



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

LÍDIA DA SILVA OLIVEIRA

**SALA DE AULA INVERTIDA E OS PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR:
INTERFACES DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

TERESINA
2023

LÍDIA DA SILVA OLIVEIRA

**SALA DE AULA INVERTIDA E OS PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR:
INTERFACES DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Claudia Maria Lima
da Costa.

TERESINA
2023

SALA DE AULA INVERTIDA E OS PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR: INTERFACES DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Lídia da Silva Oliveira¹
Claudia Maria Lima da Costa²

RESUMO

O método de ensino sala de aula invertida tem condições didático-pedagógicas de promover aprendizagens eficazes do ensino de Física. Nesta perspectiva, buscou-se responder a indagação “quais as contribuições da sala de aula invertida para o ensino e aprendizagem do conteúdo processos de transmissão de calor? Tendo como objetivo geral “Descrever as contribuições da sala de aula invertida para o ensino e aprendizagem dos processos de transmissão de calor no ensino médio”. Para tal, considerou-se a natureza dos dados e procedimentos do estudo como qualitativa, tendo a pesquisa exploratória como delineadora do objetivo geral do trabalho. Para a produção dos dados utilizou-se a pesquisa bibliográfica e para o refinamento das interpretações a análise interpretativa fenomenológica. Verificou-se que as interfaces de ensino e aprendizagem da sala de aula invertida para o conteúdo processos de transmissão de calor residem na ideia teórica e prática da inserção de recursos didáticos virtuais, com diferentes interfaces, usados como uma forma de disponibilizar antecipadamente os conteúdos para os alunos, de modo que o momento da aula presencial, seja mais direcionado para a realização de atividades práticas, proporcionando formas eficazes de se ensinar e aprender a Física.

Palavras-chave: Processos de transmissão de calor. Sala de aula invertida. Método de ensino.

INVERTED CLASSROOM AND HEAT TRANSMISSION PROCESSES: TEACHING AND LEARNING INTERFACES

ABSTRACT

The inverted classroom teaching method has didactic-pedagogical conditions to promote effective learning in Physics teaching. In this perspective, we sought to answer the question “what are the contributions of the flipped classroom to the teaching and learning of the content heat transmission processes? Having as general objective “To describe the contributions of the inverted classroom for the teaching and learning of heat transmission processes in high school”. To this end, the nature of the study's data and procedures was considered qualitative, with exploratory research as the outline of the general objective of the work. Bibliographical research was used to produce the data and phenomenological interpretative analysis was used to refine the interpretations. It was verified that the teaching and learning interfaces of the inverted classroom for the content heat transmission processes reside in the theoretical and practical idea of inserting virtual didactic resources, with different interfaces, used as a way of making the contents available in advance for students, so that the moment of the face-to-face class is more directed towards carrying out practical activities, providing effective ways of teaching and learning Physics.

Keywords: Heat transfer processes. Flipped classroom. Teaching method.

Data de aprovação: 10/02/2023

¹ Aluna do Curso de Licenciatura em Física do IFPI *campus* Teresina Central. E-mail: catce.20181fis0346@aluno.ifpi.edu.br

² Profa. do IFPI *campus* Teresina Central. E-mail: profadraclaulima@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Calor é uma forma de energia que pode ser transmitida entre corpos que apresentam temperaturas distintas, sendo que a transferência de calor ocorre do corpo de maior temperatura para o de menor (VÁLIO, et al., 2016). O entendimento sobre os processos de transmissão é necessário para a compreensão da relação deles com a busca da análise dos diferentes meios em que essa transferência de energia térmica pode ocorrer.

Os processos de transmissão de calor podem ser classificados em condução, convecção e radiação³. O de condução térmica ocorre através de um contato direto entre as superfícies do corpo de maior temperatura para o de menor, por meio da agitação das moléculas; a convecção térmica depende dos meios fluidos para que esse processo aconteça (VÁLIO, et al., 2016). Já o processo de radiação térmica não depende de um meio material para se propagar, pois esse processo pode ocorrer no vácuo, através de ondas eletromagnéticas (GASPAR, 2012; MÁXIMO; ALVARENGA, 2009). Tais conhecimentos são fundamentais para a compreensão de diversas situações do cotidiano.

Neste sentido, o ensino e a aprendizagem dos conteúdos acima citados requerem metodologias diferenciadas para a promoção da construção autônoma de conhecimentos por parte dos alunos e a metodologia ativa pode exercer diferencial nesse processo, uma vez que promove a participação ativa na construção do conhecimento. O método sala de aula invertida pode ser uma alternativa eficaz para o ensino em diversas perspectivas. Já que, possibilita um aprendizado mais expressivo no que diz respeito ao protagonismo do aluno.

Segundo Valente (2014), a sala de aula invertida é um método, que em geral, o professor utiliza-se das tecnologias digitais da informação e comunicação, de modo a possibilitar que o aluno tenha acesso ao conteúdo antecipadamente conforme as instruções necessárias. Dessa forma, o local da sala de aula torna-se um espaço para colocar em prática os assuntos estudados previamente mediante diversas atividades propostas pelo professor, como resolução de problemas, discussões em grupos, dentre outras.

A sala de aula invertida como método de ensino possibilita o desenvolvimento da aprendizagem dos processos de transmissão de calor uma vez que possibilita a construção autônoma e coletiva de conhecimentos de determinadas áreas do saber científico.

Assim, apresenta-se ao Instituto Federal do Piauí as considerações finais sobre o estudo bibliográfico intitulado “Processos de transmissão de calor e a sala de aula invertida: interfaces de ensino e aprendizagem”. Que considerou como problema de pesquisa: Quais as contribuições da sala de aula invertida para o ensino e aprendizagem do conteúdo processos de transmissão de calor?

Por conseguinte, teve como objetivo geral: Descrever as contribuições da sala de aula invertida para o ensino e aprendizagem dos processos de transmissão de calor no ensino médio. E por objetivos específicos: Definir os pressupostos teóricos dos processos de transmissão de calor no contexto do ensino de Física; Caracterizar a sala de aula invertida como método de ensino e aprendizagem; Avaliar como a sala de aula invertida contribuiu para a mediação do ensino e aprendizagem do conteúdo processos de transmissão de calor.

Para a justificativa do estudo, foram utilizados parâmetros pessoais, de contribuição acadêmica e de importância para o Instituto Federal do Piauí, enquanto Instituição de formação inicial de professores. Como estudante do curso de Licenciatura em Física, durante o Estágio Supervisionado III e IV, em 2021.1 e 2021.2, observei que os alunos almejavam o

³ Durante o trabalho, será utilizado o termo radiação para especificar um dos processos de transmissão de calor, segundo Gaspar (2012) e Máximo e Alvarenga (2009). Entretanto, vale ressaltar que autores como Válido (et al., 2016) mencionam o termo irradiação quando se referem ao mesmo. Sendo assim, conforme dito anteriormente, para abordar esse tipo de processo de transmissão de calor neste trabalho, optou-se por utilizar o termo radiação, conforme os autores citados.

uso de novos recursos que pudessem auxiliar na transmissão do conhecimento repassado pelo professor, pressupondo-se que o conteúdo seria assimilado de forma mais eficaz.

Diante disso, os alunos sugeriram ao professor aulas mais interativas onde eles pudessem estudar o conteúdo com antecedência, para que fosse feito um tipo de debate entre eles sobre o assunto estudado, com o intuito de poderem aproveitar melhor o tempo em sala de aula para manifestar suas ideias, e colocar em prática os conhecimentos estudados.

Como já conhecia a sala de aula invertida como uma método diferenciado de ensino, pensei que poderia ser utilizado pelo professor com vistas a impulsionar o processo de ensino e aprendizagem tendo sido despertada a querer desenvolver um estudo científico que trouxesse exemplos práticos de trabalhos já desenvolvidos e que pudessem ser repetidos no fazer pedagógico do professor de Física.

Para situar o objeto de pesquisa no mundo acadêmico, acessou-se a Base Institucional Acadêmica do Instituto Federal do Piauí em busca de trabalhos já realizados com a mesma temática, utilizando-se como descritores “sala de aula invertida” e “ensino da física”. Porém, não foram notificados trabalhos que tratassem da temática em questão, razão pela qual o objetivo deste trabalho revestiu-se de relevância e de responsabilidade com o objeto de estudo pretendido.

Para a Instituição formadora, o Instituto Federal do Piauí pretende-se dar visibilidade a questões sobre as contribuições da sala de aula invertida para a mediação do ensino e aprendizagem dos processos de transmissão de calor trabalhados em disciplinas como Didática e Metodologias do ensino de Física, que podem ser beneficiadas com as discussões teórico-metodológicas do estudo. Bem como, que outros autores possam refutar, aprofundar ou suscitar novos questionamentos a partir das considerações suscitadas no trabalho.

2. PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR: PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Calorimetria é uma área da Física dentro da Termodinâmica, que busca enfatizar o entendimento sobre alguns aspectos relacionados ao calor, dentre eles, destaca-se os processos de transmissão e modos de propagação (YAMAMOTO; FUKU, 2016). No que se refere ao conceito de calor, faz-se necessário entender primeiramente sua origem e entender alguns conceitos importantes que contribuíram para o avanço da ciência nesse aspecto.

Todo corpo é composto por moléculas e átomos, os quais constituem partículas e que estão em constante movimento (energia cinética), conforme destaca a teoria cinético-molecular da matéria. Em havendo uma relação desse movimento com a temperatura em que ele se encontra tem-se a energia térmica. Com isso, a temperatura de um corpo determina que quanto maior for, maior será a agitação das partículas, e vice-versa (VÁLIO, et al., 2016).

Nesta linha de raciocínio, entende-se que se dois objetos com temperaturas diferentes forem colocados em um mesmo recipiente, é possível perceber que à medida que o tempo passa, trocariam energias, e chegariam em um certo instante a temperaturas equivalentes. Isto ficou conhecido como equilíbrio térmico, e foi defendido até o século XX, como uma teoria em que todo corpo tinha dentro de si um fluido de características desprezíveis, conhecido como *calórico* (MÁXIMO; ALVARENGA, 2009).

Essa teoria afirmava que a temperatura de um corpo era proporcional ao valor do seu *calórico* interno. Diante disso, se um corpo de maior temperatura estivesse ao lado de um corpo de menor temperatura, ocorreria uma espécie de doação desse *calórico*, uma vez que o de maior temperatura teria mais *calórico* no seu interior, ocasionando uma diminuição dele, já que estaria cedendo *calórico* para o corpo de menor temperatura. Com isso, chegaria um certo

intervalo de tempo que ambos ficariam com a mesma temperatura, e esse processo cessaria permanecendo em equilíbrio térmico (MÁXIMO; ALVARENGA, 2009).

Entretanto, Máximo e Alvarenga (2009) trazem em seu livro didático, afirmando que mesmo que essa teoria abordasse conceitos e observações relevantes para o entendimento de alguns fenômenos, esses argumentos não foram tão satisfatórios para alguns dos outros físicos, onde os mesmos se dispuseram a realizar modificações a partir de algumas ideias já estabelecidas anteriormente, a respeito da ideia do *calórico* inicialmente abordado, sendo agora defendida a ideia de que o calor é uma forma de energia.

Para Válido et. al. (2016), o calor é uma forma de energia que pode ser transmitida pela diferença de temperatura, ocorrendo do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura.

Máximo e Alvarenga (2009) abordam que a ideia do calor ser uma forma de energia, é referente a observações de um engenheiro militar, conhecido como Conde Rumford (1753-1814), onde o mesmo, observando que à medida que fazia perfurações nos canos de canhão (seu trabalho, em 1798), percebeu que havia um certo aquecimento, tal observação levou ao engenheiro atribuí-lo ao *trabalho*.

O conceito de *trabalho* é definido como uma transferência de energia entre dois sistemas devido a aplicação de uma força, ocasionando assim um deslocamento (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2001).

Dessa forma, Rumford, observou que estava havendo uma transferência de energia para as peças, em razão do atrito realizado entre elas, a partir do trabalho realizado. Provocando assim, um certo aumento na temperatura. Com isso, as ideias iniciais a respeito do *calórico*, começaram a ser moldadas e substituídas pela ideia de um corpo de maior temperatura ter maior energia, ao invés de ter mais *calórico* (MÁXIMO; ALVARENGA, 2009).

Além disso, vale ressaltar um fator base e de extrema importância para a compreensão de algumas aplicações relacionadas ao calor, que é a unidade de calor, sendo um aspecto de muito valia para posteriores estudos relacionados à ele. Conforme o Sistema Internacional de Unidades (S.I), por se tratar de uma unidade de energia, o calor deve ser medido em *Joules* (J), em homenagem a James Prescott Joule (GASPAR, 2012).

Contudo, como mencionado anteriormente, alguns conceitos relacionados à ideia do *calórico*, contribuíram para o entendimento de outros conceitos. Diante disso, uma outra unidade muito utilizada é a caloria (cal). Sendo assim, por definição, “uma caloria é a quantidade de calor trocada por 1g de água no estado líquido quando sofre variação de 1°C em sua temperatura” (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 32).

Os autores Yamamoto e Fuku (2016), ainda enfatizam em seu livro, uma relação de conversão dessas duas unidades citadas acima, em que Joule encontrou a partir de suas experiências, em que $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$. Essa descoberta mostrou-se de grande valia para o campo da Física, especialmente no que diz respeito à definição de calor, comprovando assim as observações feitas por Conde Rumford, em que ele destacou a ideia do calor ser uma forma de energia, conforme dito anteriormente.

Em se tratando do exposto acima, observa-se que ocorre um certo equívoco que geralmente costuma ser muito presente nas falas entre as pessoas quando se referem ao calor, atribuindo tal sensação à ideia de temperatura alta (quente). Isso ocorre porque, segundo Gaspar (2012), essa percepção é um fator que vem sendo trabalhado desde muito tempo. Evidentemente, sabe-se que todo corpo é composto por átomos e moléculas, onde eles estão em movimento, e à medida que há maior agitação das partículas desse corpo, significa que esse corpo está com a temperatura elevada, ou seja, o calor não é algo exclusivamente

relacionado ao aumento da temperatura, mas sim, está relacionado com a transferência de energia térmica entre os corpos pela diferença de temperatura.

Um corpo tem uma variação na sua temperatura ΔT , em decorrência dessa transferência de energia térmica denominada de calor sensível, que ocorre do corpo com maior temperatura para o corpo de menor temperatura. Dessa forma, dependendo da variação de temperatura ΔT , a qual tem uma relação direta com a quantidade de calor Q , observa-se a perda ou ganho dessa quantidade de calor em um determinado corpo, isso é claro, se não estiver sob o recebimento de trabalho externo (VÁLIO, et al., 2016). Tal observação pode ser expressa matematicamente pela seguinte equação:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (01)$$

Conforme a expressão matemática citada anteriormente, destaca-se então, que a “Capacidade térmica C de um corpo é a razão entre a quantidade de calor transferida Q e a variação de temperatura provocada ΔT ” (VÁLIO, et al., 2016, p. 34). Assim, “A capacidade térmica (C) de um corpo indica a quantidade de calor que ele precisa receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade” (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2001, p. 37).

De acordo com os fatores da definição acima, que resultam na capacidade térmica, pode-se perceber que a unidade de medida da capacidade térmica que costuma ser mais utilizada no S.I, é em calorias por grau Celsius ($\text{cal}/^\circ\text{C}$), já que depende das unidades trabalhadas no que diz respeito a quantidade de calor Q e a variação de temperatura ΔT (VÁLIO, et al., 2016).

Caso pretenda-se calcular o valor do ganho ou perda da quantidade de calor Q , basta realizar uma operação simples na equação citada anteriormente, a fim de ter uma expressão matemática que resulte na quantidade de calor, uma vez que se deve atribuir um sinal positivo caso haja um ganho de calor, ou um sinal negativo caso haja uma perda do mesmo (YAMAMOTO; FUKU, 2016).

Ainda assim, mesmo que haja dois corpos semelhantes e que sejam produzidos com o mesmo material, pode ocorrer uma certa variação da capacidade térmica de ambos os corpos. Isso ocorre porque a capacidade térmica também está relacionada com a massa do corpo, ou seja, um corpo de maior massa, terá uma maior capacidade térmica em relação ao corpo que tenha uma massa menor. Como por exemplo, se houver a necessidade de preparar um alimento em duas panelas de metal, será necessário fornecer uma maior quantidade de calor à panela de maior massa, já que conforme dito anteriormente, quanto maior a massa de um corpo, maior será a sua capacidade térmica (MÁXIMO; ALVARENGA, 2009).

Desse modo, já que a capacidade térmica pode variar de acordo com a massa do corpo, pode-se dizer que é preciso um cuidado maior quando for necessário observar minuciosamente as propriedades térmicas de um corpo (VÁLIO, et al., 2016).

Com isso, a partir de observações feitas com os mesmos materiais de diferentes massas, foi possível perceber que, embora houvesse essa diferença de massa entre os corpos, havia um único resultado de igual forma para todos eles, a partir de uma divisão entre a capacidade térmica dos corpos e suas respectivas massas. Este resultado é uma constante, denominado de calor específico c o qual “indica a quantidade de calor que cada unidade de massa do corpo precisa receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade” (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2001, p. 37). Logo, cada corpo é composto por um material feito de uma determinada substância, que independente da massa do corpo, o calor específico continuará o mesmo. Diante disso, Gaspar (2012) expressa matematicamente o calor específico da seguinte forma:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad (02)$$

Conforme mencionado anteriormente, cada material tem o seu calor específico, e que também pode ser visualizado em algumas tabelas já disponibilizadas, facilitando na identificação dos valores de algumas dessas substâncias existentes. Diante disso, a unidade de medida no S.I mais utilizada na determinação do calor específico é dada em caloria por grama grau Celsius (cal/g°C) (MÁXIMO; ALVARENGA, 2009). A partir da expressão matemática acima, é possível estabelecer uma relação entre esses fatores a fim de determinar a equação fundamental da calorimetria, conforme Válio et. al. (2016):

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (03)$$

Desse modo, tal equação pode demonstrar “qual quantidade de calor sensível Q deve ser fornecida a um sistema de massa m para se obter uma variação de temperatura ΔT ” (VÁLIO, et al., 2016, p. 36). Logo, é possível perceber que a quantidade de calor sensível que um corpo recebe ou cede, depende do valor da sua massa, do calor específico e da variação de temperatura a qual o corpo sofre (YAMAMOTO; FUKU, 2016).

Sendo assim, diferentemente do calor sensível que está relacionado somente na transferência de energia térmica, sem provocar uma mudança no estado físico, o calor latente que depende apenas da massa e da característica de sua substância, denominada de constante de proporcionalidade L , determina o quanto de energia deve-se fornecer ou ceder para que ocorra a mudança de fase de um dado corpo ou um certo fluido, por essa razão denomina-se esta constante de proporcionalidade L , como calor latente de mudança de fase (YAMAMOTO; FUKU, 2016).

Por conseguinte, o uso de um calorímetro é fundamental para análises e anotações da capacidade térmica ou do calor específico, por exemplo. Já que ele é bastante utilizado para fazer medições mais precisas, uma vez que é um recipiente térmico que consegue isolar do meio externo, corpos de diferentes temperaturas que estejam em contato (GASPAR, 2012).

Isso porque independente dos diversos modelos disponibilizados, todos têm um funcionamento em comum, ou seja, são constituídos de materiais específicos, como por exemplo paredes de isopor e metal, a fim de que impeça que ele troque calor com o meio ambiente. Outros itens que também são importantes, e que fazem parte do funcionamento de um calorímetro, é o uso de um agitador, que como o próprio nome já diz, é utilizado para agitar o sistema em questão, com o intuito de que o calor se propague de forma igual entre os corpos, de modo que atinjam o equilíbrio térmico de forma mais rápida. Além disso, o uso do termômetro (que é outro item), torna-se essencial para fazer verificações e anotações das temperaturas iniciais e finais de um determinado sistema contido no calorímetro (VÁLIO, et al., 2016).

Máximo e Alvarenga (2009) evidenciam que os corpos de diferentes temperaturas podem interagir entre si, ou seja, pode ocorrer transmissão de calor entre eles. Diante disso, partindo da compreensão dos processos de transmissão de calor, é possível entender diversas situações do cotidiano, como por exemplo, qual a melhor escolha na utilização de alguns utensílios no preparo de alimentos, o funcionamento do ar-condicionado ou de uma geladeira, como também, a forma como os raios solares chegam à Terra. Todos esses exemplos, e outras situações semelhantes a essas, ocorrem através de processos específicos relacionados à transmissão de calor.

Os processos de transmissão de calor são caracterizados de três formas que são: Condução, convecção e radiação. O processo de condução está relacionado com a transmissão

de calor realizado de forma direta, ou seja, ocorre em contato direto entre as superfícies do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, em decorrência da agitação das partículas (YAMAMOTO; FUKU, 2016).

Válvio et. al. (2016) destacam que além da diferença de temperatura e dependendo do intervalo de tempo em que o corpo se encontra, o processo de transmissão de calor por condução, pode ser influenciado por alguns outros fatores, como por exemplo, o tipo do material (se é um bom condutor de calor ou não); a espessura deste material e a sua área de contato, todos eles são determinantes e influenciam diretamente nesse tipo de processo de transmissão de calor.

Diante disso, é importante destacar a ideia de Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), um francês matemático que pôde observar através de experimentos, a relação da quantidade de transferência de calor por condução, em um dado intervalo de tempo, usando assim a ideia do fluxo de calor Φ (razão entre a quantidade de calor e a variação do intervalo de tempo ($\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$), o qual tem sua unidade medida em J/s ou W (watt) (YAMAMOTO; FUKU, 2016).

A partir disso, Joseph Fourier estabelece uma relação que possibilita entender os fatores determinantes de seu experimento, atribuindo a ideia de que o fluxo de calor (medido no S.I em J/s.m.°C ou em W/m.K), varia conforme o tipo de material que constitui o corpo, definido assim como uma constante k que é a condutividade térmica, atuando de forma diretamente proporcional tanto com a sua área de contato A quanto à diferença de temperatura ($(T_2 - T_1)$), ou seja, do maior para o menor, e sendo inversamente proporcional ao seu comprimento L , conforme a expressão abaixo: (VÁLIO, et al., 2016).

$$\Phi = \frac{k.A.(T_2 - T_1)}{L} \quad (04)$$

Diferentemente do processo de condução, o processo de convecção depende dos meios fluidos para que haja transmissão de calor, em que se inicia um movimento chamado de corrente de convecção, a qual ocorre somente nos fluidos, onde por conta da diferença de temperatura, forma-se uma movimentação, em que, por exemplo, o ar frio, por ser mais denso, desce e o ar quente, por ser menos denso sobe, gerando assim uma espécie de corrente, chamada convecção. Um exemplo clássico desse processo, ocorre no interior de geladeiras, em alguns fenômenos climáticos, como por exemplo as brisas marítimas (em decorrência dos ventos), dentre outros. (MÁXIMO; ALVARENGA, 2009).

Já o processo de radiação térmica (também mencionada em alguns livros como irradiação), é um dos tipos de transmissão de calor que não depende de um meio material para se propagar, já que nesse caso, a transferência de calor ocorre através de ondas eletromagnéticas, ou seja, não é necessário um contato direto entre os corpos, uma vez que esse tipo de processo pode se propagar no vácuo, é o que acontece com os raios solares provenientes do Sol que chegam à Terra, por exemplo (GASPAR, 2012).

Diante do exposto acima, é evidente que enquanto o processo de condução e o processo de convecção dependem de um meio para se propagarem, percebe-se que o processo de radiação não necessita de um meio como as demais. Entretanto, as três formas de transmissão de calor têm um ponto em comum entre si, a necessidade de haver um corpo de maior temperatura, já que para que haja um processo de transmissão de calor, é necessária uma diferença de temperatura, como foi destacado anteriormente. Dessa forma, observa-se

então, que esse é um fator de suma importância para que o processo de transmissão de calor ocorra, independente do processo estabelecido.

Dentro dos conceitos acima discutidos os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), destacam a área da Termodinâmica, responsável por englobar diversos fenômenos relacionados ao calor, abordando certas definições relevantes para o avanço da ciência e de uma compreensão para além do conceito de energia, temperatura e trocas de calor, por exemplo. Destaca ainda, aplicações práticas para o uso desses conhecimentos, como por exemplo as máquinas térmicas (BRASIL, 2000).

Já a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no sentido de estar cada vez mais alinhada com uma sociedade que vive em constante mudança, considera como importante a construção de competências e habilidades que possibilitem aos alunos lidar com possíveis situações que podem acontecer no seu dia a dia.

Ressalta-se a competência/habilidade **EM13CNT102**⁴ em que se espera que os alunos sejam capazes de:

Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos (BRASIL, 2017, p. 555).

Nesta perspectiva, espera-se que o aluno trabalhe de forma individual e coletiva, a fim de projetar melhorias para o contexto próprio de inserção, que analise o ambiente em que vive, de modo que possa interagir com questões relevantes da unidade temática matéria e energia, desenvolvendo habilidades que lhe garanta atingir as propostas pensadas pela Base Nacional Comum Curricular. A BNCC ressalta ainda, a importância do uso de recursos tecnológicos, já que podem facilitar e potencializar o processo de ensino e aprendizagem, para que este percorra processos formativos de qualidade e supere a fragmentação teórico-prática da vida (BRASIL, 2017).

3. A SALA DE AULA INVERTIDA COMO MÉTODO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Bergmann e Sams (2018), afirmam que o método da sala de aula invertida se refere a uma certa inversão do método de ensino e aprendizagem, ou seja, os conteúdos que antes eram expostos no quadro e transmitidos em sala de aula, passam a ser abordados e disponibilizados antecipadamente, com o uso de recursos digitais, seja por meio de vídeos, *slides*, textos, áudios, pesquisas, ou outro recurso que possibilite a disponibilização prévia dos conteúdos.

Tal procedimento favorece a que o aluno tenha acesso ao conteúdo de forma online, e possa revê-lo quantas vezes quiser, conforme suas necessidades, de modo que haja um maior aproveitamento das aulas presenciais para a realização de atividades práticas, o que pode culminar em uma aprendizagem ativa, no aprofundamento dos conteúdos, como por exemplo:

⁴ A identificação das habilidades é realizada através de um código alfanumérico: o primeiro par de letras (EM) é relativo a etapa de Ensino Médio; o primeiro par de números (13) indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio, conforme definição dos currículos; a segunda sequência de letras indica a área (CNT – Ciências da Natureza e suas Tecnologias; e por fim os números finais (102) indicam a competência específica à qual se relaciona a habilidade (1º número) e a sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência (dois últimos números) (BRASIL, 2018).

resolução de problemas, aplicação de experimentos, discussões em grupos, laboratórios, produção e elaboração de projetos, dentre outros.

Para Valente (2014); Trevelin, Pereira e Neto (2013), desde a década de 1990 alguns autores trouxeram discussões que tratam dessa inversão no processo de ensino e aprendizagem, e que não é algo que começou a ser discutido recentemente, já que os primeiros estudos, marcam as contribuições de alguns autores que impulsionaram o avanço desse modelo nos métodos de ensino. Dessa forma, corroborando com os autores citados, Oliveira, Araujo e Veit (2016) afirmam que

Inovações na sala de aula não são tão recentes quanto parecem. No final do Século XX, por meio do método de estudos de caso, começaram a aparecer as primeiras iniciativas de cobrir a informação fora da sala de aula e de práticas orientadas em sala. Um dos métodos de inversão de sala de aula mais difundidos no ensino de física, o Instrução pelos Colegas (Peer Instruction), teve origem na década de 1990 (OLIVEIRA, ARAUJO e VEIT, 2016, p. 5).

Entretanto, este modelo de ensino usando a sala de aula invertida, começou a ser potencialmente utilizado a partir de alguns professores, dentre eles Karl Fisch, Brian Hatak, Jonathan Bergmann e Aaron Sams, quando em 2007, sentiram a necessidade de compartilhar experiências de modo que atendessem às necessidades existentes em sala de aula. E depois de tantas discussões sobre o que funcionava ou não para melhorar o aprendizado dos alunos, principalmente daqueles com dificuldades em acompanhar o andamento das aulas, quanto aqueles que não podiam comparecer às aulas frequentemente, os autores Jonathan Bergmann e Aaron Sams, passaram a utilizar um *software* que eles encontraram quando liam alguns artigos, e que transformava em vídeos, *slides* produzidos no *Powerpoint*. Com isso, eles encontraram uma possibilidade de abordar os conteúdos em formato de vídeo, e que eram disponibilizados para todos os alunos, tanto para aqueles com dificuldades de aprendizagem, como para aqueles que não podiam comparecer às aulas, quanto para aqueles que gostariam de rever o conteúdo para posteriores avaliações (BERGMANN; SAMS, 2018).

Diante disso, a partir das observações de Aaron Sams que começou a refletir sobre quais momentos os alunos o procuravam para tirar suas dúvidas, ele percebeu que isso ocorria frequentemente nos momentos em que estavam em casa, com dificuldades na resolução de exercícios, por exemplo, por não ter entendido algum conceito importante durante a aula. Desse modo, discutindo com Jonathan Bergmann sobre a melhor forma de ajudá-los em suas dificuldades, Aaron Sams fez uma reflexão sobre a possibilidade de gravar as aulas com o *software* de gravação que eles encontraram, e disponibilizá-las em formato de vídeos, como uma atividade que deveria ser realizada em casa, de modo que eles pudessem ter mais tempo no momento da aula presencial para que de certa forma, pudessem resolver esses e outros problemas juntamente com o professor e seus colegas (BERGMANN; SAMS, 2018).

Assim, a partir de 2007, o modelo da sala de aula invertida ganhou mais notoriedade passando a ser mais utilizado de modo que houvesse essa inversão, e que os alunos estudassem no seu ritmo os conteúdos previamente indicados no sentido de que em sala de aula o aluno colocasse em prática o que foi estudado, além de poder levar para sala de aula mais conhecimentos e possíveis indagações, aproveitando bem o tempo da melhor forma possível (BERGMANN; SAMS, 2018).

Foram feitas várias publicações internacionais, impulsionando ainda mais este modelo. Com isso, “a partir dos anos 2010, o termo ‘*flipped classroom*’ passou a ser um chavão” (VALENTE, 2014, p. 86). Uma vez que ‘*flipped classroom*’ é um termo em inglês e significa sala de aula invertida. Desse modo, este modelo teve seu avanço inicial a partir do ensino híbrido. Já que o ensino híbrido “é uma combinação dos recursos e dos métodos usados face a

face e online, com a qual se procura tirar partido das). vantagens de qualquer um dos dois sistemas de aprendizagem” (MIRANDA, 2005, p. 48).

Diante disso, o método da sala de aula invertida tem ganhado impulso nas escolas ao longo dos anos, pois seu objetivo principal é que professor e aluno estejam juntos em sintonia quanto ao processo de ensino e aprendizagem. Visto que, ambos podem usufruir de uma maior facilidade para aproveitar da melhor forma, a junção de aulas presenciais e online buscando-se abordar em sala de aula, conceitos mais aprofundados com novas perspectivas, sob a supervisão do professor (MORAN, 2014).

Vilanova (2021) ressalta que

O conceito da sala de aula invertida baseia-se, na prática, e desenvolvimento do processo de aprendizagem por meio da inversão estrutural da dinâmica de ensino, no qual nos modelos tradicionais acontecem por meio do processo de “ensinar-estudar-avaliar”, colocando o professor no centro da aprendizagem. Na inversão, essa estrutura é pautada na sequência “estudar-avaliar-ensinar”, modelo este em que o aluno se torna o eixo do processo possibilitando a construção e reconstrução do aprendizado (VILANOVA, 2021, p. 20).

Depreende-se que enquanto no modelo das aulas tradicionais, o aluno assiste a aula do professor e, logo em seguida, o professor passa uma atividade para casa, como por exemplo uma lista de exercícios para o aluno resolver, no método de ensino que adota a inversão dessa forma de ensino e aprendizagem, o professor geralmente, disponibiliza materiais digitais, como por exemplo videoaulas sobre o conteúdo, seguido de suas orientações, para que o aluno possa ter um momento de estudo fora da sala de aula (em casa, por exemplo), para acessar o material disponibilizado, no caso dos vídeos, assisti-los e se apropriar desses estudos em um momento antes do horário convencional desta, adotado pela escola. Tendo assim, um momento individual de aprendizagem, respeitando-se sempre ritmos pessoais de estudo (CCL PROJECT, 2013).

Conforme a necessidade do aluno, a aula produzida em formato de vídeo, pode ser acessada quantas vezes sejam necessárias, havendo também a possibilidade de se modificar a velocidade da mesma, o que não ocorreria em uma aula presencial (CCL PROJECT, 2013).

Assim, após o aluno ter tido um primeiro contato com o conteúdo, ele tem a possibilidade de buscar um maior aprofundamento dos conceitos através de pesquisas e leituras de textos, por exemplo. Com isso, durante esses estudos, o aluno pode se deparar com alguns questionamentos, algumas observações, novas ideias e sugestões que queira compartilhar no momento da aula presencial com os demais, o que em geral, normalmente talvez não aconteceria na aula tradicional, já que normalmente o professor é o transmissor de determinado conteúdo. Note-se que o tempo de sala de aula é diminuto para a realização de atividades práticas o que impossibilita o protagonismo do aluno em torno de seu próprio processo de aprendizagem (BERGMANN e SAMM, 2018).

Utilizando-se do método de inversão, os alunos realizam anotações relevantes para o momento da aula presencial e com base nas informações adquiridas poderão conseguir juntamente com o apoio e orientação do professor, aproveitar o tempo da melhor forma possível, procedendo com discussões e reflexões com os demais sobre o assunto estudado, com inflexão para novos questionamentos, ideias e descobertas com o intuito de compartilhar e contribuir com a construção coletiva e situada do conhecimento, bem como com instrumentos de avaliação durante todo o processo de ensino e aprendizagem (VALENTE, 2014).

A sala de aula invertida, pois, é um método ativo de ensino e aprendizagem, no qual o aluno tem contato prévio com os conteúdos, que em geral, são disponibilizados pelo professor utilizando-se as tecnologias digitais da informação e comunicação culminando com uma sala

de aula voltado para aprendizagens ativas; consagrando-se o papel do aluno como protagonista do seu aprendizado em um contexto de trabalho colaborativo em sala de aula (VALENTE, 2014).

Cals Neto, explica os pressupostos do modelo da sala de aula invertida:

Nesse modelo pedagógico o aprendizado é construído em 3 etapas: Antes da aula, durante a aula e depois da aula. Na primeira etapa o aluno tem acesso a informações prévias e introdução de conceitos a respeito do conteúdo, estes podem ser disponibilizados através de vídeos ou outros recursos tecnológicos como simuladores, jogos ou arquivos de áudio. [...]. A segunda etapa acontece na sala de aula, onde ela é usada para a aplicação dos conceitos, resolução de problemas, desenvolvimento de atividades, e realização de projetos. O professor em sala de aula mediará o andamento das atividades, esclarecerá dúvidas quando estas aparecerem, aprofundará o tema, e estimulará discussões. [...]. Na última etapa o estudante deverá fixar o que aprendeu, integrando os conhecimentos adquiridos. Ele pode, no pós-aula, continuar com o processo de aprendizagem colaborativa, realizando trabalhos, experimentos a fim de recordar, compreender, analisar e criar. Durante o processo, avaliações devem ser realizadas para monitoramento da aprendizagem na aplicação de conceitos e desenvolvimento das competências esperadas (CALS NETO, 2020, p. 35).

A partir da exposição acima depreende-se que a sala de aula invertida contempla todos os requisitos didático-pedagógicos necessários para a construção individual e colaborativa de conhecimentos. Os direcionamentos dispensados aos procedimentos convergem para um ensino e aprendizagem intencional capazes de otimizar efetivas aprendizagens.

Mesmo que muitos estudos apontem a eficácia do uso de recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem, vale destacar que o papel do professor sempre será de extrema importância em todo esse processo, pois o modelo da sala de aula invertida

não transforma as operações escolares ou os atributos tradicionais das salas de aula, incluindo os grupos divididos por idade, horários programados ou o desenho básico de suas instalações. Em vez disso, ele aproveita melhor seus professores e salas de aula existentes para oferecer melhorias de desempenho sustentadas a seus estudantes tradicionais (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013, p. 31).

Diante disso, Christensen, Horn e Staker (2013), ressaltam que, assim como outros métodos que utilizam as tecnologias na educação, a sala de aula invertida também se usa dessa combinação de recursos digitais com a sala de aula tradicional, com o intuito de buscar sempre novas formas de se reinventar, em prol do aprendizado dos alunos. Portanto, é fundamental o papel do professor nesse modelo de ensino, e em qualquer outro modelo, uma vez que ele desempenha uma função excepcional, com várias experiências e domínio de conteúdo, além é claro, da prática pedagógica necessária para orientar os alunos, facilitando o processo de ensino e aprendizagem.

3. PERCURSO METODOLÓGICO

Segundo a natureza dos dados e procedimentos utilizados o estudo se configurou como qualitativo. A pesquisa qualitativa busca trabalhar questões relacionadas às subjetividades do objeto de estudo de acordo com os interesses específicos do pesquisador (PAULILO, 1999).

Quanto ao objetivo do estudo se configurou como uma pesquisa exploratória. Segundo Gil (2019), este tipo de pesquisa busca enfatizar o aprimoramento de ideias ou desencadear novas descobertas, visando uma maior familiaridade com o fato estudado.

Quanto ao método que norteou as técnicas e instrumentos de coleta de dados utilizou-se a pesquisa bibliográfica. Para Severino (2017, p. 93), “a pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc.” Para a consecução dos trabalhos partiu-se da escolha de um tema; levantamento bibliográfico, a leitura do material, fichamento e a organização lógica do assunto (GIL, 2019). Abaixo a relação dos trabalhos escolhidos:

Quadro 1. O uso da Sala de Aula Invertida baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa: Uma proposta de ensino de Termologia e Calorimetria

Autor. Ano.	CALS NETO, Humberto Matta Rezende. 2020
Título da dissertação	O uso da Sala de Aula Invertida baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa: Uma proposta de ensino de Termologia e Calorimetria
Sala de aula invertida	• Produção de aulas virtuais sobre os conteúdos que seriam abordados antecipadamente. Disponibilizados em um grupo de Whatsapp. • Encontros presenciais para tirar dúvidas em sala de aula com resolução de exercícios com aplicativo <i>Socrative</i> e reprodução das videoaulas (recapitulação) • Discussões em grupo
Transmissão de calor	• Condução • Convecção • Radiação/Irradiação

Fonte: Autoras, 2022.

Quadro 2. Utilizando Sala de Aula Invertida em aulas experimentais de Física Térmica

Autor. Ano.	SANTOS, Carlos Henrique dos. 2019.
Título da dissertação	Utilizando Sala de Aula Invertida em aulas experimentais de Física Térmica
Sala de aula invertida	• Sequências didáticas com o uso de laboratórios de física. • Abordagem introdutória na sala de aula sobre como os alunos poderão desenvolver as atividades em casa com auxílio dos recursos digitais. • Discussões em grupos seguido de práticas no laboratório de física com resolução de problemas.
Transmissão de calor	• Condução • Convecção • Radiação/Irradiação

Fonte: Autoras, 2022.

Quadro 3. Sequência de Atividades Didática para uma Abordagem dos Processos de Transmissão de Calor em uma perspectiva de Sala de Aula Invertida usando como recurso a plataforma Google Sala de Aula.

Autor. Ano.	HOLANDA, Jailson Silva; 2019
Título da dissertação	Sequência de Atividades Didática para uma Abordagem dos Processos de Transmissão de Calor em uma perspectiva de Sala de Aula Invertida usando como recurso a plataforma Google Sala de Aula.

Sala de aula invertida	• Sequências de atividades didáticas com produção de vídeoaulas disponibilizadas na plataforma do Google Sala de Aula. • Questionários diagnósticos e produção de resumos sobre a vídeoaula • Resoluções de problema com discussões em grupos, além de aplicação de experimentos em sala de aula
Transmissão de calor	• Condução • Convecção • Radiação/Irradiação

Fonte: Autoras, 2022.

A escolha dos trabalhos considerou como critério estudos realizados a partir da sala de aula invertida para o ensino e aprendizagem do conteúdo transmissão de calor.

Para a análise dos dados produzidos utilizou-se a análise interpretativa fenomenológica que se apoia: “a) nos resultados alcançados no estudo (respostas aos instrumentos, ideias dos documentos etc.); b) na fundamentação teórica (manejo dos conceitos-chaves das teorias e de outros pontos de vista); c) na experiência pessoal do investigador” (TRIVIÑUS, 2012, p.173).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As três dissertações de Mestrado selecionadas estão entre os anos de 2019 a 2020, e trazem as contribuições do conjunto de possibilidades ofertadas pela sala de aula invertida quanto ao ensino e aprendizagem do conteúdo processos de transmissão de calor.

Os autores Cals Neto (2020), Santos (2019) e Holanda (2019) abordam em seus trabalhos, de forma aprofundada diversas definições importantes que englobam os aspectos relacionados ao calor, com a aplicação de exemplos, fórmulas, e imagens ilustrativas dos conteúdos específicos de física na área da termologia e calorimetria, conforme a linha de pensamento de cada autor em relação a pesquisa pretendida.

No que diz respeito aos processos de transmissão de calor Cals Neto (2020), denomina como meios de propagação do calor, Santos (2019), como transmissão de calor, e Holanda (2019), como mecanismos de transferência de calor, mas, com uma mesma abordagem de conteúdo sobre os três tipos desse processo, que são: Condução, convecção e radiação.

Entretanto, quanto ao termo radiação Cals Neto (2020), traz, ora como radiação, ora como irradiação; o autor Santos (2019) menciona como irradiação; enquanto Holanda (2019) caracteriza este processo em seu referencial teórico como radiação, mas depois passa a utilizar em alguns momentos, o termo irradiação, e em outros como radiação.

Essa divergência pode ser entendida em razão de alguns autores como Gaspar (2012); Máximo e Alvarenga (2009) destacarem esse processo de transmissão de calor, como radiação, enquanto outros autores (como Válio et. al. (2016) como irradiação. Por esta razão, para abordar este tipo de processo seguindo uma certa coerência durante todo o trabalho, optou-se pelo uso do termo radiação, de acordo com Gaspar (2012); Máximo e Alvarenga (2009).

No que se refere a abordagem teórica da sala de aula invertida, Santos (2019) e Holanda (2019) utilizaram diversos autores, inclusive Valente (2014); Oliveira, Araújo e Veit (2016), os quais também serviram como embasamento teórico para fundamentar suas argumentações. Além disso, todos os trabalhos destacam as ideias de Bergmann e Sams (2018). E Cals Neto (2020), têm-nos como única referência para apontar os principais conceitos sobre a sala de aula invertida.

O modelo de sala de aula utilizado por Cals Neto (2020) foi a resolução de exercícios, escolhida criteriosamente e restrita ao momento da aula presencial, ao todo foram nove listas de exercícios com praticamente todas as questões de múltipla escolha, contando com o auxílio de um aplicativo chamado *Socrative*.

Para que os alunos tivessem acesso ao conteúdo antes da aula, o autor disponibilizou vídeos de curta duração (produzidos por ele mesmo) de forma separadamente, conforme cada tópico dos conteúdos abordados, com pelo menos dois dias de antecedência.

Ao todo foram nove aulas produzidas com o apoio de roteiros previamente elaborados, em que cada um iniciava com a retomada do conteúdo anterior, antes de iniciar o próximo. Entretanto, para abordar o conteúdo sobre os processos de transmissão de calor, o autor fez o uso de duas aulas, que foram compartilhadas em um grupo de *WhatsApp*, criado pelo próprio autor, no momento da apresentação da proposta para os alunos a respeito da aplicação do método.

Diante disso, diferentemente do que o autor afirmou sobre as aulas presenciais serem restritas ao aprofundamento dos conceitos, com atividades práticas, sendo estas resoluções de exercícios, nos cinco encontros presenciais, além dele disponibilizar as videoaulas antecipadamente, para que os alunos pudessem fazer suas anotações e possíveis dúvidas para serem discutidas em sala de aula, no momento presencial, o autor também as reproduzia, que segundo ele, seria como forma de recapitular os conteúdos das respectivas aulas, para que só depois de cada uma delas, pudessem ser feitas as discussões em grupos com resoluções de exercícios.

No trabalho de Santos (2019), o autor adota o uso de uma sequência didática (bastante detalhada) seguida de cinco passos bem especificadas por ele, os quais vão desde o início da proposta apresentada aos alunos, em que ele destaca os principais objetivos que se deseja alcançar, explicando-se todo o funcionamento, até o final de sua aplicação. Tendo como base a ideia da sala de aula invertida, juntamente com aplicações de experimentos de física térmica em um laboratório.

Para que os alunos pudessem ter acesso ao material antecipadamente à aula presencial, ele disponibilizou alguns *links* de vídeos do *YouTube* (de terceiros), simuladores, textos e questionários (para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos). Tais materiais foram utilizados na sequência didática em geral, inclusive para abordar o conteúdo sobre os processos de transmissão de calor. Entretanto, o autor não deixa claro que recurso ele utilizou para compartilhá-los com os alunos, diferentemente de Cals Neto (2020), que destacou a utilização do *WhatsApp* como forma de compartilhar os *links* de suas videoaulas.

Após os alunos terem acesso aos materiais disponibilizados pelo professor, eles ainda tiveram um momento em sala de aula para a resolução de exercícios (com questões subjetivas), de modo que houvesse discussões tanto em pequenos grupos (a forma que ocorreu em duas turmas) quanto em um grande grupo, envolvendo todos da sala (foi o que aconteceu em uma outra turma), que segundo o autor, tudo dependeu de como os alunos se sentiram mais à vontade para participarem desse momento.

Depois dessas discussões em grupos na sala de aula, os alunos foram conduzidos até o laboratório, sendo que em cada encontro havia uma duração de 50 minutos, que ao todo foram quatro aulas, as quais duas foram destinadas para aplicações de experimentos sobre os processos de transmissão de calor, com o intuito de associá-los com situações do cotidiano.

Para isso, Santos (2019) dividiu a turma em grupos de até cinco pessoas, disponibilizando também alguns roteiros, que serviram como auxílio para colocarem em prática os estudos adquiridos antes da aula e com as discussões em grupos. Após isso, retornaram para sala de aula, a fim de concluírem a última etapa, apontada por Cals Neto (2020). Santos (2019) explica que foi necessário em torno de três a quatro aulas, pois segundo

ele, os alunos relataram se sentirem mais confiantes com a presença do professor, para ajudá-los em possíveis equívocos que poderiam cometer, por ainda não ter ficado claro alguns conceitos.

Holanda (2019), a exemplo de Santos (2019), desenvolveu em seu trabalho, uma sequência didática para abordar o conteúdo sobre os processos de transmissão de calor, de acordo com a ideia da sala de aula invertida.

A fim de que os alunos tivessem acesso ao conteúdo antecipadamente ao momento presencial, o autor resolveu elaborar e produzir suas próprias videoaulas (as quais exigiam um certo planejamento), sendo publicadas em seu próprio canal do *YouTube*, e compartilhadas na plataforma do Google sala de aula, em que o aluno a partir do *link* acessava o vídeo sendo uma ferramenta muito utilizada para o envio de vídeos e alguns questionários, oportunizando aos alunos acesso com pelo menos uma semana de antecedência, para melhor gerirem o tempo e o próprio ritmo de estudo.

Para dar início a sequência didática, Holanda (2019) fez uso de alguns questionários prévios de forma online, adotando algumas estratégias que pudessem auxiliá-lo durante sua aplicação. A partir disso, utilizou-se de quatro momentos, sendo o primeiro para introduzir conceitos de calor e temperatura, e que serviriam como base para o entendimento dos processos de transmissão de calor, os quais foram abordados nos outros três momentos.

No período que os alunos tinham acesso ao conteúdo, foi pedido que os alunos fizessem sempre ao final de cada aula, um resumo dela, podendo pausar o vídeo quantas vezes fossem necessárias, com o intuito de que fizessem suas anotações e levá-las posteriormente para sala de aula, a fim de que o professor pudesse corrigi-los e verificasse o entendimento de cada um. Além de alguns questionários (com questões objetivas) baseados no conteúdo do vídeo, foram disponibilizados com o auxílio do aplicativo *Plickers* e dos formulários Google.

Para a condução das discussões, a turma foi dividida em pequenos grupos de quatro pessoas, os quais deveriam responder uma lista de exercícios com questões subjetivas, a fim de poderem trocar ideias entre si, com base nos estudos adquiridos, e após o término da resolução, a lista deveria ser entregue ao professor no final das aulas, para corrigi-la e devolvê-la para que em um outro momento, pudessem conferir as correções (foi o que ocorreu nas aulas dos processos de condução e convecção).

Tanto os resumos, quanto os questionários, serviram como forma do professor acompanhar e visualizar quais alunos faziam as atividades, além é claro, de servir como base para identificar as principais dificuldades de cada aluno em sala de aula. Dessa forma, após os alunos terem acesso aos materiais e realizado essas atividades em casa, os alunos puderam levar para sala de aula seus resumos, anotações e dúvidas, para que juntamente com seus colegas em grupos, pudessem ser feitas discussões orientadas pelo professor.

Segundo Holanda (2019), foi nesse momento que os alunos demonstraram mais dúvidas em relação ao conteúdo, e que suas orientações junto com sua presença em sala de aula, foram fatores essenciais na redução das dificuldades dos alunos nos exercícios propostos.

Nesse sentido, após a abordagem do conteúdo sobre o processo de transmissão de calor por radiação, o autor finaliza essa última etapa com a realização de uma atividade prática em sala de aula, dividindo-a em dois grandes grupos, os quais ficaram responsáveis pela realização de um dos dois experimentos sobre os outros dois processos de transmissão de calor: condução e convecção.

Para isso, os alunos puderam contar com um certo preparo, o qual durou em torno de uma semana antes de sua exposição. A finalização dessa sequência ocorreu da seguinte forma: aplicação desses experimentos; discussão em grupo sobre os estudos adquiridos em relação ao conteúdo; e resolução de três questões, de modo que os grupos dos respectivos experimentos

pudessem discuti-los com base em suas análises. Fechando assim, esta sequência didática sobre os processos de transmissão de calor, com base nas etapas da sala de aula invertida, as quais Cals Neto (2020) destacou em seu trabalho.

Diante do exposto, caso um professor do ensino de Física deseje abordar um conteúdo com base no método da sala de aula invertida, e ainda não sabe como proceder, os autores Cals Neto (2020), Santos (2019) e Holanda (2019) disponibilizam ao final de sua dissertação de mestrado, um produto educacional produzido a partir dessas pesquisas, o qual apontam diversas sugestões, que podem ser facilmente adaptadas ao conteúdo que se almeja ensinar.

Vale ressaltar que os autores encontraram muitas dificuldades no decorrer da aplicação deste método, contudo, após buscarem várias formas de superá-las, perceberam que o esforço valeu a pena, pois segundo eles, os resultados mostraram que a combinação dos recursos digitais com as atividades práticas em sala de aula, proporcionaram para os alunos um ensino satisfatório e prazeroso na apreensão dos conteúdos.

Além disso, foi possível perceber que dentre as formas de disponibilização prévia dos conteúdos para os alunos, a maioria se deu pela utilização de videoaulas (seja por terceiros ou produção própria). Todavia, segundo Bergmann e Sams (2018), isso não se resume somente à qual forma utilizada para que os alunos tenham acesso ao conteúdo antecipadamente (como por exemplo vídeos), tampouco substituir ou ocultar o papel do professor, muito pelo contrário, como dito anteriormente na análise dos trabalhos e no referencial teórico, a presença do professor em sala de aula é de suma importância, e jamais suas práticas pedagógicas serão substituídas somente pela produção desses materiais digitais, os quais abordam somente a parte conceitual de um determinado conteúdo. É necessário olhar para o processo como um todo, onde o professor deve continuar sempre se reinventando e buscar constantemente, novos métodos de ensino, que contribuam cada vez mais para a ressignificação do processo de ensino e aprendizagem.

É evidente a pouca quantidade de trabalhos analisados, entretanto, devido a poucos trabalhos relevantes que abordam a mesma temática em questão desta pesquisa, limitou-se somente a esses três autores: Cals Neto (2020), Santos (2019) e Holanda (2019). E mesmo havendo essas limitações, os trabalhos desses autores foram de grande valia para atingirem o objetivo desta pesquisa.

Vale destacar também, que dentre as aplicações das atividades práticas em sala de aula, as quais estão descritas no trabalho de Cals Neto (2020) como o segundo momento da sala de aula invertida, os autores em geral, fizeram o uso de resolução de problemas, aplicaram experimentos em sala de aula e usaram um laboratório para o ensino de física térmica, mas não foi encontrado em nenhum desses trabalhos, uma pesquisa tratando deste conteúdo utilizando, dentro da perspectiva da aprendizagem ativa, a aplicação de projetos, o qual também é destacado no trabalho de Cals Neto (2020), como sendo uma possibilidade de usá-lo na construção do conhecimento no momento da aula presencial.

O que permite refletir sobre novas formas de abordagem deste método em um trabalho posterior a esse. Já que, as possibilidades do método da sala de aula invertida podem promover no aluno uma maior autonomia, promovendo assim um aprendizado que possibilite ao aluno desenvolver competências e habilidades para lidar com diversas situações do cotidiano, contribuindo assim cada vez mais um crescimento pessoal e profissional (CCL PROJECT, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se, que os objetivos propostos pela pesquisa foram alcançados. Uma vez que, situou-se teoricamente os processos de transmissão de calor no contexto da Física,

caracterizou-se a sala de aula invertida como método individual e coletivo de aprendizagem, e de se ter avaliado em trabalhos já produzidos as contribuições didático-pedagógicas da mesma.

Certificou-se nos trabalhos consultados, que o método da sala de aula invertida tem grande potencial de contribuir para o ensino dos processos de transmissão de calor, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para o desenvolvimento cognitivo autônomo do aluno no que diz respeito ao conteúdo dos processos de transmissão de calor.

Vale ressaltar que mesmo os estudos escolhidos mostrando bons resultados com a aplicação da sala de aula invertida, foi evidenciado não ser uma tarefa de fácil consecução o que exige preparo, planejamento, avaliação e envolvimento de todos.

Outro aspecto a ser destacado é que o método sala de aula invertida em suas diversas faces não exclui o papel do professor, ao contrário, requer a presença desse profissional que antes de tudo precisa compor em sua prática pedagógica conhecimento específico e pedagógico para melhor desempenhar seu trabalho.

Dito isto, os programas de formação de professores devem continuar empreendendo esforços na discussão, implantação e implementação de recursos didáticos diferenciados com vista a munir os docentes de estratégias e métodos eficazes de ensino e aprendizagem, objetivando que a ação docente se transforme em um conjunto de práticas didático-pedagógicas intencionais, interativas e colaborativas.

Desse modo, verificou-se que as interfaces de ensino e aprendizagem da sala de aula invertida para o conteúdo processos de transmissão de calor residem na ideia teórica e prática da inserção dos recursos didáticos virtuais, com diferentes interfaces, usados como uma forma de disponibilizar antecipadamente os conteúdos para os alunos, de modo que o momento da aula presencial, seja mais direcionado para a realização de atividades práticas, proporcionando formas eficazes de se ensinar e aprender a Física.

REFERÊNCIAS

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2018. Disponível em: <https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/Sala-de-Aula-Invertida-Uma-metodologia-Ativa-de-Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 09 maio 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em 25 maio 2022.

CALS NETO, Humberto Matta Rezende. **O Uso da Sala de Aula Invertida Baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa: Uma proposta de ensino de termologia e calorimetria**. 2020. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2020. Disponível em:

https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/yhgWC78TSaCLL3UdGi9nEw/content/Disserta%C3%A7%C3%A3o_HUMBERTO%20MATTATTA%20REZENDE%20CALSA%20NETO.pdf. Acesso em: 07 out. 2022.

CCL PROJECT. **CCL Guide: learning story flipped classroom**. Braga: Universidade do Minho, 2013. Disponível em: http://creative.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=b0845def-9c31-476d-a3be-52a04c1e23a0&groupId=96459. Acesso em: 19 nov. 2022.

CHISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; STAKER, H. **Ensino híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos**. São Paulo: Clayton Christensen Institute, 2013. Disponível em: https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/ensino-hibrido_uma-inovacao-disruptiva.pdf. Acesso em: 09 maio 2021.

DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de Física: mecânica**. 18. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: ondas, óptica e termodinâmica**. 1. ed. São Paulo: Editora Ática, 2012.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HOLANDA, Jailson Silva. **Sequência de atividades didática para uma abordagem dos processos de transmissão de calor em uma perspectiva de Sala de aula invertida usando como recurso a plataforma Google sala de aula**. 2019. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacaoarquivo/polo-37-dissertacao-jailson.pdf>. Acesso em: 07 out. 2022.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física**. 1. ed. São Paulo: Editora Scipione, 2009.

MIRANDA, L. A. V. **Educação online: interações e estilos de aprendizagem de alunos do ensino superior numa plataforma web**. 2005. 382 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade do Minho, Braga, 2005. Disponível em: https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/1120/1/TeseDoutoramento_LuisaMiranda.pdf. Acesso em: 29 ago. 2021.

MORAN, J. M. Nova personalidade [25 out. 2014]. Brasília: **Correio Braziliense**. Brasília. Entrevista concedida para Olivia Meireles. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2014/01/Jos%C3%A9-Moran.pdf>. Acesso em: 08 maio 2021

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na Escola**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 4-13, out. 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/159368>. Acesso em: 27 nov. 2022.

PAULILO, M. A S. A pesquisa qualitativa e a história de vida. **Serviço Social em Revista**. Londrina, v.2, n. 2, p. 135-148, jul/dez.1999. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/ssrevista/n1v2.pdf>. Acesso em 17 jun. 2021.

SANTOS, Carlos Henrique dos. **Utilizando Sala de Aula Invertida em Aulas Experimentais de Física Térmica**. 2019. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ufabc.edu.br/mobile/download.php?idioma=ptbr&acesso=web&codigo=77560&tipo_midia=2&iUsuario=0&obra=118424&tipo=1&downloadApp=1. Acesso em: 07 out. 2022.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo, SP: Cortez, 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/43531432/METODOLOGIA_DO_TRABALHO_CIENT%3%8DFICO_A_J_Severino_2017_Cortez. Acesso em 19 jun. 2021.

TREVELIN, A. T. C.; PEREIRA, M. A. A.; NETO, J. D. O. A utilização da “sala de aula invertida” em cursos superiores de tecnologia: comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido “flipped classroom” adaptado aos estilos de aprendizagem. **Revista Estilos de Aprendizaje**, Madrid, v. 11, n.12, 2013. Disponível em: <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/992/1700>. Acesso em: 06 maio 2021.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. 1. ed. - 21 reimp. - São Paulo: Atlas, 2012.

VALENTE, J. A. (2014). Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4, p. 79-97. Editora UFPR. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/er/nspe4/0101-4358-er-esp-04-00079>. Acesso em: 06 maio 2021.

VÁLIO, A. B. M. et al. **Ser protagonista**: Física. 3. ed. v.2. São Paulo: Edições SM, 2016.

VILANOVA, Ariane Delitti. **Sala de aula invertida versus sala de aula tradicional**: ensaio randomizado controlado no curso de técnico de enfermagem. 2021. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Técnico em Enfermagem, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Medicina, Botucatu, 2021. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/204092/vilanova_ad_me_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 27 nov. 2022

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.