suficiente para suplantar os desafios educacionais que se apresentam, bem como não é suficiente dividir os estudantes em pequenos grupos e esperar que eles cooperem sem uma estrutura cooperativa, é preciso rigor no planejamento e na aplicação de atividades cooperativas.

REFERÊNCIAS

COHEN, Elizabeth G.; LOTAN, Raquel A. Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas. 3. Ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

JOHSON, David W.; JOHNSON, Robert T.; HOLUBEC, Edith Johnson. El aprendizaje cooperativo en el aula. Buenos Aires: Editorial Paidós SIF, 1999.



LA TAILLE, Yves de; OLIVEIRA, Marta Kohl de; DANTAS, Heloysa. Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão. São Paulo: Summus, 1992.

LOPES, J.; SILVA, H. S. Aprendizagem cooperativa da sala de aula: um guia prático para o professor. Lisboa: Lidel, 2009.

MARQUES, Samuel Pedro Dantas et al. Aprendizagem cooperativa como estratégia no aprendizado de química no ensino médio. Conexões - Ciência e Tecnologia, [s.l.], v. 9, n. 4, p.57-66, 10 dez. 2015.

MONEREO, Carles; GISBERT, David Duran. Tramas: procedimentos para a aprendizagem cooperativa. Porto Alegre: Artmed, 2005. Tradução: Cláudia Schilling.

POZO, Juan. Ignacio.; CRESPO, Miguel Angel Gomez. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SOUSA, Francisco Ivanildo de; ATAIDE, Ana Raquel Pereira de. Dualidade onda-partícula e efeito fotoelétrico: uma sequência de ensino mediada pela aprendizagem cooperativa. Realize Eventos, Campina Grande, p.1-12, 2019a.

_____ O estudo do comportamento dual da luz com a mediação da aprendizagem cooperativa: uma análise qualitativa do efeito fotoelétrico. Realize Eventos, Campina Grande, p.1-12, 2019b.