



IGOR AZEVEDO CARVALHO

**PROMOVENDO INTERAÇÕES DOS ESTUDANTES EM
AULAS DE TEMPERATURA E CALOR POR MEIO DO
ENSINO SOB MEDIDA**

**LAVRAS - MG
2022**

IGOR AZEVEDO CARVALHO

**PROMOVENDO INTERAÇÕES DOS ESTUDANTES EM AULAS DE
TEMPERATURA E CALOR POR MEIO DO ENSINO SOB MEDIDA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel
Orientador

Prof. Dr. Fábio Marineli
Coorientador

**LAVRAS – MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Carvalho, Igor Azevedo.

Promovendo interações dos estudantes em aulas de temperatura e calor por meio do Ensino sob Medida / Igor Azevedo Carvalho. - 2022.

100 p.

Orientador(a): Antônio Marcelo Martins Maciel.

Coorientador(a): Fábio Marineli .

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Ensino de Física. 2. Interações em sala de aula. 3. Relato de experiência. I. Maciel, Antônio Marcelo Martins. II. , Fábio Marineli. III. Título.

IGOR AZEVEDO CARVALHO

**PROMOVENDO INTERAÇÕES DOS ESTUDANTES EM AULAS DE
TEMPERATURA E CALOR POR MEIO DO ENSINO SOB MEDIDA**

**PROMOTING STUDENT INTERACTIONS IN TEMPERATURE AND HEAT
CLASSES THROUGH JUST-IN-TIME TEACHING**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2022

Dr. Antônio dos Anjos Pinheiro da Silva – DFM – ICET – UFLA.

Dr. Alessandro Damásio Trani Gomes – UFSJ.

Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel
Orientador

Prof. Dr. Fábio Marineli
Coorientador

**LAVRAS – MG
2022**

A Deus, por estar à frente de tudo, conduzindo minha vida e abrindo as portas nos momentos exatos para meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

À minha esposa, Aline, por estar sempre me apoiando em tudo, dando o suporte que eu precisava e forças para continuar o trabalho. Por todo o carinho e paciência, por me trazer a maior felicidade todos os dias e ser a minha maior motivação para esta vitória.

Aos meus pais, por não medirem esforços para proporcionar as melhores oportunidades para mim. Pelo exemplo, preocupação e empenho na minha educação e dos meus irmãos. Por fazerem o que for preciso para nos ajudar em nossas conquistas.

Aos meus irmãos, amigos e amigas, por toda amizade, companheirismo e os ótimos momentos vividos. Por estarem comigo, sempre dispostos a me ajudar.

Aos meus colegas de mestrado que sempre me apoiaram e contribuíram para meu crescimento acadêmico e profissional, me ajudando em todos os momentos desafiadores.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a todos os professores de Ensino de Física, pelos conhecimentos partilhados durante a minha graduação em Física e no mestrado.

Ao meu orientador, professor Antônio Marcelo Martins Maciel pela oportunidade de continuarmos trabalhando juntos no mestrado e no desenvolvimento deste trabalho. Por todos os ensinamentos, pela paciência e pela amizade.

“Tenha cuidado com o que você pensa, pois a sua vida é dirigida pelos seus pensamentos.

Nunca fale mentiras, nem diga palavras perversas. Olhe firme para a frente, com toda a confiança; não abaixe a cabeça, envergonhado. Pense bem no que você vai fazer, e todos os seus planos darão certo. Evite o mal e caminhe sempre em frente; não se desvie nem um só passo do caminho certo”.

(Bíblia Sagrada, Provérbios 4: 23-27)

RESUMO

Realizada em uma escola da rede particular de Lavras-MG, esta pesquisa surge em meio ao Ensino Remoto Emergencial, mas visando solucionar uma questão que já se mostrava presente nas escolas há muito tempo: como estimular as interações dos estudantes durante o processo de ensino? Foi elaborada uma sequência didática sobre temperatura e calor, baseada no Ensino sob Medida, cujo objetivo é promover interações dos estudantes durante as aulas. Durante o desenvolvimento da proposta, eles assistiram a vídeos selecionados, enviados previamente aos encontros síncronos, e responderam a questões relacionadas aos temas. O intuito dessas atividades prévias foi despertar o interesse, antecipar as interações e identificar dúvidas dos alunos para favorecer as interações nas aulas. A análise dos materiais, interações e da eficácia da estratégia elaborada se deu por meio da construção de um Relato de Experiência, que contém análises das respostas dadas nas atividades e/ou nos encontros síncronos, dos diferentes tipos de interações que ocorreram na sala de aula virtual e das abordagens comunicativas utilizadas em cada parte da sequência didática. Percebeu-se uma mudança de comportamento tanto do professor, quanto dos alunos, havendo um número crescente de interações ao longo do desenvolvimento do trabalho, que também se tornaram mais longas e mais bem elaboradas do ponto de vista acadêmico. Cada parte da SD apresentada contém observações e sugestões para melhoria em futuros desenvolvimentos. Vale ressaltar que, apesar de ter ocorrido no ensino remoto, acreditamos fortemente que a proposta terá resultados também significativos no ensino presencial.

Palavras-chave: Ensino de Física; interações em sala de aula; relato de experiência; propagação de calor.

ABSTRACT

Conducted in a private school in Lavras-MG, this research arises during Emergency Remote Teaching, but aiming to solve a question that has been present in schools for a long time: how to stimulate student interactions during the teaching process? A didactic sequence on Thermology was prepared, based on Just-in-time Teaching, whose objective is to promote student interactions during classes. They watched selected videos sent before synchronous meetings and answered questions related to the themes. The purpose of these previous activities was to arouse interest, anticipate interactions and identify students' doubts to favor interactions in class. The analysis of materials, interactions and the effectiveness of the elaborated strategy took place through the construction of an Experience Report. This report contains analyzes of the responses given in the activities and/or in the synchronous meetings, the different types of interactions that took place in the classroom and the communicative approaches used in each part of the didactic sequence. It was noticed a change in the behavior of both the teacher and the students, with an increasing number of interactions throughout the development of the work. These interactions have also become longer and more academically elaborated. Each part contains observations and suggestions for improvement in future developments. It is worth mentioning that, despite having taken place in remote teaching, we strongly believe that the proposal will be even more effective for face-to-face teaching.

Keywords: Physics Teaching; classroom interactions; experience report; heat propagation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	Interações em sala de aula	15
3.2	Ensino sob Medida	18
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
5	TEMPERATURA E CALOR	27
6	A PESQUISA	33
6.1	Local, sujeitos da pesquisa e tema selecionado	33
6.2	Coleta de dados	34
6.3	Relato de experiência e processo de análise	34
7	APRESENTAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS DA SEQUÊNCIA	37
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
	REFERÊNCIAS	62
	APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL	64

1 INTRODUÇÃO

Vivenciando e refletindo sobre a realidade do ensino em meio à pandemia de COVID-19, uma situação totalmente atípica e, em certa medida, caótica, observamos uma necessidade urgente de reformulação das estratégias adotadas, tendo em vista que durante o regime de ensino remoto, instituído buscando frear a disseminação do vírus SARS-CoV-2, identificamos pouca participação dos alunos, evidenciada pelas poucas interações, acarretando consequências nos processos de ensino e de aprendizagem. É nesse contexto que tomamos a decisão de criar um produto educacional que lida com a questão das interações dos estudantes, algo que entendemos possuir maior relevância em meio à situação singular que estamos vivendo e que afeta todos os setores da sociedade, inclusive a educação.

Para uma melhor contextualização, será feita uma breve apresentação de algumas características do local em que o trabalho foi desenvolvido, uma escola da rede particular de Lavras-MG. A primeira delas é que o colégio adota um sistema apostilado. Não há críticas em relação à apresentação dos conceitos pelo material adotado: é um material de qualidade, sem erros conceituais e com uma boa escrita e apresentação. Porém, ele se limita a exigir que sejam tratados todos os conteúdos conceituais nele presentes, sem uma orientação de estratégias de ensino. Como é necessário cumprir os conteúdos, isso direciona o trabalho, mas há liberdade de escolha em relação a estratégias que o professor julgar mais adequadas.

Nesse contexto, há uma inquietação latente: cumprir o conteúdo programático a qualquer custo, muitas vezes de forma expositiva e acelerada, frequentemente leva à passividade por parte dos estudantes. Essa falta de interações, indiferença e apatia dos alunos atrapalha o processo de construção do conhecimento. Esse foi um problema que se mostrou evidente ao longo do ensino remoto desenvolvido no ano de 2020 e no primeiro semestre de 2021. Assim, consideramos que havia a necessidade de buscar estratégias que levassem a uma maior participação dos alunos durante as aulas e que essa participação fosse evidenciada por interações nas aulas. No entanto, essa não era uma inquietação que surgiu com o ensino remoto, já estava presente desde a época em que desenvolvi o meu Trabalho de Conclusão de Curso. De forma breve, durante o TCC – que envolveu o desenvolvimento de atividades em sala de aula –, o caminho delineado para favorecer uma maior participação dos estudantes foi começar a usar questionamentos a partir de situações-problema, estimulando e instigando suas interações nas discussões dos temas e conceitos que estavam sendo trabalhados. Durante as aulas, também estávamos sempre buscando levantar hipóteses sobre os fenômenos físicos em estudo para identificar os conhecimentos prévios dos alunos.

Na sala de aula presencial, essa estratégia gerava a participação dos alunos, com um estímulo e favorecimento de interações. Entretanto, ao tentar usar a mesma estratégia no ensino remoto, não

foram obtidas respostas significativas; o distanciamento e a transição para o sistema não presencial diminuíram as interações dos estudantes consideravelmente. Isso foi sendo identificado ao longo do desenvolvimento das aulas no regime remoto, com poucas manifestações orais dos alunos, assim como poucas manifestações escritas através do chat do sistema de aulas remotas utilizado pela escola. O fato de ser mais cômodo para os estudantes simplesmente “escutar a tela”, fez retomar a postura passiva, que voltou a ser um fator predominante nas aulas. Em suma, o que era feito na sala de aula presencial e promovia as interações se mostrou ineficaz no ensino remoto e, assim, entendemos que era necessária uma mudança na condução das atividades didáticas.

Nesse sentido, foi fundamental a busca por estratégias que estimulassem a participação e as interações nas aulas. Como essas interações não vinham acontecendo no momento da aula, consideramos buscar antecipá-las, solicitando aos alunos respostas antes das aulas síncronas. Assim a interação já teria acontecido previamente à aula como uma atividade ou tarefa que faria parte do processo de avaliação.

Identificamos como possibilidades de estratégias para serem utilizadas a Sala de Aula Invertida (SAI) e o Ensino Sob Medida (EsM). Como a SAI solicita aos alunos um estudo mais aprofundado sobre o tema antes da aula, ela não tem a finalidade de orientar a aula do professor, pois na aula já se espera que o aluno tenha visto o assunto e tenha uma maior interação. Já o EsM é feito para se pensar a aula a partir de um estudo prévio (reconhecimento do assunto) realizado pelos alunos antes das aulas.

Como a finalidade do nosso trabalho era estimular as interações, escolhemos o EsM, almejando a interação dos alunos com o conteúdo antes do encontro síncrono. Dessa forma, a estrutura da aula e o que seria abordado pôde ser direcionado a partir dos interesses e dificuldades dos alunos, para se buscar mais interações no momento da aula. Resumindo, a principal intenção da proposta didática aqui utilizada foi estimular a participação dos estudantes, por meio de interações, por isso escolhemos o Ensino sob Medida. Foi feita uma seleção dos recursos didáticos a serem utilizados e a elaboração de atividades com questões que visavam despertar o interesse dos alunos, facilitando a identificação de dúvidas e favorecendo as interações nos momentos de encontro síncrono.

Estabelecido o uso do EsM, a próxima etapa foi pensar em materiais que possibilitassem o reconhecimento prévio, pelos alunos, dos assuntos que seriam discutidos nas aulas. O conhecimento das posturas e hábitos dos estudantes deu o direcionamento para fazermos uma boa seleção do material didático. Consideramos, a princípio, a possibilidade de leitura da introdução dos capítulos das apostilas, de textos científicos e o uso de vídeos. Dentre essas opções, avaliamos que vídeos que tinham grande popularidade, com muitos acessos e reconhecimento por parte dos estudantes,

gerariam uma maior motivação e mais estudantes realizariam as atividades propostas, possibilitando maior interação nas aulas.

Cabe ressaltar que toda motivação para o desenvolvimento desse trabalho se deu pelo ensino remoto, mas isso não significa que é um recurso próprio para esse regime de ensino. Toda sua potencialidade pode ser levada para o ensino presencial. Acreditamos que nessa modalidade os resultados possam ser bastante significativos e até mais satisfatórios que no ensino remoto, principalmente porque a interação entre alunos se daria mais facilmente. Portanto, a proposta aqui desenvolvida não perderá seus propósitos ao fim da pandemia, como também não é específica para o Ensino Remoto ou Ensino Híbrido.

No próximo capítulo, está descrito o objetivo deste trabalho, de forma explícita e direta. Em seguida, o capítulo 3 traz a fundamentação teórica deste trabalho, que começa com referências sobre as interações em sala de aula e seus tipos, com uma ferramenta de análise proposta por Mortimer e Scott (2002). Ainda no mesmo capítulo, falaremos sobre a proposta do Ensino sob Medida e das adaptações que foram feitas para nossa pesquisa. A revisão bibliográfica, no capítulo 4, detalha nosso procedimento de pesquisa para investigarmos trabalhos que possuíssem relações com o nosso, analisando semelhanças e diferenças.

O capítulo 5 traz uma descrição dos conceitos principais que são abordados ao longo da sequência didática, especialmente a temperatura e o calor. Outros conceitos abordados nesse capítulo são: equilíbrio térmico e a Lei Zero da Termodinâmica; termômetro, escalas e conversões; fluxo de calor, condutividade e resistência térmica; meios de propagação de calor: condução, convecção e irradiação.

O capítulo 6 traz uma visão geral da pesquisa. Começa descrevendo informações relevantes e peculiares do local e dos sujeitos da pesquisa e como foi selecionado o tema. Em seguida, é detalhado como se deu a coleta de dados e o processo de análise desses dados, com critérios importantes para a construção do relato de experiência e que se encontra no capítulo seguinte.

Todas as partes da SD são descritas, de forma detalhada, no capítulo 7. Em cada uma delas, são colocados os vídeos utilizados, as questões enviadas, os recursos utilizados e ao final de cada parte, as impressões e análises de como ocorreu o desenvolvimento das aulas. No capítulo 8, essas análises são sintetizadas, com uma avaliação geral, especialmente dos tipos interações e da utilização do EsM.

Em apêndice, foi colocado todo o Produto Educacional, que é o resultado da SD com as análises feitas e um diálogo estabelecido com professores que vierem a ler o trabalho, com sugestões e considerações.

2 OBJETIVO

Investigar a eficácia de uma estratégia didática, baseada no Ensino sob Medida, na promoção de interações dos estudantes durante as aulas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O nosso referencial teórico será dividido em duas partes. A primeira é sobre as interações em sala de aula e como elas acontecem entre professor, aluno e conteúdo. Também será explicado a importância dessas interações para o aprendizado e como elas podem ser analisadas. A segunda parte vai tratar sobre o Ensino sob Medida (EsM) e como é a estrutura dessa metodologia ativa. Também vamos fazer uma abordagem sobre como o EsM tem o potencial de promover interações dos estudantes.

3.1 Interações em sala de aula

Os tipos de interações que ocorrem em sala de aula são as seguintes: aluno-conteúdo, professor-aluno, aluno-aluno. Vamos começar abordando a primeira, para depois abordar as outras, que são interações sociais.

A interação entre o aluno e o conteúdo a ser estudado é fundamental para a educação, pois “resulta em mudanças na compreensão do aprendiz, na sua perspectiva ou nas estruturas cognitivas da sua mente” (MOORE, 2014, p. 55). O objeto de estudo estimula o pensamento e as reflexões do aluno, geralmente ampliando o seu conhecimento. Essa interação pode acontecer de diferentes formas. Historicamente, a principal é por meio de materiais de leitura, mas outras maneiras vêm ganhando força com o passar do tempo e avanço da tecnologia. Vídeos, áudios, programas de computadores, aplicativos de celular, entre outros compõem uma variedade de fontes de informações, ideias, opiniões e explicações.

Em relação às interações que são sociais, as que se dão entre professor-aluno e aluno-aluno, elas também têm papel fundamental para o desenvolvimento cognitivo que, como afirmam Davis, Silva e Esposito (1989, p. 50), “depende tanto do conteúdo a ser apropriado como das relações que se estabelecem ao longo do processo de educação e ensino”. De acordo com as autoras, a necessidade das interações em sala já é ressaltada há muito por diversos teóricos da área da psicologia, como Mead, Piaget e Wallon.

As autoras tratam mais detalhadamente sobre a proposta de Vygotsky para o desenvolvimento dos alunos e como ela está diretamente relacionada à importância das interações sociais em sala de aula. Surge então, da abordagem histórico-cultural, o conceito de zona de desenvolvimento.

Segundo a teoria de Vygotsky, os alunos possuem dois níveis de desenvolvimento: o nível de desenvolvimento real e o potencial. O primeiro nível é tudo que eles conseguem fazer de forma independente. Ou seja, são os problemas que eles já apresentam uma autonomia para chegar à solução, sem necessitar da ajuda de outras pessoas. Já o nível de desenvolvimento potencial trata de um conjunto de conhecimentos que ainda não foram consolidados, mas dizem respeito a problemas que

os estudantes são capazes de fazer sob orientação. O espaço entre esses dois níveis é chamado de zona de desenvolvimento potencial. É papel do professor fazer a mediação e criar estratégias para que para o aluno amplie o nível de desenvolvimento real, passando a solucionar os problemas abordados autonomamente. Essa intermediação deve incidir zona de desenvolvimento potencial, que traz projeções sobre aquilo que o estudante tem possibilidade de aprender. Logo, o trabalho docente sempre acontece previamente ao desenvolvimento dos discentes e a cooperação para solução de um problema é fundamental para o desenvolvimento intelectual. Portanto, “a abordagem da aprendizagem escolar em termos de interação social é de fundamental importância quando menos por reverter a ênfase, bastante frequente, que se aloca aos fatores individuais no sucesso ou fracasso escolar” (DAVIS; SILVA; ESPOSITO, 1989, p. 50).

As interações sociais podem ter fins positivos e negativos, podendo ser “fontes de informações verdadeiras ou preconceituosas, de independência ou de dominação, de alienação ou de tomada de consciência” (DAVIS; SILVA; ESPOSITO, 1989, p. 52). Portanto, a importância de cada interação no contexto educacional não vem dela própria, mas sim de situações produtivas que ela pode gerar na zona de desenvolvimento potencial. As autoras ainda destacam que não há simetria nas interações, nem entre professor/aluno nem entre aluno/aluno por causa das experiências e vivência diferentes de cada um.

Levando em consideração tudo isso, a ênfase das interações deve estar na criação de condições que promovam a igualdade de oportunidades para a expressão individual, negociação, escolha etc. E não é papel apenas do professor buscar essas interações ao longo do processo educativo, também “é absolutamente imprescindível que a organização escolar se transforme para acolher as interações educativas que nela se passam” (DAVIS; SILVA; ESPOSITO, 1989, p. 54).

Relacionando as questões abordadas acima com a nossa proposta, há dois pontos que se destacam na forma como esta foi conduzida. Como visamos estimular as interações dos estudantes, houve a preocupação durante o todo processo em não julgar as suas respostas como certas ou erradas, para não inibir interações. Inclusive, foi reiterado aos discentes que não haveria prejuízos por respostas conceitualmente equivocadas. Pelo contrário, buscamos valorizar as suas respostas, mostrando os aspectos positivos e ajudando na construção do conhecimento. O outro ponto de destaque relacionado às interações na sala de aula, foi a oportunidade de identificação de dúvidas, que orientaram na elaboração das aulas. Por meio das atividades realizadas e das respostas analisadas, as expressões individuais puderam ser identificadas com mais clareza.

Mortimer e Scott (2002) ratificam a importância das interações e indicam como os significados são construídos a partir delas. A construção de novos significados possui um caráter individual, visto que cada estudante relaciona o conteúdo com conhecimentos que já possui. Por isso,

é de extrema importância que haja um meio de comunicação que permita aos estudantes exporem o seu pensamento, sem inibições quanto ao ‘certo’ ou ‘errado’.

Esses autores apresentam uma ferramenta para analisar as interações e a produção de significados nas aulas. Mais especificamente, percebe-se um destaque para a análise das ações docentes no direcionamento das interações em sala de aula, o que pode auxiliar os alunos no aprendizado.

A estrutura dessa ferramenta é baseada em cinco aspectos, que são colocados em três categorias: Focos de Ensino (1 e 2), Abordagem (3) e Ações (4 e 5). Os aspectos são destacados abaixo com explicações e observações principais de cada um.

Os aspectos relacionados à categoria Focos de Ensino são:

- a) Intenções do professor: de acordo com os autores, essas intenções são sintetizadas por:
 - criação de um problema;
 - exploração da visão dos estudantes;
 - introdução e desenvolvimento da ‘estória científica’;
 - condução dos estudantes no trabalho com as ideias científicas, dando suporte ao processo de internalização;
 - condução dos estudantes na aplicação das ideias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso;
 - manutenção da narrativa e sustentação do desenvolvimento da ‘estória científica’.

- b) Conteúdo: são destacadas três categorias, chamadas pelos autores de “características fundamentais da linguagem social”:
 - Descrição de um sistema, objeto ou fenômeno;
 - Explicação do fenômeno ou sistema através de um modelo ou mecanismo;
 - Generalização do fenômeno com descrições ou explicações sem necessidade de contextualização.

O aspecto relacionado à categoria Abordagem é:

- c) Abordagem comunicativa: esse aspecto exerce um papel central na ferramenta de análise, pois evidencia como o professor faz intervenções pedagógicas para trabalhar as intenções e o conteúdo do ensino. Essas intervenções podem resultar em diversos padrões de interação, que constituem o quarto aspecto. Em resumo, são trazidas quatro classes de abordagem comunicativa:

- Interativo/ Dialógico – há exploração de ideias por ambas as partes, trazendo diferentes pontos de vista. Nesse caso, são levadas em consideração as perspectivas dos alunos;
- Não-interativo/ Dialógico – Só professor fala, mas traz os diferentes pontos de vista, mostrando semelhanças e diferenças;
- Interativo/ De Autoridade – Visa chegar em um ponto de vista específico, mas o professor conduz os estudantes através de uma série de perguntas encadeadas;
- Não-interativo/ De autoridade – O professor simplesmente apresenta um ponto de vista específico.

Já os aspectos relacionados à categoria Ações são:

- d) Padrões de interação: O mais comum é I-R-A (Iniciação do professor, Resposta do aluno, Avaliação do professor), mas podem surgir outros que incluam uma ação discursiva de permitir que o aluno continue sua fala (P) e um feedback (F) para que o aluno elabore mais;
- e) Intervenções do professor: são elencadas seis formas de interação, tendo foco e ações específicas para cada uma delas. Podem ser tomadas as seguintes intervenções:
 - Dar forma aos significados;
 - Selecionar significados;
 - Marcar significados chaves;
 - Compartilhar significados;
 - Checar o entendimento dos estudantes;
 - Rever o progresso da estória científica.

Para analisar como se estabeleceu a comunicação durante as aulas, priorizamos a análise da abordagem comunicativa em diferentes momentos do desenvolvimento do nosso trabalho. Analisamos as principais alterações no tipo de comunicação, se essas foram interativas ou não-interativas e se foram de autoridade ou dialógicas. Em cada parte, avaliamos a comunicação predominante e, ao final, fizemos uma síntese dando uma visão geral.

3.2 Ensino sob Medida

As interações dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem têm sido apontadas cada vez mais como essenciais para a eficiência de tal processo. E como forma de promover essa

participação, as metodologias ativas se destacam em várias pesquisas realizadas desde a década de 1990 e vêm se ampliando cada vez mais (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 364). O que se observa na prática, porém, é que as aulas expositivas ainda são predominantes nas salas de aula. Com a chegada do ensino remoto, essas mesmas aulas foram transferidas para o ambiente virtual, mas suas características principais se mantiveram: longas explicações dos professores, às vezes com o uso de apresentações de slides ou por quadros virtuais e interações quase inexistentes dos alunos, tanto por chat, como por áudio e vídeo.

O que pudemos observar no processo de nossas aulas, particularmente no primeiro ano de pandemia, foi que a realidade do ensino remoto, com aulas expositivas adaptadas, teve como consequência uma desmotivação ainda maior por parte dos nossos estudantes. Essa falta de interesse e a facilidade de se esquivar das interações, fez com que a maioria dos alunos se acomodasse e fizesse apenas o básico para sua aprovação.

Da mesma maneira que já era proposto para o ensino presencial, ainda podemos afirmar que “o professor tem como tarefa propiciar aos alunos condições para que possam se engajar no processo de aprendizagem e orientá-los de modo a alcançar uma aprendizagem significativa da matéria em estudo” (ARAUJO; MAZUR, 2013, p.364). Se essa tarefa já era desafiadora, agora se tornou ainda mais. Felizmente, os recursos disponíveis para isso também se multiplicaram, abrindo espaço para novos rumos para as atividades escolares.

Segundo Araújo e Mazur (2013), para a elaboração de aulas que estimulem a participação dos estudantes, o EsM é visto como uma ótima opção, pois leva em conta o conhecimento prévio dos alunos. Assim, suas dúvidas específicas passam a fazer parte das aulas, promovendo um maior interesse. Portanto, o EsM dá condições para o professor elaborar aulas que vão ao encontro das dificuldades previamente apontadas pelos próprios alunos. Além disso, ele também “tem se mostrado efetivo para formar o hábito de estudo antes das aulas” (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 365).

Conforme já citado anteriormente, a principal vantagem do EsM é que as dificuldades dos alunos são levadas em consideração para o planejamento das aulas, que passam a contemplar conhecimentos e dificuldades já apontadas pelos próprios estudantes. Essa metodologia tem, basicamente, três etapas, que serão descritas a seguir:

- a) Estudo prévio: professor recomenda materiais diversos relacionados ao tema que será trabalhado na aula seguinte. Juntamente ao material de estudo, são enviadas questões conceituais aos alunos, que devem respondê-las e enviá-las com antecedência para o professor, pois este precisará de tempo para ler as respostas e preparar a aula. Cabe salientar que quando mencionamos questões conceituais, estas não devem ser encaminhadas na

perspectiva de receber respostas prontas, muitas vezes buscadas na internet, sem a real compreensão. Devemos elaborá-las de modo que o aluno tenha liberdade na resposta e esse fato deve ser explicitado ao estudante, ou seja, que não existe resposta certa ou errada, que o importante é responder às questões em acordo com o entendimento que cada um possui. Vale destacar que as questões elaboradas para essa etapa foram pensadas no intuito de promover manifestações e discussões, não se limitando em identificar o quanto eles compreenderam. Como já falado anteriormente, no nosso trabalho adotamos vídeos para esta etapa de estudo prévio. Conforme ressalta Morán (1995), na concepção dos alunos, os vídeos estão ligados a lazer e não ao estudo científico. Dessa forma, devemos “aproveitar essa expectativa positiva para atrair o aluno para os assuntos do nosso planejamento pedagógico” (MORÁN, 1995, p. 27). Indo ao encontro do objetivo desse trabalho, que está relacionado à promoção de interações dos alunos, o autor destaca os impactos que os vídeos exercem e como os sentidos de cada indivíduo são estimulados quando este assiste a um vídeo: “O vídeo parte do concreto, do visível, do imediato, do próximo, que toca todos os sentidos. Mexe com o corpo, com a pele - nos toca e "tocamos" os outros, que estão ao nosso alcance, através dos recortes visuais, do close, do som estéreo envolvente”. (MORÁN, 1995, p. 28). Tendo também um envolvimento emocional dos alunos no processo, acreditamos em uma maior motivação ao participar das aulas e, conseqüentemente, maior número de interações;

- b) Discussões em sala de aula: Após o envio das respostas, o professor deve fazer uma análise do material e identificar quais as dúvidas mais frequentes, as quais serão o foco maior de estudo e discussão durante a aula síncrona. Então, durante a aula são retomadas as questões e citadas algumas respostas selecionadas, que possuam maior potencial de fomentar as discussões. Os autores não devem ser citados para não ficarem inibidos ou constrangidos. Como o professor já conhece as principais dificuldades e dúvidas, pode trazer recursos que auxiliem o esclarecimento durante a explicação. Os conteúdos/conceitos que os alunos apresentam maior facilidade não são abordados em sala ou, caso seja necessário, são retomados de forma breve;
- c) Atividades em grupo: Essa etapa deve levar em consideração vários fatores que compõem a aula, desde o ambiente ou regime de ensino até características dos indivíduos que participam dela, incluindo o próprio professor. A explicação oral do professor não deve passar de 10 minutos, havendo uma alternância no tipo de atividades realizadas para manter o interesse e concentração dos alunos. Podem ser feitas discussões, exercícios de fixação, experimentos e outros. A própria fala do professor também deverá ser intercalada com questões e/ou

exercícios para criar uma dinâmica mais interativa nas aulas. A prioridade deve ser a prática dos conteúdos estudados, aplicando-os em diversas situações.

Para o fechamento do ciclo, os discentes devem responder questões que estão relacionadas ao que foi trabalhado em sala. Conforme afirmam Araújo e Mazur (2013, p.372), essas questões, que são nomeadas como “Puzzles” (quebra-cabeças), devem ser intrigantes e trazer contextos diferentes dos discutidos em sala, de forma que o professor consiga avaliar se o aluno está conseguindo aplicar os conhecimentos discutidos em outras situações. Especificamente na situação do ensino remoto e adequando às exigências do colégio, as atividades dessa etapa foram adaptadas. Pela dificuldade de reuniões em grupo, foram propostas questões para serem respondidas posteriormente às aulas, individualmente. Essas questões deviam ser respondidas antes de se iniciar o estudo prévio para a próxima aula.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Ensino sob Medida desempenha um papel fundamental no nosso trabalho, fazendo parte, inclusive, do objetivo dele. Tendo em vista essa importância, o enfoque da nossa revisão de literatura será buscar e analisar trabalhos que utilizaram essa metodologia.

Foram pesquisados artigos em revistas de grande acesso por pesquisadores da área de Ensino de Física, sendo que as três delas que são direcionadas para a sala de aula estão assinaladas com asterisco (*). Os termos utilizados na busca foram: “Ensino sob Medida” e “Just-in-time teaching”, sendo encontrados 12 artigos concentrados em, apenas, 4 revistas. Para facilitar a visualização, os nomes das revistas pesquisadas e o número de artigos em cada uma foram colocados nos tópicos abaixo:

- a) *Experiências em Ensino de Ciências – 6 artigos
- b) Caderno Brasileiro de Ensino de Física – 4 artigos
- c) Revista Brasileira de Ensino de Física – 1 artigo
- d) Investigações em ensino de ciências – nenhum artigo
- e) Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências – nenhum artigo
- f) Ciência & Educação (Bauru) – nenhum artigo
- g) *A Física na Escola – nenhum artigo
- h) Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – nenhum artigo
- i) *Revista do Professor de Física – 1 artigo

Os artigos encontrados, separados por revista, foram:

- a) ***Experiências em Ensino de Ciências**
 - A sala de aula invertida (flipped classroom) e as possibilidades de uso da plataforma professor online no domínio das escolas públicas estaduais do Ceará. (EVANGELISTA; SALES, 2018)
 - Uma comparação entre Team-Based Learning e Peer-Instruction e avaliação do potencial motivacional de métodos ativos em turmas de física do ensino médio. (COELHO, 2018)
 - Princípio de Arquimedes e Condições de Flutuação em Estações Laboratoriais no Ensino Fundamental. (MOTA; LOPES DOS SANTOS, 2020)

- Calouros do Bacharelado e da Licenciatura em Física da UFES: Diferenças, Semelhanças, Dificuldades e Resiliência – Um Estudo de Caso. (GAUDIO; PIETROCOLA, 2019)
- Motivação e Aprendizagem do Conteúdo Movimentos por Meio de uma Sequência Didática Centrado em Experimentos. (GONÇALVES; FOLQUENIM; GOYA, 2019)
- Análise de Questões Elaboradas por Acadêmicos de Anatomia Humana em uma Estratégia de Sala de Aula Invertida. (SCHEUNEMANN; LOPES, 2020)

b) Caderno Brasileiro de Ensino de Física:

- Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. (ARAÚJO; MAZUR, 2013);
- Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. (OLIVEIRA; VEIT; ARAÚJO, 2015)
- Proposta de Sequência Didática para Hidrostática: Aprendizagem Ativa em Destaque no Ensino de Física. (CID *et al*, 2021)
- Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade. (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012)

c) Revista Brasileira de Ensino de Física:

- Elaboração e implementação de uma unidade didática baseada no Just-in-Time Teaching: um estudo sobre as percepções dos estudantes. (PASTORIO *et al*, 2020)

d) *Revista do Professor de Física:

- Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas. (STUDART, 2019)

Analisando os trabalhos e seus enfoques, fizemos uma seleção dos artigos que eram pertinentes para nossa revisão bibliográfica. Foram descartados aqueles nos quais os termos pesquisados eram apenas citados como uma metodologia ativa ou nas referências, mas não faziam parte do desenvolvimento do trabalho em si. O quadro a seguir sintetiza as informações e critérios utilizados no processo de seleção:

Quadro1: Relação de artigos e revistas selecionados na revisão bibliográfica

Revista	Artigo	Observação	Ação
Experiências em Ensino de Ciências	1	Enfoque na Sala de Aula Invertida (SAI). Os termos procurados aparecem somente duas vezes, sendo citado uma vez no texto e outra nas referências.	Descartado
	2	Enfoque na Team-based Learning (Aprendizagem Baseada em Equipes) e na Peer-instruction (Instrução pelos Colegas). Os termos procurados aparecem somente duas vezes, sendo citado uma vez no texto e outra nas referências.	Descartado
	3	Enfoque na Team-based Learning (Aprendizagem Baseada em Equipes). Os termos procurados aparecem somente uma vez, nas referências.	Descartado
	4	Enfoque na Resolução de problemas. Os termos procurados aparecem somente uma vez, nas referências.	Descartado
	5	Enfoque em experimentos. Os termos procurados aparecem somente uma vez, nas referências.	Descartado
	6	Enfoque na Sala de Aula Invertida (SAI). Os termos procurados aparecem somente uma vez, sendo citado no texto.	Descartado
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	7	Enfoque no Ensino sob Medida (EsM) e Instrução pelos colegas (IpC). Referência fundamental do nosso trabalho, é também citado em vários outros artigos que tratam de Metodologias ativas.	Selecionado
	8	Enfoque no Ensino sob Medida (EsM) e Instrução pelos colegas (IpC). Possui um autor em comum com o artigo anterior: Ives Solano Araújo. O artigo também é um "Relato de experiência", outro fator em comum com o nosso trabalho.	Selecionado
	9	Enfoque no POE (Predict - Observe - Explain), Ensino sob Medida (EsM) e Instrução pelos colegas (IpC). Como utiliza o Ensino sob Medida como uma das metodologias principais, também será analisado mais detalhadamente.	Selecionado

	10	Enfoque nos 3 momentos pedagógicos. Apesar de o artigo ter aparecido nas buscas os termos procurados sequer aparecem dentro do texto ou das referências.	Descartado
Revista Brasileira de Ensino de Física	11	Enfoque no Ensino sob Medida (EsM). Como utiliza o Ensino sob Medida para a elaboração e implementação de uma Unidade Didática, também será analisado mais detalhadamente.	Selecionado
Revista do Professor de Física	12	Enfoque em Metodologias Ativas em geral, sendo o Ensino sob Medida uma delas. Não houve o desenvolvimento de um trabalho utilizando-se o Ensino sob Medida (EsM).	Descartado

Fonte: Autor

O principal destaque na revisão da literatura é o artigo [7], de Araújo e Mazur (2013), que foi publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física e possui como título: “Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física”. Esse artigo também aparece nas referências bibliográficas de todos os artigos selecionados e faz parte não só na nossa revisão de literatura, mas também é referência bibliográfica fundamental do nosso trabalho.

Na maioria dos trabalhos, o EsM aparece fazendo-se uma associação com outras metodologias. Em suas pesquisas, os autores dos artigos [7], [8] e [9] utilizam o ESN (Just-in-Time Teaching) associado ao método Instrução pelos Colegas (Peer Instruction), enquanto no artigo [9] também há uma associação dessas duas metodologias ativas a uma terceira: Predizer-Observar-Explicar (POE). Apenas no artigo [11] é apresentada uma proposta se utilizando somente do EsM.

Em relação aos níveis e temas, os trabalhos dos artigos [8] e [9] foram desenvolvidos no Ensino Médio com os temas principais sendo Eletromagnetismo e Hidrostática, respectivamente. Já o trabalho do artigo [11] foi desenvolvido no Ensino Superior, na disciplina de Física Geral 1 (Mecânica). No artigo [7] não é apresentado um desenvolvimento de trabalho em sala de aula.

Em nossa revisão de literatura, identificamos algumas semelhanças com o nosso trabalho: Indo ao encontro da nossa proposta, no artigo [8] é ressaltado que as discussões nas aulas muitas vezes eram iniciadas pelas próprias respostas dos alunos, “por um lado para partir das próprias ideias deles, por outro, para motivá-los a responder”. A proposta feita no artigo [7] traz Tarefas de Leitura precedendo as aulas, enquanto no artigo [11] é acrescentado o uso de simuladores e vídeos. O trabalho desenvolvido no artigo [9], já ocorreu após o início do isolamento social, assim como o nosso.

De acordo com Araújo e Mazur (2013, p.380), os pontos fortes do EsM “estão em considerar o conhecimento prévio do aluno, favorecer interações sociais voltadas para a construção do conhecimento”. Esses fatores foram levados em consideração ao analisarmos os resultados dos artigos selecionados, tendo em vista também que o objetivo do nosso trabalho será investigar a eficácia do EsM na promoção de interações dos estudantes durante as aulas. Os resultados dos artigos que foram destacados estão, portanto, associados ao comportamento dos alunos durante o desenvolvimento do trabalho: suas interações, comprometimento e visão sobre o processo.

Sobre as tarefas prévias e o desenvolvimento das aulas, os resultados das pesquisas descritas nos artigos [8] e [9] mostraram um maior número de interações dos alunos e maior motivação para aprender. Os autores do artigo [8] ainda destacam que “os alunos ficavam empolgados com as discussões dos conceitos físicos envolvidos” e “se mostravam compenetrados e frequentemente havia questionamentos sobre os conceitos estudados”. Em dois artigos também são destacadas interações positivas com maior frequência ao longo das tarefas de leitura e durante as discussões em sala de aula e, no artigo [11], também é evidenciado um alto número de envio de respostas em relação ao total de alunos matriculados na disciplina.

Nos artigos [8] e [11] também foi analisada a visão dos alunos em relação às metodologias: no [8] afirma-se que os alunos consideraram a experiência “muito positiva”. Em contrapartida, no [11] mostra-se que alunos ficaram divididos sobre a influência do EsM nos estudos individuais. Neste também é indicado, por outro lado, “um bom resultado quanto àqueles que identificaram uma modificação do hábito de estudos com a aplicação da metodologia”, considerando o método promissor quanto à aceitação. No artigo [8] ainda é mostrado que 19% dos alunos “mencionaram, espontaneamente, que aprender tinha se tornado divertido”. Além disso, indica também ganhos na aprendizagem.

Consideramos que essa revisão de literatura ratifica as potencialidades do EsM e mostra a importância de mais pesquisas fazendo o uso dessa metodologia ativa de ensino, que ainda é recente no Brasil e tem poucos trabalhos desenvolvidos, mas que apresentam alternativas promissoras aos métodos tradicionais de ensino.

5 TEMPERATURA E CALOR

A termologia aborda conceitos fundamentais no nosso cotidiano como, por exemplo, a temperatura, que está presente em várias situações corriqueiras desde a nossa infância. Outro conceito abordado, que é automaticamente associado à temperatura, é o “calor”, que muitas vezes é utilizado de forma incorreta, como sinônimo de “quente”, mas na realidade é a energia térmica em trânsito de um corpo para outro devido à diferença de temperatura.

O entendimento desses dois conceitos, temperatura e calor, constitui a base do estudo da nossa sequência didática. O estudo da temperatura e das energias associadas a ela possibilita o entendimento de fenômenos térmicos do cotidiano e aplicações tecnológicas complexas. Situações simples, como colocar um termômetro para descobrir a temperatura de um corpo, por exemplo, fazem parte da vida dos estudantes e serão abordadas em nosso trabalho. Por outro lado, o funcionamento de um motor à combustão interna também é estudado pela termologia. O conteúdo programático da SD de nossa pesquisa trará conceitos iniciais dessa área e não abordará as leis da termodinâmica - que serão tratadas posteriormente ao desenvolvimento da pesquisa, de acordo com a proposta do material didático adotado pelo colégio.

Em sua origem, o estudo da temperatura e do calor não pressupõe nenhum modelo microscópico para a matéria. Esse estudo faz parte de uma teoria fenomenológica, em que todos os conceitos são construídos em cima de observações para depois ser construída a teoria. A partir da recorrência dos fenômenos observados e dos experimentos científicos é construída toda a parte teórica.

A **temperatura** de um corpo pode ser definida como a medida do grau de agitação térmica de suas moléculas. Ou seja, ela está associada diretamente à energia cinética das partículas de um sistema que tenha uma temperatura, aproximadamente, constante. As sensações de quente e frio fazem parte do cotidiano e têm relação direta com essa grandeza física fundamental. Sua unidade no Sistema Internacional de Unidades é o kelvin (K).

O instrumento utilizado para se obter medidas de temperatura é chamado de **termômetro**. Esse instrumento contém, em seu interior, uma substância que possui alguma propriedade que pode ser medida – volume, comprimento, pressão etc. É imprescindível que a variação da propriedade que será medida seja regular no intervalo de temperatura em que o termômetro será utilizado. Ao se colocar o termômetro em contato com o corpo que se deseja medir a temperatura, o **equilíbrio térmico** ocorrerá após um tempo. Assim, como quaisquer objetos macroscópicos em contato térmico atingem a mesma temperatura, a leitura obtida no termômetro será a mesma do objeto. Conforme o

sistema medido se torna mais quente ou mais frio, a substância contida no termômetro também sofre alterações, que podem ser percebidas através de uma escala.

Os termômetros diferem por propriedades que variam de forma significativa quando estes são submetidos a uma mudança de temperatura. As principais são: volume de líquidos, como o mercúrio, que se dilata quando há um aumento de temperatura; comprimento de sólidos, principalmente metais, que ficam maiores com o aquecimento; a resistência elétrica de um condutor que aumenta quando há maior temperatura; a pressão de um gás confinado, que aumenta com o aumento de temperatura. Também temos o termômetro digital infravermelho, que capta a radiação térmica dos corpos e, por meio de um sensor que mede a frequência e a intensidade das ondas eletromagnéticas, é calculada a temperatura do corpo.

Apesar de não tratar de todas as leis da Termodinâmica em nossa SD, será necessária a compreensão da Lei zero da Termodinâmica, que vamos detalhar a seguir. Considere dois corpos, A e B, que estão isolados termicamente. Se o corpo A está em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, e B também está em equilíbrio térmico com o corpo C, então podemos afirmar que A e B estão em equilíbrio térmico entre si. Podemos, então, enunciar a Lei Zero da Termodinâmica: “Se dois sistemas estão em equilíbrio térmico com um terceiro sistema, então eles estarão em equilíbrio térmico entre si”.

As três principais escalas de temperatura são a escala Kelvin, a escala Celsius e a escala Fahrenheit. Conforme citado anteriormente, a unidade de medida adotada pelo SI é o kelvin. A escala Kelvin é uma escala absoluta, pois não tem valores negativos, se iniciando em 0 K (zero absoluto). Essa escala é baseada no ponto triplo da água, que ocorre em 273,16 K (e à pressão de, aproximadamente, 611 K), enquanto as demais escalas são definidas com a utilização de um termômetro que contém gás a volume constante. Assim, a pressão é diretamente proporcional à temperatura. A definição matemática de uma temperatura T_K medida por um termômetro de gás é:

$$T_K = (273,16K) \lim_{P \rightarrow P_T} \frac{P}{P_T} \quad (5.1)$$

Nessa expressão, a temperatura T_K deve ser medida em kelvins, P_T é a pressão do gás no ponto triplo (273,16 K) e P é a pressão na temperatura medida. A **escala Celsius** é uma escala relativa e se relaciona com a escala Kelvin através da seguinte equação:

$$T_C = T_K - 273,15^\circ \quad (5.2)$$

Nessa expressão, T_K é a temperatura em kelvins e T_C é a temperatura em graus Celsius. A terceira escala é a **escala Fahrenheit**, que se relaciona com a escala Celsius através da expressão matemática:

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32^\circ \quad (5.3)$$

Generalizando, podemos converter temperaturas entre diferentes escalas termométricas quando são conhecidos dois valores em uma escala e seus valores correspondentes em uma outra escala.

Outro conceito fundamental é o **calor (Q)**, que pode ser definido como a energia térmica transferida de um corpo para outro devido a uma diferença de temperaturas entre eles. O calor sempre flui, naturalmente, de um sistema mais quente para um sistema mais frio. Esse sistema pode ser um objeto, uma pessoa ou mesmo o ambiente. A unidade de medida de calor adotada pelo SI é o joule (J). Outras unidades muito usadas são a caloria (cal), a quilocaloria (Cal ou Kcal) ou a British thermal units (Btu). A relação entre essas unidades de medida é:

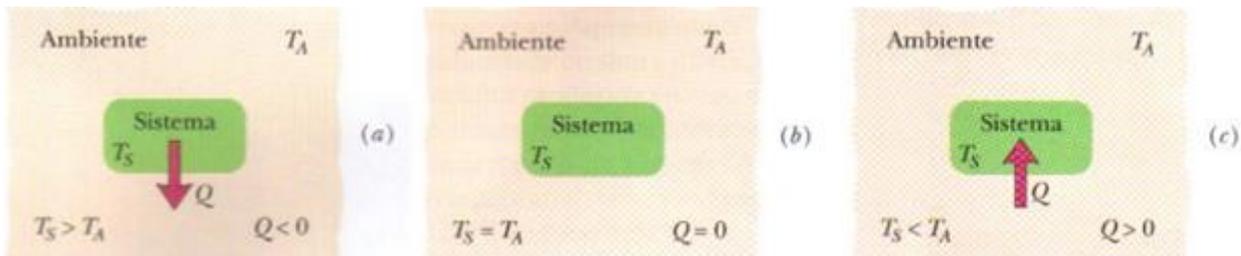
$$1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J} = 3,968 \times 10^{-3} \text{ Btu} \quad (5.4)$$

O calor pode ser ilustrado nas seguintes situações: Se um copo com água fria é colocado sobre a mesa, sua temperatura aumentará, pois receberá energia do ambiente. Esse aumento de temperatura ocorrerá até que a água chegue à mesma temperatura do ambiente. Analogamente, uma panela quente deixada em contato com o ambiente, terá sua temperatura diminuída e também entrará em equilíbrio térmico com o ambiente à sua volta. De forma geral, separamos o sistema e o ambiente: nas situações descritas, o copo e água ou a panela, são considerados com o sistema, que se encontra a uma temperatura T_S . Já a mesa e o ar ao redor dos sistemas, serão chamados de ambiente, que se encontra a uma temperatura T_A . Nos dois casos, há uma diferença de temperatura entre o sistema e o ambiente e ambos irão ter essa temperatura alterada. Essa alteração é mais perceptível no sistema, porém o ambiente também sofrerá uma pequena variação de temperatura. Essas variações nas temperaturas do sistema e do ambiente ocorrem até que seja atingido o equilíbrio térmico.

Quanto maior a temperatura de um sistema, maior será a sua energia térmica. Logo, a alteração da temperatura está ligada a uma alteração na energia térmica do sistema. Dessa forma, as partículas que compõem o sistema terão sua energia cinética e sua energia potencial alteradas, passando a se movimentar mais, caso haja um aquecimento, ou a se movimentar menos, no caso de resfriamento do sistema. Portanto, pode-se perceber que a troca de energia entre o sistema e o ambiente gera uma alteração no estado de suas partículas e só acontece enquanto suas temperaturas forem diferentes. O calor é essa transferência de energia e não ocorre quando há equilíbrio térmico. No caso de um sistema com temperatura inferior ao ambiente, o calor é absorvido e, por convenção, recebe o valor positivo. Por outro lado, se o sistema estiver em uma temperatura superior à temperatura do ambiente, o calor é cedido e, também por convenção, recebe o sinal negativo.

A figura 1 mostra a transferência de energia em três casos distintos: (a) quando a energia térmica é transferida do sistema para o ambiente, sendo a temperatura do sistema superior; (b) quando a temperatura do sistema é igual à do ambiente, havendo equilíbrio térmico; (c) quando a energia térmica é transferida do ambiente para o sistema, sendo a temperatura do sistema inferior.

Figura 1 – (a) Quando a temperatura do sistema é superior, o calor é negativo; (b) Quando as temperaturas são iguais, não há calor; (c) Quando a temperatura do sistema é inferior, o calor é positivo.



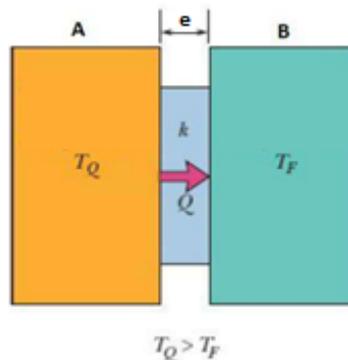
Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol. 2 (Adaptada).

Há três meios de propagação do calor: a condução, a convecção e a radiação térmicas. A **condução** só não ocorre no vácuo, pois está ligada à transmissão de energia entre partículas. O fluxo de calor, nesse caso, é dado pela taxa ϕ_{cond} com a qual a energia é transportada através de uma placa cujas faces são mantidas a diferentes temperaturas:

$$\phi_{\text{cond}} = \frac{Q}{t} = kA \frac{T_Q - T_F}{e} \quad (5.5)$$

Nesta expressão, T_Q é a temperatura da face mais quente, T_F é a temperatura da face mais fria, A é a área da placa, e é a espessura da placa e k é a condutividade térmica de seu material.

Figura 2 – Na condução de calor através de uma placa com espessura e e condutividade k , a energia é transferida, espontaneamente, de um corpo mais quente (A) para um mais frio (B).



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, vol. 2 (Adaptada).

Diferentes materiais podem ser bons ou maus condutores de calor (também chamados de “isolantes térmicos”). Surge, então, o conceito de resistência térmica, que é inversamente proporcional à condutividade. Quando se deseja conservar a temperatura de um sistema, seja uma

garrafa com água ou o interior de um cômodo, são utilizados materiais que apresentam uma maior resistência térmica (R). A expressão matemática que fornece a resistência de uma placa é:

$$R = \frac{e}{k} \quad (5.6)$$

Nesta expressão, e é a espessura da placa e k é a condutividade térmica do material. Observe que quanto maior a condutividade térmica do material que constitui a placa, maior será sua resistência térmica. Vale ressaltar que a resistência térmica não é uma propriedade do material e, sim, de um corpo – nesse caso, uma placa de espessura e . A unidade de resistência térmica adotada pelo SI é: $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$.

A **convecção** acontece somente em fluidos. Com a mudança de temperatura de uma parte da massa do fluido, é gerada uma alteração de sua densidade e passa a haver uma movimentação. Logo, a energia térmica é transferida devido a esse movimento gerado por diferentes temperaturas. Esse processo não ocorre em sólidos, tampouco no vácuo.

O terceiro processo de propagação de calor é a **radiação térmica**, onde se tem uma transferência de energia através de ondas eletromagnéticas. A taxa de emissão de energia de um objeto pode ser calculada por:

$$\phi_{rad} = \sigma \varepsilon A T^4 \quad (5.7)$$

Nessa expressão, σ é a constante de Stefan-Boltzman, que é igual a $5,6704 \times 10^{-8} \text{ W}/\text{m}^2\text{K}^4$, ε é a emissividade da superfície do objeto, A é a área da superfície e T é a temperatura de sua superfície, medida em kelvins.

A taxa de absorção de energia da radiação térmica do ambiente por um corpo pode ser calculada por:

$$\phi_{abs} = \sigma \varepsilon A T_{amb}^4 \quad (5.8)$$

Nessa expressão, a temperatura T_{amb} do ambiente é uniforme e dada, também, em kelvins. A emissividade ε aparece tanto na equação da radiação térmica emitida, quando na equação da taxa de absorção. Um corpo negro ideal tem sua emissividade $\varepsilon = 1$ e absorve toda a energia eletromagnética que recebe – não há reflexão.

A absorção de energia do ambiente e a emissão de energia para o ambiente acontecem de forma simultânea, então podemos calcular uma taxa líquida da troca de energia por radiação térmica entre o sistema e o ambiente pela seguinte expressão:

$$\phi_{líq} = \phi_{abs} - \phi_{rad} = \sigma \varepsilon A (T_{amb}^4 - T^4) \quad (5.9)$$

Quando a absorção de energia é maior, $\phi_{líq}$ é positiva, já quando há uma maior perda de energia por radiação, $\phi_{líq}$ é negativa.

Os conteúdos abordados nesse capítulo foram trabalhados em sala de aula durante o desenvolvimento da SD, relacionando a situações de seu cotidiano e sem aprofundamento da parte matemática.

6 A PESQUISA

Para uma melhor compreensão do contexto de desenvolvimento da pesquisa, antes de detalharmos o processo de coleta de dados e o processo de análise, vamos descrever o local e os sujeitos da pesquisa.

6.1 Local, sujeitos da pesquisa e tema selecionado

O colégio no qual o trabalho foi desenvolvido está situado na cidade de Lavras-MG e se difere da maioria dos colégios por também ter a opção de internato. Ou seja, os alunos que desejarem podem morar no próprio colégio. Há também aqueles que não moram e frequentam as aulas da mesma forma que em colégios regulares.

Durante o ensino presencial a carga horária disponibilizada para as aulas de física é de 4 horas-aula semanais. Porém, durante a pandemia, houve uma modificação nesse sistema: duas aulas remotas ocorriam de forma síncrona pelo Zoom e as outras duas aulas ocorriam pelo sistema do próprio colégio, onde eram disponibilizados materiais, atividades e avaliações.

Os alunos possuem, geralmente, entre 15 e 17 anos e o professor-pesquisador é o único responsável pelas aulas de Física no colégio. Assim, pudemos escolher entre as turmas dos três anos do ensino médio qual seria mais adequada para que a sequência didática fosse desenvolvida. Para fazermos essa escolha e a escolha do tema, analisamos dois fatores:

- a) Como foi o contato do professor com as turmas no ano de 2020, no qual teve início a pandemia e, conseqüentemente, o ensino remoto;
- b) Qual tema traria uma introdução de vários conceitos em um período relativamente curto, de modo que tornasse viável o desenvolvimento do trabalho.

A turma do 2º ano, em 2021, já havia tido aula com o professor-pesquisador enquanto cursavam o 1º ano do EM, em 2020, com um contato presencial apenas no início do ano letivo. Acreditamos que o fato de o contato ter acontecido quase que por completo remotamente, possa ter influenciado nas interações em sala de aula, durante os encontros síncronos. Porém, a constatação é de que nesta turma as interações foram bastante reduzidas ao longo de 2020. Assim, consideramos que esse fator daria uma boa referência para investigar a eficácia do EsM na promoção de interações dos estudantes durante aulas, objetivo deste trabalho.

O tema estudado por essa turma no prazo possível de desenvolvimento da sequência foram temperatura, calor e conceitos relacionados. Isso contribuiu também para a escolha, pois essa parte da Física introduz muitos conceitos em um período relativamente curto, permitindo o

desenvolvimento do ESM em diversas intervenções, como pode ser verificado no produto educacional explicitado no apêndice desta dissertação.

6.2 Coleta de dados

A coleta de dados durante o desenvolvimento do trabalho foi feita de maneiras diferentes para cada momento. Na primeira etapa, a de estudo prévio, os alunos deveriam assistir aos vídeos e responder aos questionamentos. Conforme já citado anteriormente, esse momento ocorria antes do encontro síncrono e a coleta de dados consistiu nas respostas enviadas pelos alunos pelo sistema do próprio colégio, virtualmente. Identificamos que as perguntas e respostas seriam o estopim para o processo de interações.

Durante as aulas remotas, a coleta de dados foi feita pelas manifestações no chat e manifestações orais dos alunos, pois é necessário perceber o processo de participação e de interação gerado pelas discussões, baseadas nas respostas enviadas por eles. Portanto, as aulas foram gravadas e feitas cópias das mensagens enviadas via chat.

As respostas às atividades propostas para casa também serviram como instrumentos de coleta de dados e foram usadas para fundamentar as análises apresentadas. Foi construído, também, um diário de campo contendo anotações, percepções e reflexões do pesquisador durante o desenvolvimento das atividades e após as aulas síncronas. Sempre que possível, essas anotações foram feitas imediatamente após as aulas, para uma maior riqueza de detalhes da percepção do professor.

6.3 Relato de experiência e processo de análise

Conforme detalhado anteriormente, a diminuição acentuada das interações foi evidente no Ensino Remoto Emergencial. Então elaboramos uma sequência didática na qual buscamos promover as interações dos alunos pelo Ensino sob Medida. Nas atividades, verificamos se houve a exposição de curiosidades, dúvidas, observações ou outras interações dos alunos promovidas pelo EsM.

Durante o processo, havia três principais possibilidades de interação: interações aluno-professor, aluno-conteúdo (objeto do conhecimento) e aluno-aluno. Para uma melhor descrição dos acontecimentos e dos ambientes criados para que a dinâmica acontecesse e favorecesse as interações, nossa metodologia foi direcionada pelo objetivo de pesquisa e desenvolvida através do relato de experiência (RE). Dessa forma, foi feita uma descrição de episódios de ensino, provenientes dos dados coletados e levando-se em conta dois momentos principais: como foram as construções das aulas e como decorreram as aulas.

É importante destacar que não foi feita uma investigação apenas dos alunos, mas também da própria postura docente durante o processo. Consideramos que a estratégia em questão não favorece as interações se não existir a condução do professor e que as interações dos alunos são promovidas pelo estímulo dado pelo docente. Ou seja, analisamos como os alunos responderam às diferentes ações e decisões do professor, trazendo também uma reflexão sobre a própria prática. Através do relato de experiência, foram feitas reflexões para ação em aulas posteriores: tanto durante a própria sequência didática, quanto para os professores interessados no trabalho, futuramente.

Segundo Daltro e de Faria (2019), o RE possui um conjunto de seis elementos necessários à sua construção documental. Resumidamente, são estes elementos:

- a) Compreender o RE como produção documental de narrativas;
- b) Autor como sujeito participante;
- c) Apresentação da experiência vivida de forma objetiva e rica (texto explicativo-interpretativo);
- d) Apresentação e articulação clara com as referências;
- e) Texto acessível para todos os interessados, não apenas pesquisadores;
- f) Evitar conclusões, mostrando lacunas e contradições. Porém, considerar os aprendizados e resultados, discutidos como uma produção singular.

Levando-se em conta esses elementos, foi construído um relato descrevendo os acontecimentos nas diferentes etapas, sendo de grande relevância o que foi registrado no diário de campo e os outros instrumentos de coleta de dados. Para se perceber o quanto essas manifestações estão relacionadas às atividades do EsM, buscamos nas interações dos alunos referências ao que foi visto nos vídeos ou pesquisado para responder às questões. Dessa forma, verificamos se as falas foram provenientes das ações anteriores que foram executadas e se remetiam, especialmente, à etapa de estudo prévio do EsM e como ele foi evidenciado pelo estudante.

Por meio do relato, portanto, avaliamos as respostas prévias dos estudantes, o material selecionado, as questões enviadas, a elaboração da aula, manifestações e interações promovidas durante o processo. Além de buscar indícios da eficácia do EsM como promotor de interações dos estudantes, avaliamos no RE os recursos escolhidos, possíveis melhorias na SD e aspectos favoráveis do EsM como um todo. A estrutura do produto educacional desenvolvido encontra-se na próxima seção, com todas as análises e observações que foram feitas.

Outros aspectos de análise foram fundamentados na referência de Mortimer e Scott (2002) para avaliar os cinco aspectos descritos anteriormente: Intenções do professor, conteúdo, abordagem

comunicativa, padrões de interação e intervenções do professor. Por meio dos diferentes instrumentos de coleta de dados, há como fazer uma análise mais específica e avaliar como se deu a construção de significados em cada parte da sequência didática proposta, conforme a estrutura proposta pelos autores (detalhada na seção 3).

7 APRESENTAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS DA SEQUÊNCIA

Nesta seção, será apresentada a sequência didática elaborada, como se deu o seu desenvolvimento ao longo do trabalho e quais foram os resultados obtidos. Optamos por englobar essas três etapas em uma seção com a finalidade de proporcionar uma maior fluidez à leitura e permitir um acompanhamento mais claro de como se deu o processo. Como os resultados serão descritos através de um relato de experiência, dividir em seções diferentes deixaria o trabalho fragmentado e dificultaria a leitura dele.

Nossa SD consiste em intervenções didáticas, fundamentadas no uso do EsM, em que são apresentados os materiais (vídeos) selecionados e as questões elaboradas que foram encaminhadas aos alunos, considerando que as intervenções estão inseridas em uma sequência de conteúdos conceituais previstos no planejamento anual do professor e da escola. Conforme foi exposto, o planejamento das aulas é decorrente das respostas encaminhadas.

A construção da estrutura da SD longo do desenvolvimento da proposta é componente fundamental deste trabalho, pois a estrutura final consiste no relato da experiência docente, considerando que o relato da prática do professor é fator fundamental no diálogo que será estabelecido com outros professores. Entretanto, alerta-se que os procedimentos realizados não mostram a outros professores o que deve ser feito de modo obrigatório. A finalidade é compartilhar uma experiência pessoal dos passos escolhidos para conseguir chegar aos resultados destacados.

Para a seleção dos vídeos, buscamos um canal do YouTube que trouxesse vídeos reconhecidamente populares e que chamassem a atenção dos alunos, sendo bem-produzidos e divertidos. Por sua boa dinâmica e clareza, e por não apresentar grandes erros conceituais, optamos então pelo canal “Manual do Mundo”¹. Foi feita uma pesquisa dos vídeos desse canal que tratassem sobre o tema da sequência e encontrados mais de 30 vídeos. Foram assistidos todos esses vídeos, fazendo-se uma verificação dos conceitos abordados e elencando-se os assuntos que apareceram em cada um e que poderiam ser discutidos. Então, selecionamos 9 vídeos, que foram agrupados e ordenados nas 5 partes da sequência. A escolha dos vídeos foi feita considerando o potencial de gerar discussões sobre os conceitos principais de cada parte da sequência, sendo motivadores para se trabalhar cada um dos conteúdos. As cinco partes da sequência são:

- a) Introdução e identificação de concepções prévias
- b) Temperatura, calor e equilíbrio térmico

¹ Endereço eletrônico do canal “Manual do Mundo” no YouTube:
https://www.youtube.com/channel/UcKHhA5hN2UohhFDfNXB_cvQ

- c) Escalas termométricas e conversão entre escalas
- d) Condutores, isolantes e o fluxo de calor
- e) Propagação de calor

Como já mencionado anteriormente, no colégio em que essa sequência didática foi desenvolvida, estavam sendo realizados semanalmente dois encontros remotos síncronos e as atividades enviadas por um portal próprio da rede de ensino. Todo o desenvolvimento da sequência didática durou 6 semanas.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foi necessário um tempo maior entre as aulas síncronas de uma semana e de outra. Isso porque os alunos precisavam responder às questões e enviar as atividades, que eram lidas pelo pesquisador e orientador. Após as leituras, os dados foram discutidos em um encontro síncrono ou por mensagens para, então, o professor-pesquisador elaborar a aula da semana seguinte. Para isso, houve a necessidade de uma modificação nos horários de aulas, que aconteciam às segundas e quintas-feiras. Essa modificação foi solicitada junto à coordenação do colégio, que atendeu prontamente ao pedido. Logo, as duas aulas síncronas semanais ocorreram no mesmo dia durante o desenvolvimento da sequência.

É importante ressaltar que havia uma exigência por parte do colégio: os alunos deviam levar, ao final de cada aula, duas questões para serem resolvidas e entregues no dia seguinte. Como parte da avaliação dos alunos, algumas dessas atividades foram sorteadas e corrigidas pelo professor. O professor tinha autonomia para selecionar ou criar as questões, que podiam ser conceituais, de aplicação direta ou o que o professor julgasse mais relevante. Essas questões também foram inseridas ao longo da descrição da sequência como “questões enviadas depois das aulas”.

Resumidamente, o cronograma de cada semana seguiu os passos abaixo:

- a) Na semana anterior à aula, os alunos recebiam os vídeos a serem assistidos e as perguntas referentes a esses vídeos;
- b) Após a realização da atividade, os alunos enviavam as respostas até o final da semana pelo portal;
- c) O professor-pesquisador analisava as respostas enviadas, com o orientador, fazendo um levantamento de dúvidas, curiosidades e interesses. Então, era preparado o material para ser discutido no encontro remoto;
- d) Nas aulas da semana havia a discussão sobre o tema da semana e os alunos levam duas questões para serem respondidas;

- e) A partir daí, um novo relatório com vídeos e questões era enviado aos alunos e o ciclo se repetia.

Convém mencionar que alguns relatos, observações, adaptações e melhorias foram incluídos na sequência didática após o desenvolvimento do trabalho e compõem o produto educacional. Buscamos descrever na dissertação, principalmente, o que foi gerado pela discussão inicial, detalhando o que foi feito ao longo do seu desenvolvimento e os resultados alcançados. Portanto, daqui em diante serão descritas as atividades desenvolvidas, com comentários e análises de cada uma das partes da SD².

PARTE 1 - INTRODUÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Os vídeos selecionados para essa primeira parte da sequência traziam temas extremamente pertinentes para o momento de pandemia vivido a partir de 2020. O intuito nessa parte era mostrar a relevância do que seria discutido na SD e despertar o interesse dos alunos para o estudo que seria iniciado, identificando seus conhecimentos prévios. Ainda não foram introduzidos conceitos, apenas um diagnóstico para orientar as próximas discussões.

VÍDEO 1:

- a) **Título:** “Se febre esquenta o corpo, por que sentimos frio? #DúvidaCruel 10”³
- b) **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** termômetro e escalas, temperatura, febre, frio, calor, aquecimento.
- c) **Observações:** O apresentador fala em “baixar o calor” (1:06), sendo essa uma fala equivocada porque, verdade queremos diminuir a temperatura. Por ser uma diferença relevante dentro do contexto da aula, esses conceitos foram contrastados em discussões futuras.

VÍDEO 2:

- a) **Título:** “NÃO TE CONTARAM tudo sobre TERMÔMETRO DE TESTA”⁴
- b) **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** radiação, câmera térmica, temperatura, quente, zero absoluto, infravermelho, “mapa de calor”, luz visível, espectro eletromagnético.

² Os conceitos principais que foram trabalhados estão nos títulos de cada uma das partes. Dependendo da necessidade, os outros conceitos citados foram trabalhados de forma mais superficial (quando ainda não tinham sido vistos), revisando-se (quando já tinham sido vistos e eram necessários para o entendimento do novo conceito), retomados (quando se percebeu que não houve um entendimento adequado).

³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kfWLJcNKQtg>

⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RcQ9vxwWjcs>

- c) **Observações:** O apresentador fala que nós não conseguimos enxergar o infravermelho porque tem “pouca energia” (7:52). Essa fala está equivocada porque, caso estivesse relacionado à energia, deveríamos enxergar o ultravioleta, por exemplo, mas isso não acontece. Não enxergamos simplesmente porque essas radiações não sensibilizam os fotorreceptores da retina, não estando na faixa da luz visível do espectro eletromagnético. Como não faz parte do assunto da aula, esse erro foi apenas citado para passar a informação correta, mas não para fomentar discussões.

QUESTÕES ENVIADAS NA SEMANA ANTERIOR:

1. Ao assistir os vídeos, alguma palavra foi estranha para você? Qual ou quais?
2. Algum trecho dos vídeos você achou mais confuso ou difícil de entender?
3. O que você entende por “sensação térmica”?
4. Alguém já mediu sua temperatura com um “termômetro de testa”? Você sentiu alguma coisa diferente?
5. Você já ouviu a expressão “mapa de calor”? Na sua opinião, o que ela quer dizer?

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DA AULA:

1. Descreva, com as suas palavras, o que é a febre. De acordo com o que foi discutido em sala, quais os fenômenos físicos que ocorrem quando temos febre?
2. Baseando-se no que foi visto no vídeo e discutido, descreva, com suas palavras, como funciona o “Termômetro de testa”.

RECURSOS UTILIZADOS NA AULA:

- a) Apresentação de slides com:
- Fotos que tenham ligação com os temas discutidos (febre e termômetro);
 - Questões enviadas na semana anterior (para lembrar);
 - Trechos das respostas enviadas pelos alunos que fomentem as discussões.

IMPRESSÕES E ANÁLISES DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS:

Conforme dito na seção que trata sobre o Relato de Experiência (RE), nesse tipo de escrita é fundamental que se tenha o autor como sujeito participante. Portanto, durante a escrita das impressões e análises, vou adotar uma linguagem sempre em primeira pessoa, pois muitas vezes falarei sobre minhas expectativas, minhas ações e meus sentimentos. A escrita na primeira pessoa também dará mais objetividade e riqueza de detalhes da apresentação da experiência vivida, de modo a auxiliar outros professores que venham a desenvolver trabalhos semelhantes.

Para o início da sequência didática, dei algumas instruções importantes para os alunos. Além de instruções técnicas sobre como acessar as atividades no sistema e como estas deveriam ser respondidas e enviadas, deixei claro que não deveria haver uma preocupação em acertar as respostas, visto que estas estavam ligadas a interpretações e opiniões pessoais sobre os vídeos assistidos e os assuntos abordados. Portanto, além de não ser permitida a cópia, mostrei que ela também não fazia sentido. Essas instruções foram passadas de forma oral e estavam listadas, em tópicos, em todas as atividades, conforme listado abaixo:

- a) Durante as próximas semanas faremos atividades diferentes das que fizemos até agora: elas terão um ou dois vídeos apenas, com poucas questões para responder. Mas, o prazo também será mais curto – fique atento a isso!
- b) Além disso, NÃO terão respostas certas ou erradas. A intenção é realmente saber o que você achou dos vídeos e dos conceitos neles abordados. Suas respostas ajudarão a direcionar o planejamento das nossas aulas síncronas (pelo Zoom);
- c) É muito importante que você não copie dos colegas nem da internet! Copiar também não faz sentido porque, como eu disse acima, não haverá respostas certas ou erradas. O que importa é saber o seu entendimento (ou falta de entendimento) sobre os assuntos que desenvolveremos.

Em todas as partes da sequência, seguimos o seguinte padrão: as atividades foram disponibilizadas aos alunos e respondidas por eles pelo sistema do colégio. A atividade desta primeira parte da sequência continha as cinco perguntas listadas acima em “questões enviadas na semana anterior”. Após o recebimento dessas atividades foi realizada, por mim e meu pelo orientador do mestrado, uma leitura com agrupamento de respostas semelhantes. Em seguida, nos encontramos, via Zoom, para discutirmos as respostas dos alunos e definirmos a sequência mais adequada para aula. Definimos, inclusive, quais assuntos seriam aprofundados neste momento e quais seriam abordados posteriormente dentro da sequência didática.

Após a discussão sobre a estrutura da aula a partir das atividades, montei uma apresentação de slides contemplando as propostas e análises feitas e escolhidos os recursos que seriam utilizados na aula seguinte. Alguns detalhes sobre procedimentos adotados se repetiram ao longo de toda a sequência. Portanto, a análise dessas ações e o padrão adotado desde a disponibilização da atividade até a aula se repete ao longo da sequência, sendo feitas apenas algumas adaptações e alterações que foram necessárias. Um aspecto que considera extremamente positivo foi a possibilidade de escrita do diário de campo logo após as aulas. Como as aulas foram nos últimos horários, as impressões e emoções sentidas ainda estavam bem recentes na minha memória.

Como o desenvolvimento dessa sequência foi o primeiro contato dos estudantes com o EsM, estávamos apreensivos de como eles reagiriam e se fariam as atividades com seriedade. Em atividades anteriores, várias respostas eram dadas “mecanicamente”, sem posicionamento ou naturalidade. Algumas falas dos alunos, desde a primeira parte, já mostraram uma mudança de postura e maior interesse pela proposta da tarefa enviada para casa. Os seguintes trechos foram retirados das atividades entregues para ilustrar esse interesse:

- a) *“Foi até útil”*
- b) *“Foi tranquilo de entender”*
- c) *“Eles foram bem claros e objetivos em suas explicações”*
- d) *“Eu achei esse assunto bem interessante”*
- e) *“Eu não sabia o que era mapa de calor, então pesquisei para tirar a dúvida e respondi de acordo com o resultado da pesquisa”*
- f) *“Ambos os vídeos foram bem explicativos”*
- g) *“Todos os dias eles medem a minha temperatura antes de entrar no refeitório...”*
- h) *“Creio que ele conseguiu explicar tudo de forma interessante e divertida”*
- i) *“Compreendi os vídeos perfeitamente”*
- j) *“Ele explicou de uma forma mais dinâmica, o que me fez conseguir entender”*
- k) *“Os vídeos conseguiram usar uma linguagem muito fácil de entender e explicaram muito bem”*
- l) *“Foi tudo muito bem explicado”*
- m) *“Por incrível que pareça, não [tive dúvida]”*
- n) *“Eu consegui entender tudo, pra mim foi uma ótima explicação”*

Esse ponto positivo foi ressaltado por mim já na primeira aula. Busquei estimular mais respostas pessoais e bem elaboradas, destacando a importância para elaboração da aula que teríamos naquele momento. Como aparece em uma das falas acima, alguns alunos pesquisaram para ajudar na elaboração das respostas ou para tirar dúvidas. Também deixei claro para eles que não havia problema em fazer isso e que eles não precisavam “fingir” que não tinham pesquisado.

Logo no começo das aulas, perguntei aos alunos o que eles tinham achado dessa nova metodologia e um aluno, que é mais tímido e que nunca havia aberto o microfone durante as aulas, disse: *“Achei os vídeos legais. Já acompanhava o Manual do Mundo antes e estava acostumado com a linguagem que ele usa. Gostei bastante dos vídeos”*. Foi o primeiro indício do estímulo de interação dos estudantes por causa do EsM. Também questionei esse aluno se havia entendido tudo e a resposta foi positiva. Quando questionei se alguém não havia entendido, não houve interação. Porém, alguns alunos já haviam apontado dificuldades específicas nas respostas enviadas e eu pude trazer essas dificuldades nos slides. Houve então, uma aluna que se manifestou, apontando uma dificuldade específica. Se não houvesse uma interação prévia, possivelmente essa dúvida não seria colocada. A explicação estava mais relacionada à parte de biologia, por isso senti um pouco de dificuldade na hora

de formular as respostas e dei uma explicação superficial. Deixei claro aos alunos que não era minha área e que, realmente, não era a intenção aprofundar nela ao longo das aulas de física.

Outra interação de um aluno veio de um tema que estava muito em ênfase na época: a febre e seus sintomas. Uma observação interessante nessa parte da sequência foram interações de um aluno que, geralmente, não fazia as tarefas nem interagia nas aulas. Desde a primeira aula utilizando o EsM, já observei uma mudança significativa em sua postura. Apesar das principais mudanças no comportamento dos alunos terem ocorrido na hora de fazer as tarefas, observei também uma mudança em alunos específicos ao longo dos encontros síncronos. Em contrapartida, houve alunos que continuaram sem interagir durante o encontro síncrono.

Por causa do funcionamento do termômetro, foi necessária uma explicação breve sobre radiação térmica e sobre o espectro eletromagnético. Também senti dificuldade de dar uma explicação mais resumida nesse assunto, sem entrar muito na parte de ondulatória, que só viria a ser trabalhada no bimestre seguinte.

Seguindo a proposta de Mortimer e Scott (2002), que foi mencionada anteriormente, vamos analisar também a classe de abordagem comunicativa que ocorreu, majoritariamente, em cada aula. Analisando as gravações, observei que eu buscava o tempo todo um diálogo interativo, porém com dificuldade de ser dialógico – o predomínio é de um diálogo interativo e de autoridade, visando chegar em um ponto de vista específico, com perguntas encadeadas. Senti uma ansiedade, da minha parte, para chegar em conclusões específicas. Ao longo da SD, acredito que houve uma evolução e consegui lidar melhor com esse anseio, adequando de forma mais acertada a estrutura da aula e elaborando melhor as questões que eram feitas aos alunos. Outra dificuldade que se apresentou nessa aula foi de obter respostas com explicações mais estruturadas por parte dos alunos, o que acentuou o discurso de autoridade e dificultou um discurso interativo.

Havíamos previsto que essa parte da sequência demoraria apenas uma aula, mas foi necessária mais uma para concluir o que havia sido proposto. As interações que ocorreram na primeira aula dessa parte foram por áudio, sem nenhuma manifestação pelo chat. A maioria das respostas eram dadas para perguntas feitas de forma mais objetiva, que exigiam respostas curtas. Não havia respostas quando eu fazia perguntas mais abertas e que exigiam respostas mais complexas.

Já na segunda aula, as interações que ocorreram pelo chat foram bem diretas e só pelo privado (falando diretamente comigo). De forma geral, os alunos demonstraram um certo bloqueio para falar, demorando para interagir e se arriscando pouco nas respostas. Na apresentação de slides, inserimos uma “frase polêmica” para estimular a discussão, relacionada ao termômetro de infravermelho. Uma aluna respondeu em sua atividade que “*sentiu um leve formigamento*” ao ter sua temperatura medida

por um termômetro desse tipo. Apesar da suposição de que essa fala poderia trazer discussões, nenhum aluno quis se posicionar contra. É possível que, como as aulas dessa matéria tinham acabado de se iniciar, os alunos tenham ficados inseguros para questionar a fala de uma colega. Após uma nova explicação sobre o funcionamento do termômetro, um aluno decidiu responder: *“Acho que foi só impressão”*, mas não conseguiu apresentar argumentos para fundamentar seu posicionamento.

Comecei a observar, desde a primeira aula, que é melhor focar em menos perguntas ou situações, mas que sejam mais específicas e que chamem mais atenção dos alunos. Da mesma forma, acredito que seja melhor abordar menos assuntos, nos quais haja um maior estímulo para interações. Percebi que é importante construir uma situação que deixe mais clara a pergunta e conduza a participação dos alunos. Exemplificando: depois de dar uma explicação breve sobre radiação, já perguntei a diferença entre “radiação ionizante” e “radiação não-ionizante”. Foi uma pergunta muito ligada às definições e sem contextualizar. A maior parte das questões formuladas dessa forma não gerou interações. Pelo contrário, o silêncio dos alunos gerou em mim um grande incômodo e não deu fluidez à aula.

Na preparação dos slides, selecionei várias falas de alunos que explicavam o que era o “mapa de calor” e coloquei na apresentação. Fiz um slide com muitas respostas e, em seguida, agrupei as que tinham semelhanças entre si, selecionei 5 respostas principais para serem discutidas. Porém, observei que o grande número de respostas em um mesmo slide deixou os estudantes confusos, não gerando nenhuma interação. Por outro lado, percebi que o slide com poucas respostas gerou algumas interações. Suponho que uma seleção maior tenha dado mais clareza aos alunos, direcionado seu pensamento e estimulado sua participação. Conforme dito anteriormente, os autores das respostas não foram expostos para não haver constrangimento, porém uma aluna identificou sua resposta e quis se posicionar oralmente. Considero que trazer respostas dos alunos foi um ponto relevante para o estímulo de interações, que se repetiu em toda sequência.

O procedimento para se discutir a “sensação térmica” foi o mesmo: um slide com várias respostas e depois um com respostas selecionadas. Dessa vez, não houve interação de forma oral, mas houve respostas diretas pelo chat. Nesse momento foi estabelecido novamente um diálogo oral interativo e de autoridade com dois alunos. Pelo chat, uma aluna enviou uma resposta mais bem elaborada, explicando melhor a situação de porquê sentimos a maçaneta mais fria que a porta, mas as duas estão na mesma temperatura: *“Pois fatores como a umidade relativa do ar, densidade atmosférica e a velocidade de propagação do vento alteram a transferência de energia (calor) entre o meio ambiente e o corpo”*.

De forma geral, não houve um número significativo de interações nas aulas da primeira parte. A maior parte das respostas foi dada de forma resumida e objetiva. Os alunos demoravam para falar e houve vários momentos em que tivemos silêncio nas aulas, com a necessidade de eu reformular a pergunta para obter alguma resposta. Outro aspecto negativo foi que não houve a abertura da câmera por nenhum estudante. Houve um problema na internet no colégio, onde mora a maioria dos alunos, que deixou a conexão mais lenta e trouxe uma maior dificuldade para esses alunos ligarem suas câmeras. Nessa parte, a minoria das interações foi de alunos que moravam no colégio, o que também pode ter sido por causa dos problemas de conexão de internet.

PARTE 2 - TEMPERATURA, CALOR E EQUILÍBRIO TÉRMICO

Os três conceitos-chave dessa parte foram trabalhados por meio de dois vídeos, relacionados ao cotidiano dos alunos. Apesar de trabalhar outros conceitos que apareceram mais à frente na sequência, nos restringimos a discutir os conceitos de temperatura e calor, trabalhando bem os termos “calor” e “quente”. O equilíbrio térmico foi trabalhado nas discussões, mas o conceito do fluxo de calor associado a ele foi introduzido posteriormente. Portanto, as respostas dadas pelos alunos orientaram o planejamento da aula em sequência à tarefa, mas também contribuíram no planejamento de aulas posteriores.

VÍDEO 3:

- a) **Título:** “Como fazer um AR-CONDICIONADO CASEIRO com cooler + PET + pilha | EXPERIÊNCIA”⁵
- b) **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** termômetro e escalas, temperatura, convecção térmica, fluxo de calor.
- c) **Observações:** O apresentador usa a expressão “matando seu calor” (4:15). Essa expressão foi discutida e comparada em sala de aula com a questão 5 enviada na semana anterior (ver abaixo) para mostrar que, coloquialmente, usa-se calor e quente como sinônimos, mas no meio científico as duas expressões possuem significados distintos.

VÍDEO 4:

- a) **Título:** “Como GELAR LATINHA em 1 MINUTO! Dá MUITO certo!!!”⁶

⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pW0BVqRh404>

⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5nXvMTEycK8>

- b) **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** termômetro e escalas, temperatura, “gelar”, equilíbrio térmico, fluxo de calor, superfície de contato, ponto de fusão, convecção (e movimento de fluidos), condução
- c) **Observações:** acreditamos que era possível que os alunos fizessem perguntas a respeito do uso do sal junto com o gelo para aumentar a velocidade com que a temperatura diminui. De forma análoga, também poderia haver perguntas na parte que se fala do álcool misturado com a água, o aumento da superfície de contato e o giro da latinha. Essas perguntas não ocorreram, mas nossa intenção era não aprofundar nesses assuntos nesse momento, visto que uma discussão mais ampla envolvendo o fluxo de calor seria feita na parte 4 da sequência didática.

QUESTÕES ENVIADAS NA SEMANA ANTERIOR:

1. Ao assistir os vídeos, alguma palavra foi estranha para você? Qual ou quais?
2. Algum trecho dos vídeos você achou mais confuso ou difícil de entender?
3. O que a expressão “equilíbrio térmico” significa para você?
4. O que acontece com o gelo do ar-condicionado caseiro depois de um tempo? E o que acontece com o ar quando passa pelo gelo?
5. Qual expressão faz mais sentido para você: “hoje está muito quente!” ou “hoje está fazendo muito calor”? Por quê?

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 1):

1. O que é temperatura? Qual a sua diferença para o calor?
2. Existe diferença entre “quente” e “calor”? Qual?

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 2):

1. O que é equilíbrio térmico? Como ele ocorre?
2. Dois corpos, isolados do ambiente, se encontram à temperatura de 1500°C . Sobre este fato, é **INCORRETO** afirmar que:
 - a) Os corpos estão a uma temperatura elevada
 - b) Há calor entre os corpos
 - c) Há energia térmica nessa situação
 - d) Os corpos estão em equilíbrio térmico

RECURSOS UTILIZADOS NAS AULAS:

- a) Apresentação de slides com
 - fotos que tenham ligação com os temas discutidos (caixa de isopor, latinha etc)
 - Questões enviadas na semana anterior (para lembrar);

- Trechos das respostas enviadas pelos alunos que fomentem as discussões.
- b) Simulador do Phet: “Estados da Matéria: Básico”⁷
- Como já descrito no próprio nome do simulador, esse Phet é sobre os estados da matéria e possui várias funcionalidades que não serão exploradas agora. O seu uso será apenas para análises simples, como a agitação das moléculas em diferentes temperaturas. Em sala de aula e, principalmente no ensino remoto, há a necessidade de diversificação da aula, como dito acima nas orientações da segunda etapa do EsM. Em geral, os alunos demonstram interesse nos simuladores e estes facilitam o entendimento e visualização dos conceitos trabalhados. Por isso, alguns deles serão inseridos ao longo da sequência didática.

IMPRESSÕES E ANÁLISES DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS:

Em todas as partes da SD, perguntamos as palavras ou trechos que os alunos tiveram mais dificuldades de entender. Nas aulas da primeira parte, percebi que dei ênfase a explicações que não precisavam ser dadas. Então, a partir dessa segunda parte, separamos as palavras e expressões que não tinha ligação direta com os temas da aula para dar uma explicação objetiva e breve no começo das aulas. A separação e explicação dessas palavras logo no início, deu uma melhor fluidez na sequência da aula. Não houve interações nessa parte, só a explicação do professor.

Outra alteração importante nessa parte foi citar os autores de algumas frases para investigar se isso traria mais interações dos estudantes. Mas, para não constranger nenhum estudante, foram escolhidas somente frases que estavam mais bem formuladas. Deixei claro aos estudantes que nós, meu orientador e eu, havíamos tomado essa decisão para dar os créditos aos autores e para que eles pudessem complementar as respostas. Também falei que não havia intenção de expor ninguém, somente motivar a participação para construção do conhecimento.

Após a entrega da segunda atividade, análise e nosso encontro, percebemos que deveria haver uma alteração na atividade: em vez de usar a expressão “hoje está fazendo muito calor”, deveríamos ter utilizado a expressão “hoje está muito calor”. Dessa forma, a única diferença entre as frases comparadas seria a troca da palavra “quente” para a palavra “calor”. Essa alteração não aconteceu na atividade, mas foi citada na aula.

Assim como na parte anterior, comecei a introduzir perguntas encadeadas para auxiliar no entendimento do ar-condicionado caseiro, as respostas dos alunos foram diretas e curtas, a princípio, estabelecendo um discurso interativo de autoridade. Ao questionar os alunos sobre o que era o

⁷ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics

equilíbrio térmico e citar a fala de um aluno com a sua autoria, ele passou a interagir, junto com outro aluno. Os alunos continuaram com receio de se posicionar em relação a frases de outros colegas.

Ainda senti dificuldade para estabelecer um discurso dialógico, sendo que as perguntas mais amplas não eram respondidas pelos alunos. Após chegarmos à definição de equilíbrio térmico, um aluno passou a dar uma explicação um pouco maior, citando outras situações para mostrar que o equilíbrio térmico ocorre tanto em baixas temperaturas, quanto em altas temperaturas. Mesmo sem a minha condução, trouxe outro ponto de vista: *“há um porém: quando os corpos forem igualando [a temperatura], se estiver mais corpos, mais quente vai ficando”*. Entendi que o aluno estava associando a uma situação em que várias pessoas estão na mesma sala e expliquei que, nesse caso, a temperatura da sala continuava subindo por causa da nossa emissão de radiação, lembrando dos conceitos estudados nas últimas aulas. Nessa aula, foi um momento que se estabeleceu um breve discurso interativo dialógico.

Em seguida, ao analisar a temperatura de equilíbrio, se estabeleceu um discurso interativo de autoridade. Mostrei uma figura de duas vasilhas com água e perguntei: *“Se eu misturar essa água fria com essa água quente, o resultado será uma água...”*. A resposta inicial do aluno foi: *“Uma água morna”*. Mas falei que tinha induzido essa resposta, pois dependia de outros fatores e questionei: *“o resultado vai ser sempre morno?”*. Então o aluno completou: *“Não professor, se uma água estiver muito quente e a outra só um pouquinho frio, vai ficar mais quente. A quantidade vai depender também: se tiver mais água quente ou mais água gelada, o resultado vai depender também”*.

A resposta de uma aluna, já antecipou também conteúdos que ainda seriam trabalhados em aulas posteriores: *“O ar se encontra com o gelo e começa a ficar mais frio. O ar mais frio, naturalmente, desce e o ventilador vai jogando pra fora”*. Destaquei a resposta, mas falei que ainda íamos trabalhar esse conteúdo nas próximas aulas.

Na hora de discutir a última questão, que traz a diferença entre quente e calor, foi colocada a frase de um aluno no slide. Essa frase gerou algumas interações pontuais com o próprio aluno que havia formulado a frase, mas não se estabeleceu um diálogo. Na sequência, coloquei uma questão de múltipla escolha para os alunos responderem:

“Qual alternativa está correta?”

- a) *Recebendo quente*
- b) *Recebendo frio*
- c) *Recebendo calor*
- d) *TODAS ACIMA”*

Alguns enviaram as respostas no chat e um aluno falou pelo áudio. Um aluno deu uma explicação complementar, falando que a resposta seria *“recebendo calor”* e que *“receber frio, na verdade seria perder calor”*. Questionei se receber quente fazia sentido e consegui estabelecer um diálogo. A resposta do aluno foi: *“também não, porque quente seria o estado, já calor seria a energia que tá perdendo ou ganhando”*. Logo após, perguntei então se uma expressão muito usada no estudo dessa matéria, “trocas de calor”, fazia sentido. *“Não, por causa que dá ideia de que um está mandando calor e outro está mandando frio. Só que, na verdade, os dois estão se estabilizando o que tem mais [energia] está passando para o que tem menos, até que os dois fiquem com a mesma temperatura”*.

Nessa parte da aula, percebi que as interações surgiram mais facilmente, sem eu ter que ficar perguntando de formas diferentes ou insistindo em uma resposta. Com o estudo prévio feito, as interações surgiram de forma mais fácil. Nesse ponto específico, o EsM se mostrou eficaz na promoção de interações dos estudantes, visto que foi dado um embasamento para construção de falas de maneira mais fácil e espontânea no momento da aula síncrona.

Para fechar essa parte, utilizei o simulador para mostrar a diferença entre partículas mais quentes e mais frias. Se estabeleceu novamente um diálogo interativo e de autoridade, pois os alunos responderam somente de forma direta e objetiva, sem elaborar falas que iam além do que foi exposto por mim.

Comparando com a primeira parte da SD, ocorreu a participação de mais alunos: alguns que não tinham participado ainda interagiram nas aulas, tanto pelo chat, quanto por áudio. Mesmo assim, senti um grande desconforto quando várias perguntas que eu fiz ficaram sem nenhuma resposta. Somente dois alunos continuaram a interagir e responder quando eu fiz uma nova pergunta, baseada da fala deles. Houve algumas interações pontuais no chat e citar os autores das respostas não promoveu significativamente interações durante o encontro síncrono. Um fator positivo foi que uma aluna que, até agora, só havia interagido pelo chat, abriu o áudio para falar. Mesmo assim, senti que estava dando aula para poucos alunos (em relação ao total). Tenho receio que as interações com esses alunos específicos possam atrapalhar a linha de raciocínio de outros alunos que estejam só prestando atenção, sem se manifestar. Acredito que seja mais eficaz uma explicação e contextualização maior, com uma quantidade menor de perguntas relevantes, em vez de uma grande quantidade de “perguntas encadeadas”.

PARTE 3 - ESCALAS TERMOMÉTRICAS E CONVERSÃO ENTRE ESCALAS

O vídeo selecionado para essa parte trata das temperaturas de ebulição da água em diferentes locais. A intenção foi a de discutir a necessidade de uma referência para se montar uma escala termométrica e como podem ser feitas, matematicamente, as conversões entre diferentes escalas.

VÍDEO 5:

- a) **Título:** “Água ferve a 100°C? Você foi ENGANADO!!”⁸
- b) **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** ponto de fusão, ponto de ebulição, temperatura, escala Celsius, pressão atmosférica.
- c) **Observações:** Uma informação que podia confundir, é que o apresentador fala que a água congela ou descongela a 0°C, dependendo se a temperatura estiver subindo ou descendo (0:41). Foi feita uma observação rápida, reformulando a frase e trocando por: “se a água estiver recebendo ou cedendo energia”. Isso porque, na hora da mudança de fase, não há alteração na temperatura quando se trata de substâncias puras. O próprio vídeo destaca esse fato (3:06).

QUESTÕES ENVIADAS NA SEMANA ANTERIOR:

1. Ao assistir os vídeos, alguma palavra foi estranha para você? Qual ou quais?
2. Algum trecho dos vídeos você achou mais confuso ou difícil de entender?
3. Você já usou algum tipo de termômetro? Para quê?
4. Como ele era e como você fez para usá-lo?
5. Se você estiver viajando pelo mundo e em um termômetro estiver mostrando o número “50”, em qual lugar você acha mais provável de estar? Por quê?

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 1):

1. A preocupação com o aquecimento global tem sido cada vez mais acentuada. Em alguns dias de verão na cidade de Lavras-MG, os termômetros chegaram a indicar 39°C. Qual o valor dessa temperatura em escala Kelvin e na escala Fahrenheit?
2. (UFF-RJ) Quando se deseja realizar experimentos a baixas temperaturas, é muito comum a utilização de nitrogênio líquido como refrigerante, pois seu ponto normal de ebulição é de – 196°C. Na escala Kelvin, esta temperatura vale:
 - a) 77 K
 - b) 100 K

⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-lz03RY6Rw0>

- c) 196 K
- d) 273 K
- e) 469 K

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 2):

1. (FESP – SP) Ao medir a temperatura de um gás, verificou-se que a leitura era a mesma, tanto na escala Celsius como na Fahrenheit. Qual era essa temperatura?
2. Sabendo que qualquer pessoa pode criar uma escala de temperatura arbitrária, um estudante construiu sua própria escala, a escala de temperatura “X”. Para isso, o estudante atribuiu o valor 0°X à temperatura equivalente a 20°C e o valor 100°X à temperatura equivalente a 40°C . Qual será o valor na escala Celsius, quando um termômetro graduado na escala X indicar 25°X ?

RECURSOS UTILIZADOS NAS AULAS:

- a) Apresentação de slides com
 - fotos que tenham ligação com os temas discutidos (panela, fogão, termômetro digital, termômetro analógico);
 - Questões enviadas na semana anterior (para lembrar);
 - Trechos das respostas enviadas pelos alunos que fomentem as discussões.
- b) Termômetro caseiro, como o encontrado em vídeo na internet⁹.

IMPRESSÕES E ANÁLISES DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS:

Um incômodo que eu tive nas duas primeiras partes da SD foi a ausência de respostas em vários questionamentos que eu fazia ao longo da aula. Como escrevi no final da parte 2, tive a preocupação que interações isoladas e falta de fluidez na aula poderiam atrapalhar o aprendizado. Na maior parte do tempo das aulas, até o momento aqui descrito, as abordagens comunicativas foram interativas, mas de autoridade. Em poucas ocasiões essa interação se aproximou de ser dialógica.

Para tentar solucionar essa questão, modificamos um pouco a estrutura da aula nessa parte: Passei mais rápido pelas explicações iniciais, estabelecendo uma abordagem não-interativa e dialógica, para buscar uma interação maior e discussões na última questão que, aparentemente, possuía um potencial maior de acordo com as respostas que foram dadas nas atividades já entregues. Algumas questões pontuais e interações de autoridade aconteceram durante a aula, mas com interações de poucos alunos.

⁹Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hAQhmsUz2P8>

A variedade e divergência de respostas para a última questão foi muito grande nas atividades que haviam sido entregues. Por isso, consideramos que esta tinha um grande potencial para interações e discussões. Logo que a questão sobre onde seria possível estar se um termômetro indica a temperatura de 50 (sem unidade de medida), um aluno já antecipou a necessidade de uma escala de temperatura para se determinar isso.

Percebi que as interações estavam bem mais frequentes que antes do início da SD. Em comparação com as partes anteriores da SD, as interações também aumentaram, consegui estabelecer um diálogo maior com alguns alunos. As respostas das atividades se mostraram mais elaboradas e as cópias (respostas idênticas dadas por mais de um aluno) também já diminuíram nessa parte. Isso pode ser devido a uma melhor apropriação da metodologia, depois de 4 aulas. O estudo prévio, proposto pelo EsM, surtiu efeito para alguns alunos, que passaram a interagir nas aulas.

Por outro lado, em relação ao número total de alunos, nessa parte ainda foram poucos que tiveram a iniciativa de falar ou que interagiram de alguma forma. Alunos que, inclusive, apresentaram boas respostas na atividade entregue, não interagiram na hora da aula.

PARTE 4 – CONDUTORES, ISOLANTES E O FLUXO DE CALOR

Dando enfoque à diminuição da temperatura dentro de uma residência, discutimos os conceitos desta parte da sequência através de dois vídeos que utilizam diferentes meios para ter uma troca de calor com o ambiente externo (ou evitá-la). Os conteúdos discutidos nessa parte eram fundamentais para a discussão dos processos de propagação de calor na próxima parte.

VÍDEO 6:

- a) **Título:** “Como espantar o CALOR com CAIXAS DE LEITE”¹⁰
- b) **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** reflexão de ondas, temperatura, radiação, isolante térmico
- c) **Observações:** O próprio título já traz uma expressão que pode instigar discussões: “espantar o calor”. Com todas as discussões que já foram feitas até esse momento, espera-se que os alunos já percebam o uso coloquial da palavra “calor” sendo diferente do conceito físico.

VÍDEO 7:

- a) **Título:** “No calor, ventilador pra dentro ou pra fora? Fizemos o teste!”¹¹

10 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aEpMk7zuvVQ>

11 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xxuzB8r0JQ4>

- b) **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** temperatura, fluxo de calor (vento e refletores), convecção térmica, termômetro e escalas, calor.
- c) **Observações:** Novamente, o próprio título já traz uma expressão que pode instigar discussões: “no calor”. Da mesma forma que no vídeo passado, espera-se que não haja dificuldades relacionadas ao conceito físico de “calor”. Também é falado em “tirar o calor” (1:36) e manter o calor (5:13), expressões que podem ser discutidas durante a alguma, com as questões respondidas previamente.

QUESTÕES ENVIADAS NA SEMANA ANTERIOR:

1. Ao assistir os vídeos, alguma palavra foi estranha para você? Qual ou quais?
2. Algum trecho dos vídeos você achou mais confuso ou difícil de entender?
3. Que fatores você consegue identificar que aumentam a temperatura do ambiente?
4. Se você estiver perdido no deserto e encontrar um cobertor perdido, faz sentido para você pegá-lo ou não vale a pena? Por quê?

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 1):

1. Faça uma lista de 3 materiais que são isolantes térmicos e três que são condutores térmicos.
2. Explique por que usamos cobertor em um dia frio.

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 2):

1. A melhor forma de resfriar o ambiente é sempre colocar o ventilador virado para dentro? Explique.
2. (**Unisinos – RS - Adaptada**) Uma sala de aula está trancada por um longo período. Ao abrir a sala, um estudante percebe que a maçaneta da porta está, aparentemente mais fria que a porta. Escolha a(s) alternativa(s) que explicam estas duas sensações térmicas distintas, corrigindo as falsas e justificando suas respostas:
 - I. o metal possui menos calor que a madeira.
 - II. o metal tem temperatura menor que a madeira, sempre que os dois estiverem no mesmo ambiente.
 - III. a condutividade térmica do metal é maior que a da madeira.

RECURSOS UTILIZADOS NAS AULAS:

- a) Apresentação de slides com
 - fotos que tenham ligação com os temas discutidos (cobertor, colher de pau, colher de metal, lâmpada);

- Questões enviadas na semana anterior (para lembrar);
 - Trechos das respostas enviadas pelos alunos que fomentem as discussões.
- b) Simulador do Phet: “Formas de Energia e Transformações”¹²
- Assim como no Phet sobre estados da matéria, várias funcionalidades desse simulador também não exploradas agora. Será destacado e observado principalmente o comportamento da energia térmica e como ocorrem transformações ligadas a esse tipo de energia.

IMPRESSÕES E ANÁLISES DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS:

As aulas dessa parte da SD aconteceram posteriormente a um feriado, então muitos alunos não compareceram às aulas. Além disso, houve uma autorização para retorno dos alunos internos às salas de aula. Como ajustes de transmissão ainda estavam sendo feitos, a participação direta e interações (por áudio e vídeo) dos alunos que estavam na sala de aula ficou mais difícil.

Após tirar as dúvidas iniciais, trouxe várias respostas dos alunos sobre fatores que influenciam no aumento da temperatura do ambiente em um discurso não-interativo e de autoridade. Em seguida, destaquei uma resposta que tinha um bom potencial para discussão, que foi a “*falta de equipamentos de revestimento*”. Nenhum aluno interagiu nesse momento. Mas, em seguida, levantei a seguinte questão:

“Cobertor no deserto, vale a pena?”

- a) *Não*
- b) *Só à noite*
- c) *Dia e noite*”

Essa questão foi pensada a partir das respostas dos alunos, que haviam sido enviadas na etapa de estudo prévio, do EsM. Vários alunos responderam pelo chat nesse momento. Também houve participação de uma aluna que nunca havia se manifestado durante as aulas online, explicando sua resposta: “*Eu acredito que vale a pena de dia e de noite, porque de dia ele pode se proteger do calor pra não queimar a pele e outros fatores e, à noite, ele pode proteger do frio*”. Apesar de ter erros conceituais na resposta, essa interação, possivelmente, surgiu pelo EsM, pois demonstra que a aluna já havia refletido sobre a questão antes da aula, perdendo o medo de responder. Várias outras interações aconteceram também pelo chat, mas com respostas mais diretas. Estabelecemos uma

¹² Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes

comunicação interativa, porém de autoridade, com a finalidade de explicar melhor a questão da coberta e o conceito de fluxo de calor.

PARTE 5 - PROPAGAÇÃO DE CALOR

Para encerrar a sequência didática, foram retomados vários conceitos trabalhados nas partes anteriores, fazendo-se todas as associações entre os conceitos. Portanto, nessa parte já esperávamos que houvesse uma discussão mais ampla, analisando-se todas as variáveis para as mudanças e medidas de temperatura, condições para ocorrer trocas de calor e os meios pelos quais elas ocorrem.

VÍDEO 8:

- a) **Título:** “Faça uma garrafa térmica em casa!”¹³
- b) **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** garrafa térmica, papel-alumínio, temperatura ambiente, quente, “gelada”, graus Celsius, condução, vácuo, convecção, irradiação, ondas eletromagnéticas, calor.
- c) **Observações:** O apresentador fala em “tirar a temperatura”, “roubar” a temperatura e transmitir a temperatura (a partir de 8:13). Também fala em “calor do Sol” (9:08). Como esses conceitos já tinham sido discutidos várias vezes ao longo da sequência, foram necessárias apenas observações pontuais.

VÍDEO 9:

- a) **Título:** “DE ONDE VEM O VENTO? Aprenda com uma EXPERIÊNCIA!”¹⁴
- b) **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** temperatura (quente e frio), convecção, equilíbrio térmico.
- c) **Observações:** Para a discussão desse vídeo, será feita uma breve revisão dos conceitos de pressão e densidade (vistos previamente em Hidrostática) para explicar melhor a movimentação dos fluidos.

QUESTÕES ENVIADAS NA SEMANA ANTERIOR:

1. Ao assistir os vídeos, alguma palavra foi estranha para você? Qual ou quais?
2. Algum trecho dos vídeos você achou mais confuso ou difícil de entender?
3. O que aconteceu com a água em cada lado do aquário?
4. Quais materiais foram usados para confeccionar a garrafa térmica caseira? Qual você acha que é mais importante?

¹³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JqJcKtNS1zM>

¹⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JuxZTgWEKfs>

5. Em uma garrafa térmica, os líquidos sempre esfriam, sempre esquentam ou depende? Explique.

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 1):

1. Explique os três processos de propagação de calor.
2. (UFSCar – SP – Adaptada) Considere as três situações abaixo e indique qual o principal tipo de transferência de calor que ocorre em cada uma (condução, convecção ou irradiação).
 - a) Circulação de ar em uma geladeira: _____
 - b) Aquecimento de uma barra de ferro: _____
 - c) Bronzeamento da pele em um “banho de Sol”: _____

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 2):

1. Porque ao colocarmos um líquido gelado em uma garrafa térmica ele se mantém frio e, ao colocarmos um líquido quente, ele se mantém quente.
2. Como a garrafa térmica impede cada um dos processos de propagação de calor?

RECURSOS UTILIZADOS NAS AULAS:

- a) Apresentação de slides com
 - fotos que tenham ligação com os temas discutidos (garrafa térmica, papel-alumínio, papelão);
 - Questões enviadas na semana anterior (para lembrar);
 - Trechos das respostas enviadas pelos alunos que fomentem as discussões.
- b) Simulador do Phet: “O Efeito Estufa”¹⁵
 - Da mesma forma que os simuladores das outras partes, apenas algumas funcionalidades desse simulador serão exploradas. Será mostrado e discutido como ocorre a irradiação e fatores que influenciam para o aumento da temperatura terrestre.

IMPRESSÕES E ANÁLISES DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS:

Comecei a aula perguntando a diferença entre uma garrafa normal e uma garrafa térmica. Um aluno, que já vinha interagindo, respondeu: “*Não vai ocorrer equilíbrio térmico. A garrafa térmica impede que o líquido entre em equilíbrio térmico com o ambiente*”. Então, questionei se esse equilíbrio nunca ocorreria e a resposta foi: “*vai, mas vai demorar um pouco mais. A garrafa térmica atrasa o equilíbrio térmico*”. Nesse momento da aula, tive problemas com a conexão de internet, demorando alguns minutos para retomar a aula.

¹⁵ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse

Questionados sobre a expressão “manter o calor”, que apareceu em alguns relatórios, uma aluna respondeu: “*não seria manter a temperatura?*”. Ao tentar explicar por que não poderia ser “manter o calor”, a mesma aluna mostrou dificuldade em diferenciar o termo “quente” do termo “calor”: “*Pode ser que eu esteja falando besteira, mas calor se encaixa para os dois ou só para a temperatura mais quente?*”. Nesse momento, outra aluna pediu a fala, explicando: “*o calor, na verdade, seria a energia cinética e depende da massa de um corpo para ele se manter, já a temperatura, não*”. Ambas ainda não haviam se manifestado nas aulas da SD e passaram a se manifestar várias vezes nessa parte.

Após essas falas iniciais, outros dois alunos pediram a fala ao mesmo tempo. O primeiro disse: “*eu ia falar que a temperatura é uma taxa de medida de agitação*”. O outro aluno, que foi o que mais interagiu ao longo da SD, explicou: “*A expressão manter o calor está errada porque calor é quando tem dois corpos com transmissão de energia entre um e outro, até que eles entrem em equilíbrio. Ou seja, teria que ser manter a temperatura porque o corpo em si, já tem uma temperatura. Quando não tem dois corpos, não tem calor e a temperatura é o grau de agitação das moléculas [daquele corpo]*”. Essa fala, especificamente, demonstra uma apropriação dos conceitos e adaptação à metodologia. Ao analisar todas as aulas, percebe-se uma interação cada vez mais por parte deste estudante e uma evolução do entendimento dos assuntos abordados. Além disso, foi um momento da aula em que se estabeleceu uma comunicação interativa e dialógica que, até então, havia acontecido poucas vezes. Afirmações e correções partiram dos próprios alunos, havendo interação aluno-aluno, que foi o tipo de interação mais raro nas aulas online.

Logo após essas discussões, outras falas dos alunos foram colocadas para uma análise das variáveis envolvidas nesse processo. Dessa vez, porém, citar os nomes dos autores dos trechos expostos não gerou interações deles, mas de outros alunos sim. Uma das alunas que começou a interagir nessa aula, associou um chá quente em uma garrafa térmica a uma pessoa utilizando cobertor. Mais uma vez, o EsM se mostrou eficiente, pois essa reflexão parte de uma das questões respondidas no estudo prévio. Essa mesma aluna, porém, mostrou novamente dificuldade para diferenciar os termos “calor” e “quente”, buscando explicar várias vezes. Se estabeleceu, nesse momento, uma comunicação interativa de autoridade, com a finalidade de se chegar no entendimento correto desse conceito. Foram cerca de 15 minutos de conversa, sendo o maior tempo de interação no desenvolvimento do trabalho.

Após essa longa interação, fiz um resumo de todos os conceitos que haviam sido trabalhados e discutidos na aula. No restante dela, tivemos uma comunicação não-interativa e de autoridade, com a finalidade de sintetizar e esclarecer algum conceito que poderia não ter ficado claro. A quantidade de interações nessa aula foi muito maior que nas outras, então o tempo previsto não foi suficiente

para terminar toda discussão. Se destacou o fato de que essas interações foram não só de alunos que já vinham interagindo ao longo da SD, mas também dos que não haviam se manifestado até então.

A próxima aula foi iniciada com a discussão sobre os materiais necessários para se confeccionar uma garrafa térmica: garrafa, jornal, papel-alumínio e tampa. Nessa aula, a maior parte dos alunos estava sem acesso ao microfone, pois a aula estava sendo projetada em um salão grande do colégio, seguindo as normas sanitárias exigidas pela prefeitura. Mesmo assim, houve interações da aluna que já havia participado na última aula e de outros alunos.

Perguntei para os alunos qual seria o material mais importante para o isolamento térmico e, após um tempo, uma aluna se manifestou: *“seria o papel-alumínio, porque ele é um isolante térmico. Logo, para a garrafa conseguir isolar, o mais importante seria ele”*. Apesar de ter confundido o conceito de isolante térmico, a resposta apresentou um potencial para discussão, então questionei se o jornal não seria um isolante. Dei o exemplo de deitar-se em um chão de cerâmica e ela, então, chegou à conclusão de que *“o papel seria um isolante térmico porque diminui o frio que sente [ao deitar-se no chão]”*.

Continuando a discussão, trouxe uma resposta que um aluno havia mandado na atividade na qual afirmava que o material mais importante para se confeccionar a garrafa térmica era a própria garrafa. Essa resposta foi bem interessante pois, de fato, não conseguiríamos ter uma garrafa térmica sem ela. Mas, para discutir os meios de propagação de calor, falei para generalizarmos para qualquer recipiente que usaríamos para manter o seu conteúdo a uma temperatura constante, aproximadamente. Revisei os processos de propagação de calor, em um discurso não-interativo, lembrando o que havia sido visto nos vídeos.

Para estimular a discussão, coloquei então a foto de um abacaxi na praia, de óculos escuros e “de costas” para o mar e questionei aos alunos por que, durante o dia, ele estaria assim. Um aluno já respondeu, de imediato, que *“teria a ver com a convecção”*. Os alunos fizeram algumas piadas sobre a ilustração, falando que *“primeiramente, professor, o abacaxi não tem escolha né?”*. Nessa parte, houve várias interações, principalmente da aluna que tinha começado a interagir nas últimas aulas: *“o ar frio do mar vai chegar no abacaxi”*.

Consegui estabelecer uma comunicação interativa de autoridade com alguns alunos, com a finalidade de entender o processo de convecção. Tanto as perguntas quanto as respostas dadas, a princípio, foram curtas e objetivas. Quando perguntei o que ia acontecer com a areia, um aluno disse que *“vai esquentar e estragar o abacaxi”*, mostrando que a ilustração tinha chamado a atenção e promovido interações, mesmo que algumas não fossem associadas ao conteúdo. Uma aluna então afirmou: *“Durante o dia, geralmente a água é fria e a areia é quente”*. Completei então que *“essa*

areia quente também aquece o ar em cima dela”. Nesse momento, dois alunos tentaram falar ao mesmo tempo, então um foi explicar pelo chat. A primeira explicação foi: *“eu acho que a areia pega mais rápido o calor que o sol transmite, diferente da água do mar que vai ‘guardando’ e chega à noite ela libera. O mar demora o dia inteiro para ser esquentado enquanto a areia, é rapidão. Em contrapartida, a areia vai esfriar [rapidamente] à noite*”. Apesar de não usar os termos mais adequados, houve uma percepção do conceito de calor específico. É interessante ressaltar que essa associação aconteceu justamente quando estávamos falando da brisa marinha e seria importante o entendimento desse conceito.

Pela fala dos alunos, percebemos que se estabeleceu uma comunicação interativa e dialógica – não precisei conduzir as falas dos estudantes para que eles expusessem seus pontos de vista. Em seguida, sintetizei toda a discussão, associando aos conceitos que haviam sido apresentados nos vídeos. Utilizei um print do próprio vídeo do aquário para ilustrar em cima a brisa marinha. Um dos alunos pediu para falar e demonstrou entendimento sobre a situação: *“Então, de dia, vem ar frio [do mar] para o abacaxi e a areia está quente. De noite, a areia está fria e vai uma corrente fria para o mar”*.

Para fechar a aula, utilizamos o simulador “O efeito estufa” para falar sobre os processos de propagação de calor, principalmente a irradiação térmica. Um aluno também interagiu nessa parte, colocando algumas falas e concluindo que *“o aquecimento global tem a ver com o efeito estufa, mas num processo mais desenfreado”*. Acredito que a inserção de ilustrações nessa parte e uma comunicação não-interativa e de autoridade antes de fazer questionamentos deram uma maior segurança e motivação para os alunos participarem por meio de interações.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do Ensino sob Medida para auxiliar na estruturação e elaboração de aulas permitiu a identificação de dúvidas e tópicos que chamaram mais atenção dos alunos. Isso pode ser corroborado pelo fato de a frequência de interações se mostrar crescente ao longo do desenvolvimento da SD. O número de alunos que interagiram, a quantidade de manifestações e, principalmente, a duração delas, foram bem maiores na última parte.

Pudemos observar uma evolução das respostas que eram dadas nas atividades e nos encontros síncronos – as falas dos alunos se tornaram mais elaboradas e mais longas, não precisando de tantos estímulos para interagir. No decorrer da SD, também pudemos observar a participação de alunos mais tímidos e de alunos que, geralmente, não demonstravam tanto compromisso nas atividades e aulas.

Acredito que esse aumento no número de interações esteja relacionado a dois fatores:

- a) Apropriação maior da metodologia por parte do professor: com o tempo percebi que os alunos interagiam mais quando sentiam mais segurança e/ou tinham curiosidade. Passei a estabelecer uma comunicação não-interativa e de autoridade antes de buscar interações. Modifiquei a estrutura das aulas, colocando menos perguntas pontuais para dar mais espaço para questões mais pertinentes e que chamassem mais atenção dos alunos.
- b) Maior adaptação à metodologia por parte dos alunos: a mudança na estrutura das aulas gerou um impacto no comportamento dos alunos, porém exigiu um tempo de adaptação. No início do desenvolvimento da SD, os alunos ainda demonstravam algumas atitudes que se modificaram com uma maior assimilação da estratégia; as cópias diminuíram e pudemos observar um maior compromisso e naturalidade nas respostas dadas. Também começaram a se arriscar mais nas falas durante o encontro síncrono, sem a pressão de terem suas falas julgadas como “certas ou erradas”.

De forma geral, a utilização do EsM se mostrou eficaz para gerar mais interações dos alunos durante os encontros presenciais, pois o estudo prévio gera mais curiosidade e segurança. A opção por vídeos e a seleção feita também foi um fator positivo, visto que a maioria dos alunos demonstrou satisfação em relação à proposta e compromisso em assistir os vídeos e responder as questões. O conteúdo visto nos vídeos foi entendido quase em sua totalidade, com os alunos demonstrando apenas dificuldades pontuais para entender expressões específicas ou pequenos trechos dos vídeos.

Os principais tipos de interação que ocorreram foram aluno-conteúdo, na etapa de estudo prévio, e aluno-professor, nos momentos dos encontros síncronos. Já as interações aluno-aluno raramente aconteceram nas aulas. Acreditamos que isso se deve ao ensino remoto e, como já foi dito, reforça a potencialidade do EsM para o ensino presencial. Na sala de aula, as interações entre alunos

se tornam bem mais viáveis e há grandes chances de as estratégias aqui adotadas serem mais eficazes e gerarem resultados ainda melhores.

Avaliando os tipos de abordagens comunicativas utilizados no decorrer do trabalho, percebemos uma mudança entre o início e o fim da sequência. Por ansiedade de estabelecer comunicações interativas, eu fazia várias perguntas ao longo da aula. Até havia algumas manifestações dos alunos e a comunicação estabelecida era interativa, porém de autoridade, com respostas curtas e objetivas. Assim, os estudantes não expunham seus pontos de vista, apenas eram conduzidos pelo professor através de uma série de perguntas, com a finalidade de se compreender conceitos específicos. Ao trazer uma abordagem não-interativa e de autoridade no início das aulas, os alunos passaram a interagir mais e trazer seus pontos de vista, não só complementando o professor, mas levantando outras questões. Por sentirem mais segurança e liberdade, uma comunicação interativa e dialógica se tornou mais natural, com exploração de ideias e exposição de pontos de vista tanto pelo professor, quanto pelos alunos.

Apesar de dificuldades que já existiam e se acentuaram durante a pandemia, que foi forçadamente instituído, podemos deduzir que também surgem oportunidades de mudanças que eram necessárias há muito tempo, mas não ocorreriam de forma tão rápida. A implementação das metodologias ativas nas aulas pode ser facilitada e acelerada devido à necessidade de reformulação do sistema educacional. Os problemas enfrentados no ensino remoto podem servir de motivação para mudanças que já poderiam ter sido realizadas, mas que esbarravam em um sistema acomodado e burocrático. Recursos tecnológicos que eram pouco explorados no meio educacional, também podem vir a ser utilizados em uma escala maior e se tornar parte do sistema de forma definitiva.

Acreditamos, fortemente, que as estratégias didáticas adotadas no nosso trabalho são uma ferramenta importante para promover interações dos estudantes durante as aulas. O Ensino sob Medida, com as sugestões dadas e adaptações para a realidade de cada escola, apresenta grande potencial para promover as interações dos alunos, tanto com o professor, quanto com outros alunos e com os conteúdos.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.
- CID, Alberto Silva; PIZZI, Márcio; LACERDA, Thiago Corrêa; OLIVEIRA, Erichardson Tarocco de. Proposta de Sequência Didática para Hidrostática: Aprendizagem Ativa em Destaque no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 422-445, 2021.
- COELHO, Marcelo Nunes. Uma comparação entre team-based learning e peer-instruction e avaliação do potencial motivacional de métodos ativos em turmas de física do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, p. 1-16, 2018.
- DALTRO, Mônica Ramos; DE FARIA, Anna Amélia. Relato de experiência: Uma narrativa científica na pós-modernidade. **Estudos e pesquisas em psicologia**, v. 19, n. 1, p. 223-237, 2019.
- DAVIS, Cláudia; SILVA, Maria Alice Setubal; ESPOSITO, Yara L. Papel e valor das interações sociais em sala de aula. **Cadernos de pesquisa**, n. 71, p. 49-54, 1989.
- MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva de Faleiro. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, p. 562-613, 2012.
- EVANGELISTA, Átilla Mendes; SALES, Gilvandenys Leite. A sala de aula invertida (flipped classroom) e as possibilidades de uso da plataforma professor online no domínio das escolas públicas estaduais do Ceará. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 566-583, 2018.
- GAUDIO, Anderson Coser; PIETROCOLA, Mauricio. Calouros do bacharelado e da licenciatura em física da UFES: diferenças, semelhanças, dificuldades e resiliência – um estudo de caso. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 1-28, 2019.
- GONÇALVES, Edson; FOLQUENIM, Sênita; GOYA, Alcides. Motivação e aprendizagem do conteúdo movimentos por meio de uma sequência didática centrada em experimentos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 124-138, 2019.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física, Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica, 8.ª Edição. LTC–Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

MOORE, Michael G. Três tipos de interação. **TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 09, 2014.

MORÁN, José Manuel. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**, n. 2, p. 27-35, 1995.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MOTA, Ana Rita; LOPES DOS SANTOS, J. M. B. Princípio de Arquimedes e condições de flutuação em estações laboratoriais no ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 02, p. 124-163, 2020.

OLIVEIRA, Vagner; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 32, n. 1, p. 180-206, 2015.

PASTORIO, Dioni Paulo *et al.* Elaboração e implementação de uma unidade didática baseada no Just-in-Time Teaching: um estudo sobre as percepções dos estudantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020.

SCHEUNEMANN, Camila Maria Bandeira; LOPES, Paulo Tadeu Campos. Análise de questões elaboradas por acadêmicos de anatomia humana em uma estratégia de sala de aula invertida. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 02, p. 644-660, 2020.

STUDART, Nelson. Inovando a ensinagem de física com metodologias ativas. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 3, p. 1-24, 2019.

APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Nacional Profissional
Sociedade Brasileira de Física

CADERNO DO PROFESSOR DE FÍSICA

**AULAS DE TEMPERATURA E CALOR POR
MEIO DO ENSINO SOB MEDIDA**

Igor Azevedo Carvalho
Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel
Prof. Dr. Fábio Marineli

LAVRAS – MG
2022



MNPEF

Igor Azevedo Carvalho

Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel

Prof. Dr. Fábio Marineli

AULAS DE TEMPERATURA E CALOR POR MEIO DO ENSINO SOB MEDIDA

Unidade Didática desenvolvida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Lavras, fazendo parte da dissertação de mestrado com o mesmo título, disponível em: <<http://lite.dex.ufla.br/MNPEF>>.

Caderno do Professor de Física, v. 7, n.4, 2022.
Departamento de Ciências Exatas – UFLA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

L I C E N Ç A



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-
NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Carvalho, Igor Azevedo.

Promovendo interações dos estudantes em aulas de temperatura e calor por meio do Ensino sob Medida / Igor Azevedo Carvalho. - 2022.

98 p.

Orientador(a): Antônio Marcelo Martins Maciel.

Coorientador(a): Fábio Marineli .

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Ensino de Física. 2. Interações em sala de aula. 3. Relato de experiência. I. Maciel, Antônio Marcelo Martins. II. , Fábio Marineli. III. Título.

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Interações em sala de aula e o Ensino sob Medida.....	3
3. Unidade Didática: Aulas de temperatura e calor por meio do Ensino sob Medida.....	6
4. PARTE 1 – Introdução e identificação de conhecimentos prévios.....	8
5. PARTE 2 – Temperatura, calor e equilíbrio térmico.....	14
6. PARTE 3 – Escalas termométricas e conversões entre escalas.....	19
7. PARTE 4 – Condutores, isolantes e fluxo de calor.....	21
8. PARTE 5 – Propagação de calor.....	24
9. Análise geral e considerações finais.....	29
Referências bibliográficas.....	32

1. Introdução

Caro professor e professora,

Vivenciando e refletindo sobre a realidade do ensino em meio à pandemia, uma situação totalmente atípica e, em certa medida, caótica, observamos uma necessidade urgente de reformulação das estratégias adotadas, principalmente em vista de como se deram as interações e a pouca participação dos alunos nas aulas dentro do ensino remoto, acarretando consequências nos processos de ensino e de aprendizagem. É desse contexto que tomamos a decisão de criar um produto educacional que lida com a questão da participação dos estudantes, algo que entendemos possuir relevância em meio à situação singular que estamos vivendo e que afeta todos os setores da sociedade, inclusive a educação.

Para uma melhor contextualização, será feita uma breve apresentação de algumas características de onde o trabalho foi desenvolvido. A primeira delas é que o colégio adota um sistema apostilado. Não há críticas em relação à apresentação dos conceitos pelo material adotado: é um material de qualidade, sem erros conceituais e com uma boa escrita e apresentação. Porém, o material se limita a exigir que sejam tratados todos os conteúdos conceituais nele presentes, sem uma orientação de estratégias de ensino. Como é necessário cumprir os conteúdos, isso direciona o trabalho, mas há liberdade de escolha em relação a estratégias que o professor julgar mais adequadas.

Nesse contexto, há uma inquietação latente: cumprir o conteúdo programático a qualquer custo, muitas vezes de forma expositiva e acelerada, frequentemente leva à passividade por parte dos estudantes. Essa falta de participação, indiferença e apatia dos alunos atrapalha o processo de construção do conhecimento. E este foi um problema que vem se mostrando evidente ao longo do ensino remoto desenvolvido no ano de 2020. Assim, consideramos que havia a necessidade de buscar estratégias que levem a um maior envolvimento e interação nas aulas e essa não é uma inquietação recente: já estava presente desde a época em que desenvolvi o meu Trabalho de Conclusão de Curso. De forma breve, durante o TCC – que envolveu o desenvolvimento de atividades em sala de aula –, o caminho delineado para favorecer uma maior participação dos estudantes foi começar a usar questionamentos a partir de situações-problema, estimulando e instigando sua participação nas discussões dos temas e conceitos que estavam sendo trabalhados. Durante as aulas, também estávamos sempre buscando levantar hipóteses sobre os fenômenos físicos em estudo para identificar os conhecimentos prévios dos alunos.

Na sala de aula presencial, essa estratégia gerava engajamento e havia um estímulo e favorecimento da interação. Entretanto, ao tentar usar a mesma estratégia no ensino remoto, não foram obtidas respostas significativas, o distanciamento e a transição para o sistema não presencial diminuíram a participação dos estudantes consideravelmente. Isso foi sendo identificado ao longo do processo remoto, com poucas manifestações orais dos alunos, assim como poucas manifestações escritas através do chat do sistema de aulas remotas utilizado pela escola. O fato de ser mais cômodo para os estudantes simplesmente “escutar a tela”, fez retomar a postura passiva, que volta a ser um fator predominante nas aulas. Em suma, o que era feito na sala de aula presencial e promovia as interações se mostrou ineficaz no ensino remoto. Portanto, entendemos que era necessária uma mudança de atitude.

Assim, foi fundamental a busca por estratégias que estimulassem a participação e as interações nas aulas. Como essas interações não vinham acontecendo no momento da aula, consideramos buscar antecipá-las, solicitando aos alunos respostas antes das aulas síncronas. Assim a interação já teria acontecido previamente à aula como uma atividade ou tarefa que faria parte do processo de avaliação.

Identificamos como possibilidades de estratégias para serem utilizadas a Sala de Aula Invertida (SAI) e o Ensino Sob Medida (EsM). Como a SAI solicita aos alunos um estudo mais aprofundado sobre o tema antes da aula, ela não tem a finalidade de orientar a aula do professor, pois na aula já se espera que o aluno tenha visto o assunto e tenha uma maior interação. Já o EsM é feito para se pensar a aula a partir de um estudo prévio (reconhecimento do assunto) realizado pelos alunos antes das aulas.

Como a finalidade do nosso trabalho era estimular as interações, escolhemos o EsM, almejando a interação dos alunos com o conteúdo antes do encontro síncrono. Dessa forma, a estrutura da aula e o que seria abordado pôde ser direcionado a partir dos interesses e dificuldades dos alunos, para se buscar maior participação no momento da aula. Resumindo, a principal intenção da proposta didática aqui utilizada foi estimular a participação dos estudantes, por isso escolhemos o Ensino sob Medida. Foi feita uma seleção dos recursos didáticos a serem utilizados e a elaboração de atividades com questões que visam despertar o interesse dos alunos, facilitando a identificação de dúvidas e favorecendo as interações nos momentos de encontro síncrono.

Estabelecido o uso do EsM, a próxima etapa foi pensar em materiais que possibilitassem o reconhecimento prévio, pelos alunos, dos assuntos que seriam discutidos nas aulas. O conhecimento das posturas e hábitos dos estudantes deu o direcionamento para fazermos uma boa seleção do

material didático. Consideramos, a princípio, a possibilidade de leitura da introdução dos capítulos das apostilas, de textos científicos e o uso de vídeos. Dentre essas opções, avaliamos que vídeos que tenham grande popularidade, com muitos acessos e reconhecimento por parte dos estudantes, gerariam uma maior motivação e mais estudantes realizariam as atividades propostas, possibilitando maior interação nas aulas.

Cabe ressaltar que toda motivação para o desenvolvimento desse trabalho se deu pelo ensino remoto, mas isso não significa que é um recurso próprio para esse tipo de ensino. Toda sua potencialidade pode ser levada para o ensino presencial. Acreditamos que nessa modalidade os resultados possam ser bastante significativos e até mais satisfatórios que no ensino remoto, principalmente porque a interação entre alunos se daria mais facilmente. Portanto, a proposta aqui desenvolvida não perderá seus propósitos ao fim da pandemia, como também não é específica para o Ensino Remoto ou Ensino Híbrido.

2. Interações em sala de aula e o Ensino sob Medida

Os tipos de interações que ocorrem em sala de aula são as seguintes: aluno-conteúdo, professor-aluno, aluno-aluno. Vamos começar abordando a primeira, para depois abordar as outras, que são as interações sociais.

A interação entre o aluno e o conteúdo a ser estudado é fundamental para a educação, pois “resulta em mudanças na compreensão do aprendiz, na sua perspectiva ou nas estruturas cognitivas da sua mente” (MOORE, 2014, p. 55). O objeto de estudo estimula o pensamento e as reflexões do aluno, geralmente ampliando o seu conhecimento. Essa interação pode acontecer de diferentes formas. Historicamente, a principal é por meio de materiais de leitura, mas outras maneiras vêm ganhando força com o passar do tempo e avanço da tecnologia. Vídeos, áudios, programas de computadores, aplicativos de celular, entre outros compõem uma variedade de fontes de informações, ideias, opiniões e explicações.

Agora vamos falar sobre as interações sociais, que se dão entre professor-aluno e aluno-aluno. Essas interações também têm papel fundamental para o desenvolvimento cognitivo que, como afirma Davis, Silva e Esposito (1989, p.50), “depende tanto do conteúdo a ser apropriado como das relações que se estabelecem ao longo do processo de educação e ensino”. De acordo com as autoras, a necessidade das interações em sala já é ressaltada há muito por diversos teóricos da área da psicologia, como Mead, Piaget e Wallon.

As autoras tratam mais detalhadamente sobre a proposta de Vygotsky para o

desenvolvimento dos alunos e como ela está diretamente relacionada à importância das interações sociais em sala de aula. Surge então, da abordagem histórico-cultural, o conceito de zona de desenvolvimento.

Segundo a teoria de Vygotsky, os alunos possuem dois níveis de desenvolvimento: o nível de desenvolvimento real e o potencial. O primeiro nível é tudo que ele consegue fazer de forma independente. Ou seja, são os problemas que ele já apresenta uma autonomia para chegar à solução, sem necessitar da ajuda de outras pessoas. Já o nível de desenvolvimento potencial trata de um conhecimento que ainda não foi consolidado, mas traz problemas que ele é capaz de fazer sob orientação. O espaço entre esses dois níveis é chamado de zona de desenvolvimento potencial. É papel do professor fazer a mediação e criar estratégias para que para o aluno chegue ao conhecimento.

Desejando entender mais sobre as interações nos processos de ensino e aprendizagem consultem, o capítulo 2 da dissertação atrelada a este produto educacional.

Ao nos referirmos sobre o papel do professor, Araújo e Mazur (2013, p. 364) destacam como uma de suas tarefas, “propiciar aos alunos condições para que possam se engajar no processo de aprendizagem e orientá-los de modo a alcançar uma aprendizagem significativa da matéria em estudo”.

Segundo Araújo e Mazur (2013), para a elaboração de aulas que estimulem a participação dos estudantes, o Ensino sob Medida (EsM) é visto como uma ótima opção, pois leva em conta o conhecimento prévio dos alunos. Assim, suas dúvidas específicas passam a fazer parte das aulas, promovendo um maior interesse. Portanto, o EsM dá condições para o professor elaborar aulas que vão ao encontro das dificuldades previamente apontadas pelos próprios alunos. Além disso, ele também “tem se mostrado efetivo para formar o hábito de estudo antes das aulas” (ARAÚJO; MAZUR, 2013, p. 365).

Conforme já citado anteriormente, a principal vantagem do EsM é que as dificuldades dos alunos são levadas em consideração para o planejamento das aulas, que passam a contemplar conhecimentos e dificuldades já apontadas pelos próprios estudantes. Essa metodologia tem, basicamente, três etapas, que serão descritas a seguir:

1. Estudo prévio: professor recomenda materiais diversos relacionados ao tema que será trabalhado na aula seguinte. Juntamente ao material de estudo, são enviadas questões conceituais aos alunos, que devem respondê-las e enviá-las com antecedência para o

professor, pois este precisará de tempo para ler as respostas e preparar a aula. Cabe salientar que quando mencionamos questões conceituais, estas não devem ser encaminhadas na perspectiva de receber respostas prontas, muitas vezes buscadas na internet, sem a real compreensão. Devemos elaborá-las de modo que o aluno tenha liberdade na resposta e esse fato deve ser explicitado ao estudante, ou seja, que não existe resposta certa ou errada, que o importante é responder às questões em acordo com o entendimento que cada um possui. Vale destacar que as questões elaboradas para essa etapa foram pensadas no intuito de promover manifestações e discussões, não se limitando em identificar o quanto eles compreenderam.

2. Discussões em sala de aula: Após o envio das respostas, o professor deve fazer uma análise do material e identificar quais as dúvidas mais frequentes, as quais serão o foco maior de estudo e discussão durante a aula síncrona. Então, durante a aula são retomadas as questões e citadas algumas respostas selecionadas, que possuam maior potencial de fomentar as discussões. Os autores não devem ser citados para não ficarem inibidos ou constrangidos. Como o professor já conhece as principais dificuldades e dúvidas, pode trazer recursos que auxiliem o esclarecimento durante a explicação. Os conteúdos/conceitos que os alunos apresentam maior facilidade não são abordados em sala ou, caso seja necessário, são retomados de forma breve.
3. Atividades em grupo: Essa etapa deve levar em consideração vários fatores que compõem a aula, desde o ambiente ou regime de ensino até características dos indivíduos que participam dela, incluindo o próprio professor. A explicação oral do professor não deve passar de 10 minutos, havendo uma alternância no tipo de atividades realizadas para manter o interesse e concentração dos alunos. Podem ser feitas discussões, exercícios de fixação, experimentos e outros. A própria fala do professor também deverá ser intercalada com questões e/ou exercícios para criar uma dinâmica mais interativa nas aulas. A prioridade deve ser a prática dos conteúdos estudados, aplicando-os em diversas situações.

Para o fechamento do ciclo, os discentes devem responder questões que estão relacionadas ao que foi trabalhado em sala. Conforme afirmam Araújo e Mazur (2013, p.372), essas questões, que são nomeadas como “Puzzles” (quebra-cabeças), devem ser intrigantes e trazer contextos diferentes dos discutidos em sala, de forma que o professor consiga avaliar se o aluno está conseguindo aplicar os

conhecimentos discutidos em outras situações. Especificamente na situação do ensino remoto e adequando às exigências do colégio, as atividades dessa etapa foram adaptadas. Pela dificuldade de reuniões em grupo, foram propostas questões para serem respondidas posteriormente às aulas, individualmente. Essas questões deviam ser respondidas antes de se iniciar o estudo prévio para a próxima aula.

3. Unidade Didática: Aulas de temperatura e calor por meio do Ensino sob Medida

Prezado professor e professor,

A sequência didática elaborada consiste em intervenções didáticas, fundamentadas no uso do EsM, em que são apresentados os materiais (vídeos) selecionados e as questões elaboradas que foram encaminhadas aos alunos, considerando que as intervenções estão inseridas em uma sequência de conteúdos conceituais previstos no planejamento anual do professor e da escola. Conforme foi exposto, o planejamento das aulas é decorrente das respostas encaminhadas.

A construção da estrutura do produto se deu ao longo do desenvolvimento da proposta em sala de aula e sua estrutura final consiste no relato da experiência docente, considerando que o relato da prática do professor é fator fundamental no diálogo que será estabelecido com outros professores. Entretanto, alerta-se que os procedimentos realizados não mostram a outros professores o que deve ser feito de modo obrigatório. A finalidade é compartilhar uma experiência pessoal dos passos escolhidos para conseguir chegar aos resultados destacados.

Para a seleção dos vídeos, buscamos um canal do YouTube que trouxesse vídeos reconhecidamente populares e que chamassem a atenção dos alunos, sendo bem-produzidos e divertidos. Por sua boa dinâmica e linguagem apropriada, e por não apresentar grandes erros conceituais, optamos então pelo canal “Manual do Mundo”. Foi feita uma pesquisa dos vídeos desse canal que tratassem sobre o tema da sequência e encontrados mais de 30 vídeos. Foram assistidos todos esses vídeos, fazendo-se uma verificação dos conceitos abordados e elencando-se os assuntos que apareceram em cada um e que poderiam ser discutidos. Então, selecionamos 9 vídeos, que foram agrupados e ordenados nas 5 partes da sequência. A escolha dos vídeos foi feita considerando o potencial de gerar discussões sobre os conceitos principais de cada parte da sequência, sendo motivadores para se trabalhar cada um dos conteúdos. Porém, em cada parte também foram citados outros assuntos que podem ser trabalhados com os vídeos para dar opção aos professores de alterar

a escolha desses vídeos, conforme julgar mais apropriado à sua realidade. As cinco partes da sequência são:

1. Introdução e identificação de concepções prévias
2. Temperatura, calor e equilíbrio térmico
3. Escalas termométricas e conversão entre escalas
4. Condutores, isolantes e o fluxo de calor
5. Propagação de calor

Todo o desenvolvimento da sequência didática durou 6 semanas, com duas aulas semanais, de 50 minutos, cada. Para um desenvolvimento adequado da proposta é necessário pensar em uma organização que permita a existência de tempo necessário para os alunos responderem às questões e enviá-las para que o professor possa fazer a leitura e elaborar a aula seguinte.

É importante ressaltar que havia uma exigência por parte do colégio: os alunos deviam levar, ao final de cada aula, duas questões para serem resolvidas e entregues no dia seguinte. O professor tinha autonomia para selecionar ou criar as questões, que podiam ser conceituais, de aplicação direta ou o que o professor julgasse mais relevante. Assim, essas questões também foram inseridas ao longo da descrição da sequência como “questões enviadas depois das aulas”. Resumidamente, o cronograma de cada semana seguiu os passos abaixo:

1. Na semana anterior à aula, os alunos recebiam os vídeos a serem assistidos e as perguntas referentes a esses vídeos;
2. Após respostas à atividade, os alunos enviavam as respostas até o fim da semana;
3. O professor analisava as respostas enviadas, fazendo um levantamento de dúvidas, curiosidades e interesses. Então, era preparado o material para ser discutido na aula.;
4. Nas aulas da semana havia a discussão sobre o tema da semana e os alunos levam duas questões para serem respondidas;
5. A partir daí, um novo relatório com vídeos e questões era enviado aos alunos e o ciclo se repetia.

Convém mencionar que alguns relatos, observações, adaptações e melhorias foram incluídos na sequência didática após o desenvolvimento do trabalho e compõem o produto educacional. Buscamos descrever na dissertação, principalmente, o que foi gerado pela discussão inicial, detalhando o que foi feito ao longo do seu desenvolvimento e os resultados alcançados.

Portanto, daqui em diante serão descritas as atividades desenvolvidas, com comentários e

análises de cada uma das partes da SD¹. Apresentaremos nos textos a seguir o detalhamento de cada parte.

4. PARTE 1 – Introdução e identificação de conhecimentos prévios

Os vídeos selecionados para essa primeira parte da sequência traziam temas extremamente pertinentes para o momento de pandemia vivido a partir de 2020. O intuito nessa parte era mostrar a relevância do que seria discutido na SD e despertar o interesse dos alunos para o estudo que seria iniciado, identificando seus conhecimentos prévios. Ainda não foram introduzidos conceitos, apenas um diagnóstico para orientar as próximas discussões.

VÍDEO 1:

- **Título:** “Se febre esquenta o corpo, por que sentimos frio? #DúvidaCruel 10”²
- **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** termômetro e escalas, temperatura, febre, frio, calor, aquecimento.
- **Observações:** O apresentador fala em “baixar o calor” (1:06), sendo essa uma fala equivocada porque, verdade queremos diminuir a temperatura. Por ser uma diferença relevante dentro do contexto da aula, esses conceitos foram contrastados em discussões futuras.

VÍDEO 2:

- **Título:** “NÃO TE CONTARAM tudo sobre TERMÔMETRO DE TESTA”³
- **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** radiação, câmera térmica, temperatura, quente, zero absoluto, infravermelho, “mapa de calor”, luz visível, espectro eletromagnético.
- **Observações:** O apresentador fala que nós não conseguimos enxergar o infravermelho porque tem “pouca energia” (7:52). Essa fala está equivocada porque, caso estivesse relacionado à energia, deveríamos enxergar o ultravioleta, por exemplo, mas isso não acontece. Não enxergamos simplesmente porque essas radiações não sensibilizam os fotorreceptores da retina, não estando na faixa da luz visível do espectro eletromagnético.

1 Os conceitos principais que foram trabalhados estão nos títulos de cada uma das partes. Dependendo da necessidade, os outros conceitos citados foram trabalhados de forma mais superficial (quando ainda não tinham sido vistos), revisando-se (quando já tinham sido vistos e eram necessários para o entendimento do novo conceito), retomados (quando se percebeu que não houve um entendimento adequado).

2 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kfWLJcNKQtg>

3 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RcQ9vxwWjcs>

Como não faz parte do assunto da aula, esse erro foi apenas citado para passar a informação correta, mas não para fomentar discussões.

QUESTÕES ENVIADAS NA SEMANA ANTERIOR:

1. Ao assistir os vídeos, alguma palavra foi estranha para você? Qual ou quais?
2. Algum trecho dos vídeos você achou mais confuso ou difícil de entender?
3. O que você entende por “sensação térmica”?
4. Alguém já mediu sua temperatura com um “termômetro de testa”? Você sentiu alguma coisa diferente?
5. Você já ouviu a expressão “mapa de calor”? Na sua opinião, o que ela quer dizer?

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DA AULA:

1. Descreva, com as suas palavras, o que é a febre. De acordo com o que foi discutido em sala, quais os fenômenos físicos que ocorrem quando temos febre?
2. Baseando-se no que foi visto no vídeo e discutido, descreva, com suas palavras, como funciona o “Termômetro de testa”.

RECURSOS UTILIZADOS NA AULA:

- Apresentação de slides com:
 - Fotos que tenham ligação com os temas discutidos (febre e termômetro);
 - Questões enviadas na semana anterior (para lembrar);
 - Trechos das respostas enviadas pelos alunos que fomentem as discussões.

IMPRESSÕES E ANÁLISES DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS:

Conforme dito na seção que trata sobre o Relato de Experiência (RE), nesse tipo de escrita é fundamental que se tenha o autor como sujeito participante. Portanto, durante a escrita das impressões e análises, vou adotar uma linguagem sempre em primeira pessoa, pois muitas vezes falarei sobre minhas expectativas, minhas ações e meus sentimentos. A escrita na primeira pessoa também dará mais objetividade e riqueza de detalhes da apresentação da experiência vivida, de modo a auxiliar a outros professores que venham a desenvolver trabalhos semelhantes.

Para o início da sequência didática, dei algumas instruções importantes para os alunos. Além de instruções técnicas sobre como acessar as atividades no sistema e como estas deveriam ser respondidas e enviadas, deixei claro que não deveria haver uma preocupação em acertar as respostas, visto que estas estavam ligadas a interpretações e opiniões pessoais sobre os vídeos

assistidos e os assuntos abordados. Portanto, além de não ser permitida a cópia, mostrei que ela também não fazia sentido. Essas instruções foram passadas de forma oral e estavam listadas, em tópicos, em todas as atividades, conforme listado abaixo:

- Durante as próximas semanas faremos atividades diferentes das que fizemos até agora: elas terão um ou dois vídeos apenas, com poucas questões para responder. Mas, o prazo também será mais curto – fique atento a isso!
- Além disso, NÃO terão respostas certas ou erradas. A intenção é realmente saber o que você achou dos vídeos e dos conceitos neles abordados. Suas respostas ajudarão a direcionar o planejamento das nossas aulas síncronas (pelo Zoom);
- É muito importante que você não copie dos colegas nem da internet! Copiar também não faz sentido porque, como eu disse acima, não haverá respostas certas ou erradas. O que importa é saber o seu entendimento (ou falta de entendimento) sobre os assuntos que desenvolveremos.

Em todas as partes da sequência, seguimos o seguinte padrão: as atividades foram disponibilizadas aos alunos e respondidas por eles pelo sistema do colégio. A atividade desta primeira parte da sequência continha as cinco perguntas listadas acima em “questões enviadas na semana anterior”. Após o recebimento dessas atividades foi realizada, por mim e meu pelo orientador do mestrado, uma leitura com agrupamento de respostas semelhantes. Em seguida, nos encontramos, via Zoom, para discutirmos as respostas dos alunos e definirmos a sequência mais adequada para aula. Definimos, inclusive, quais assuntos seriam aprofundados neste momento e quais seriam abordados posteriormente dentro da sequência didática.

Após a discussão sobre a estrutura da aula a partir das atividades, montei uma apresentação de slides contemplando as propostas e análises feitas e escolhidos os recursos que seriam utilizados na aula seguinte. Alguns detalhes sobre procedimentos adotados se repetiram ao longo de toda a sequência. Portanto, a análise dessas ações e o padrão adotado desde a disponibilização da atividade até a aula se repete ao longo da sequência, sendo feitas apenas algumas adaptações e alterações que foram necessárias. Um aspecto que considera extremamente positivo foi a possibilidade de escrita do diário de campo logo após as aulas. Como as aulas foram nos últimos horários, as impressões e emoções sentidas ainda estavam bem recentes na minha memória.

Como o desenvolvimento dessa sequência foi o primeiro contato dos estudantes com o EsM, estávamos apreensivos de como eles reagiriam e se fariam as atividades com seriedade. Em

atividades anteriores, várias respostas eram dadas “mecanicamente”, sem posicionamento ou naturalidade. Algumas falas dos alunos, desde a primeira parte, já mostraram uma mudança de postura e maior interesse pela proposta da tarefa enviada para casa. Observamos que, nessa fase, os alunos passaram a se manifestar mais livremente, ao contrário do que acontecia anteriormente.

Esse ponto positivo foi ressaltado por mim já na primeira aula. Busquei estimular mais respostas pessoais e bem elaboradas, destacando a importância para elaboração da aula que tínhamos naquele momento. Como aparece em uma das falas acima, alguns alunos pesquisaram para ajudar na elaboração das respostas ou para tirar dúvidas. Também deixei claro para eles que não havia problema em fazer isso e que eles não precisavam “fingir” que não tinham pesquisado.

Logo no começo das aulas, perguntei aos alunos o que eles tinham achado dessa nova metodologia e um aluno, que é mais tímido e que nunca havia aberto o microfone durante as aulas, disse: *“Achei os vídeos legais. Já acompanhava o Manual do Mundo antes e estava acostumado com a linguagem que ele usa. Gostei bastante dos vídeos”*. Foi o primeiro indício do estímulo de interação dos estudantes por causa do EsM. Também questionei esse aluno se havia entendido tudo e a resposta foi positiva. Quando questionei se alguém não havia entendido, não houve interação. Porém, alguns alunos já haviam apontado dificuldades específicas nas respostas enviadas e eu pude trazer essas dificuldades nos slides. Houve então, uma aluna que se manifestou, apontando uma dificuldade específica. Se não houvesse uma interação prévia, possivelmente essa dúvida não seria colocada. A explicação estava mais relacionada à parte de biologia, por isso senti um pouco de dificuldade na hora de formular as respostas e dei uma explicação superficial. Deixei claro aos alunos que não era minha área e que, realmente, não era a intenção aprofundar nela ao longo das aulas de física.

Outra interação de um aluno veio de um tema que estava muito em ênfase na época: a febre e seus sintomas. Uma observação interessante nessa parte da sequência foram interações de um aluno que, geralmente, não fazia as tarefas nem interagia nas aulas. Desde a primeira aula utilizando o EsM, já observei uma mudança significativa em sua postura. Apesar das principais mudanças no comportamento dos alunos terem ocorrido na hora de fazer as tarefas, observei também uma mudança em alunos específicos ao longo dos encontros síncronos. Em contrapartida, houve alunos que continuaram sem interagir durante o encontro síncrono.

Por causa do funcionamento do termômetro, foi necessária uma explicação breve sobre radiação térmica e sobre o espectro eletromagnético. Também senti dificuldade de dar uma

explicação mais resumida nesse assunto, sem entrar muito na parte de ondulatória, que só viria a ser trabalhada no bimestre seguinte.

Seguindo a proposta de Mortimer e Scott (2002), que foi mencionada anteriormente, vamos analisar também a classe de abordagem comunicativa que ocorreu, majoritariamente, em cada aula. Analisando as gravações, observei que eu buscava o tempo todo um diálogo interativo, porém com dificuldade de ser dialógico – o predomínio é de um diálogo interativo e de autoridade, visando chegar em um ponto de vista específico, com perguntas encadeadas. Senti uma ansiedade, da minha parte, para chegar em conclusões específicas. Ao longo da SD, acredito que houve uma evolução e consegui lidar melhor com esse anseio, adequando de forma mais acertada a estrutura da aula e elaborando melhor as questões que eram feitas aos alunos. Outra dificuldade que se apresentou nessa aula foi de obter respostas com explicações mais estruturadas por parte dos alunos, o que acentuou o discurso de autoridade e dificultou um discurso interativo.

Havíamos previsto que essa parte da sequência demoraria apenas uma aula, mas foi necessária mais uma para concluir o que havia sido proposto. As interações que ocorreram na primeira aula dessa parte foram por áudio, sem nenhuma manifestação pelo chat. A maioria das respostas eram dadas para perguntas feitas de forma mais objetiva, que exigiam respostas curtas. Não havia respostas quando eu fazia perguntas mais abertas e que exigiam respostas mais complexas.

Já na segunda aula, as interações que ocorreram pelo chat foram bem diretas e só pelo privado (falando diretamente comigo). De forma geral, os alunos demonstraram um certo bloqueio para falar, demorando para interagir e se arriscando pouco nas respostas. Na apresentação de slides, inserimos uma “frase polêmica” para estimular a discussão, relacionada ao termômetro de infravermelho. Uma aluna respondeu em sua atividade que “*sentiu um leve formigamento*” ao ter sua temperatura medida por um termômetro desse tipo. Apesar da suposição de que essa fala poderia trazer discussões, nenhum aluno quis se posicionar contra. É possível que, como as aulas dessa matéria tinham acabado de se iniciar, os alunos tenham ficados inseguros para questionar a fala de uma colega. Após uma nova explicação sobre o funcionamento do termômetro, um aluno decidiu responder: “*Acho que foi só impressão*”, mas não conseguiu apresentar argumentos para fundamentar seu posicionamento.

Comecei a observar, desde a primeira aula, que é melhor focar em menos perguntas ou situações, mas que sejam mais específicas e que chamem mais atenção dos alunos. Da mesma

forma, acredito que seja melhor abordar menos assuntos, nos quais haja um maior estímulo para interações. Percebi que é importante construir uma situação que deixe mais clara a pergunta e conduza a participação dos alunos. Exemplificando: depois de dar uma explicação breve sobre radiação, já perguntei a diferença entre “radiação ionizante” e “radiação não-ionizante”. Foi uma pergunta muito ligada às definições e sem contextualizar. A maior parte das questões formuladas dessa forma não gerou interações. Pelo contrário, o silêncio dos alunos gerou em mim um grande incômodo e não deu fluidez à aula.

Na preparação dos slides, selecionei várias falas de alunos que explicavam o que era o “mapa de calor” e coloquei na apresentação. Fiz um slide com muitas respostas e, em seguida, agrupei as que tinham semelhanças entre si, selecionei 5 respostas principais para serem discutidas. Porém, observei que o grande número de respostas em um mesmo slide deixou os estudantes confusos, não gerando nenhuma interação. Por outro lado, percebi que o slide com poucas respostas gerou algumas interações. Suponho que uma seleção maior tenha dado mais clareza aos alunos, direcionado seu pensamento e estimulado sua participação. Conforme dito anteriormente, os autores das respostas não foram expostos para não haver constrangimento, porém uma aluna identificou sua resposta e quis se posicionar oralmente. Considero que trazer respostas dos alunos foi um ponto relevante para o estímulo de interações, que se repetiu em toda sequência.

O procedimento para se discutir a “sensação térmica” foi o mesmo: um slide com várias respostas e depois um com respostas selecionadas. Dessa vez, não houve interação de forma oral, mas houve respostas diretas pelo chat. Nesse momento foi estabelecido novamente um diálogo oral interativo e de autoridade com dois alunos. Pelo chat, uma aluna enviou uma resposta mais bem elaborada, explicando melhor a situação de porquê sentimos a maçaneta mais fria que a porta, mas as duas estão na mesma temperatura: *“Pois fatores como a umidade relativa do ar, densidade atmosférica e a velocidade de propagação do vento alteram a transferência de energia (calor) entre o meio ambiente e o corpo”*.

De forma geral, não houve um número significativo de interações nas aulas da primeira parte. A maior parte das respostas foi dada de forma resumida e objetiva. Os alunos demoravam para falar e houve vários momentos em que tivemos silêncio nas aulas, com a necessidade de eu reformular a pergunta para obter alguma resposta. Outro aspecto negativo foi que não houve a abertura da câmera por nenhum estudante. Houve um problema na internet no colégio, onde mora a maioria dos alunos, que deixou a conexão mais lenta e trouxe uma maior dificuldade para esses alunos ligarem suas câmeras. Nessa parte, a minoria das interações foi de alunos que moravam no

colégio, o que também pode ter sido por causa dos problemas de conexão de internet.

5. PARTE 2 – Temperatura, calor e equilíbrio térmico

Os três conceitos-chave dessa parte foram trabalhados por meio de dois vídeos, relacionados ao cotidiano dos alunos. Apesar de trabalhar outros conceitos que apareceram mais à frente na sequência, nos restringimos a discutir os conceitos de temperatura e calor, trabalhando bem os termos “calor” e “quente”. O equilíbrio térmico foi trabalhado nas discussões, mas o conceito do fluxo de calor associado a ele foi introduzido posteriormente. Portanto, as respostas dadas pelos alunos orientaram o planejamento da aula em sequência à tarefa, mas também contribuíram no planejamento de aulas posteriores.

VÍDEO 3:

- **Título:** “Como fazer um AR-CONDICIONADO CASEIRO com cooler + PET + pilha | EXPERIÊNCIA”⁴
- **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** termômetro e escalas, temperatura, convecção térmica, fluxo de calor.
- **Observações:** O apresentador usa a expressão “matando seu calor” (4:15). Essa expressão foi discutida e comparada em sala de aula com a questão 5 enviada na semana anterior (ver abaixo) para mostrar que, coloquialmente, usa-se calor e quente como sinônimos, mas no meio científico as duas expressões possuem significados distintos.

VÍDEO 4:

- **Título:** “Como GELAR LATINHA em 1 MINUTO! Dá MUITO certo!!!”⁵
- **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** termômetro e escalas, temperatura, “gelar”, equilíbrio térmico, fluxo de calor, superfície de contato, ponto de fusão, convecção (e movimento de fluidos), condução
- **Observações:** acreditamos que era possível que os alunos fizessem perguntas a respeito do uso do sal junto com o gelo para aumentar a velocidade com que a temperatura diminui. De forma análoga, também poderia haver perguntas na parte que se fala do álcool misturado com a água, o aumento da superfície de contato e o giro da latinha. Essas perguntas não

4 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pW0BVqRh404>

5 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5nXvMTEycK8>

ocorreram, mas nossa intenção era não aprofundar nesses assuntos nesse momento, visto que uma discussão mais ampla envolvendo o fluxo de calor seria feita na parte 4 da sequência didática.

QUESTÕES ENVIADAS NA SEMANA ANTERIOR:

1. Ao assistir os vídeos, alguma palavra foi estranha para você? Qual ou quais?
2. Algum trecho dos vídeos você achou mais confuso ou difícil de entender?
3. O que a expressão “equilíbrio térmico” significa para você?
4. O que acontece com o gelo do ar-condicionado caseiro depois de um tempo? E o que acontece com o ar quando passa pelo gelo?
5. Qual expressão faz mais sentido para você: “hoje está muito quente!” ou “hoje está muito calor”? Por quê?

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 1):

1. O que é temperatura? Qual a sua diferença para o calor?
2. Existe diferença entre “quente” e “calor”? Qual?

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 2):

1. O que é equilíbrio térmico? Como ele ocorre?
2. Dois corpos, isolados do ambiente, se encontram à temperatura de 1500°C. Sobre este fato, é **INCORRETO** afirmar que:
 - a) Os corpos estão a uma temperatura elevada
 - b) Há calor entre os corpos
 - c) Há energia térmica nessa situação
 - d) Os corpos estão em equilíbrio térmico

RECURSOS UTILIZADOS NAS AULAS:

- Apresentação de slides com
 - fotos que tenham ligação com os temas discutidos (caixa de isopor, latinha etc)
 - Questões enviadas na semana anterior (para relembrar);
 - Trechos das respostas enviadas pelos alunos que fomentem as discussões.
- Simulador do Phet: “Estados da Matéria: Básico”⁶

6 Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics

- Como já descrito no próprio nome do simulador, esse Phet é sobre os estados da matéria e possui várias funcionalidades que não serão exploradas agora. O seu uso será apenas para análises simples, como a agitação das moléculas em diferentes temperaturas. Em sala de aula e, principalmente no ensino remoto, há a necessidade de diversificação da aula, como dito acima nas orientações da segunda etapa do EsM. Em geral, os alunos demonstram interesse nos simuladores e estes facilitam o entendimento e visualização dos conceitos trabalhados. Por isso, alguns deles serão inseridos ao longo da sequência didática.

IMPRESSÕES E ANÁLISES DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS:

Em todas as partes da SD, perguntamos as palavras ou trechos que os alunos tiveram mais dificuldades de entender. Nas aulas da primeira parte, percebi que dei ênfase a explicações que não precisavam ser dadas. Então, a partir dessa segunda parte, separamos as palavras e expressões que não tinha ligação direta com os temas da aula para dar uma explicação objetiva e breve no começo das aulas. A separação e explicação dessas palavras logo no início, deu uma melhor fluidez na sequência da aula. Não houve interações nessa parte, só a explicação do professor.

Outra alteração importante nessa parte foi citar os autores de algumas frases para investigar se isso traria mais interações dos estudantes. Mas, para não constranger nenhum estudante, foram escolhidas somente frases que estavam mais bem formuladas. Deixei claro aos estudantes que nós, meu orientador e eu, havíamos tomado essa decisão para dar os créditos aos autores e para que eles pudessem complementar as respostas. Também falei que não havia intenção de expor ninguém, somente motivar a participação para construção do conhecimento.

Após a entrega da segunda atividade, análise e nosso encontro, percebemos que deveria haver uma alteração na atividade: em vez de usar a expressão “hoje está fazendo muito calor”, deveríamos ter utilizado a expressão “hoje está muito calor”. Dessa forma, a única diferença entre as frases comparadas seria a troca da palavra “quente” para a palavra “calor”. Essa alteração não aconteceu na atividade, mas foi citada na aula.

Assim como na parte anterior, comecei a introduzir perguntas encadeadas para auxiliar no entendimento do ar-condicionado caseiro, as respostas dos alunos foram diretas e curtas, a princípio, estabelecendo um discurso interativo de autoridade. Ao questionar os alunos sobre o que era o equilíbrio térmico e citar a fala de um aluno com a sua autoria, ele passou a interagir, junto com outro aluno. Os alunos continuaram com receio de se posicionar em relação a frases de outros

colegas.

Ainda senti dificuldade para estabelecer um discurso dialógico, sendo que as perguntas mais amplas não eram respondidas pelos alunos. Após chegarmos à definição de equilíbrio térmico, um aluno passou a dar uma explicação um pouco maior, citando outras situações para mostrar que o equilíbrio térmico ocorre tanto em baixas temperaturas, quanto em altas temperaturas. Mesmo sem a minha condução, trouxe outro ponto de vista: *“há um porém: quando os corpos forem igualando [a temperatura], se estiver mais corpos, mais quente vai ficando”*. Entendi que o aluno estava associando a uma situação em que várias pessoas estão na mesma sala e expliquei que, nesse caso, a temperatura da sala continuava subindo por causa da nossa emissão de radiação, lembrando dos conceitos estudados nas últimas aulas. Nessa aula, foi um momento que se estabeleceu um breve discurso interativo dialógico.

Em seguida, ao analisar a temperatura de equilíbrio, se estabeleceu um discurso interativo de autoridade. Mostrei uma figura de duas vasilhas com água e perguntei: *“Se eu misturar essa água fria com essa água quente, o resultado será uma água...”*. A resposta inicial do aluno foi: *“Uma água morna”*. Mas falei que tinha induzido essa resposta, pois dependia de outros fatores e questionei: *“o resultado vai ser sempre morno?”*. Então o aluno completou: *“Não professor, se uma água estiver muito quente e a outra só um pouquinho frio, vai ficar mais quente. A quantidade vai depender também: se tiver mais água quente ou mais água gelada, o resultado vai depender também”*.

A resposta de uma aluna, já antecipou também conteúdos que ainda seriam trabalhados em aulas posteriores: *“O ar se encontra com o gelo e começa a ficar mais frio. O ar mais frio, naturalmente, desce e o ventilador vai jogando pra fora”*. Destaquei a resposta, mas falei que ainda íamos trabalhar esse conteúdo nas próximas aulas.

Na hora de discutir a última questão, que traz a diferença entre quente e calor, foi colocada a frase de um aluno no slide. Essa frase gerou algumas interações pontuais com o próprio aluno que havia formulado a frase, mas não se estabeleceu um diálogo. Na sequência, coloquei uma questão de múltipla escolha para os alunos responderem:

“Qual alternativa está correta?”

- a) *Recebendo quente*
- b) *Recebendo frio*
- c) *Recebendo calor*

d) *TODAS ACIMA*”

Alguns enviaram as respostas no chat e um aluno falou pelo áudio. Um aluno deu uma explicação complementar, falando que a resposta seria *“recebendo calor”* e que *“receber frio, na verdade seria perder calor”*. Questionei se receber quente fazia sentido e consegui estabelecer um diálogo. A resposta do aluno foi: *“também não, porque quente seria o estado, já calor seria a energia que tá perdendo ou ganhando”*. Logo após, perguntei então se uma expressão muito usada no estudo dessa matéria, *“trocas de calor”*, fazia sentido. *“Não, por causa que dá ideia de que um está mandando calor e outro está mandando frio. Só que, na verdade, os dois estão se estabilizando o que tem mais [energia] está passando para o que tem menos, até que os dois fiquem com a mesma temperatura”*.

Nessa parte da aula, percebi que as interações surgiram mais facilmente, sem eu ter que ficar perguntando de formas diferentes ou insistindo em uma resposta. Com o estudo prévio feito, as interações surgiram de forma mais fácil. Nesse ponto específico, o EsM se mostrou eficaz na promoção de interações dos estudantes, visto que foi dado um embasamento para construção de falas de maneira mais fácil e espontânea no momento da aula síncrona.

Para fechar essa parte, utilizei o simulador para mostrar a diferença entre partículas mais quentes e mais frias. Se estabeleceu novamente um diálogo interativo e de autoridade, pois os alunos responderam somente de forma direta e objetiva, sem elaborar falas que iam além do que foi exposto por mim.

Comparando com a primeira parte da SD, ocorreu a participação de mais alunos: alguns que não tinham participado ainda interagiram nas aulas, tanto pelo chat, quanto por áudio. Mesmo assim, senti um grande desconforto quando várias perguntas que eu fiz ficaram sem nenhuma resposta. Somente dois alunos continuaram a interagir e responder quando eu fiz uma nova pergunta, baseada da fala deles. Houve algumas interações pontuais no chat e citar os autores das respostas não promoveu significativamente interações durante o encontro síncrono. Um fator positivo foi que uma aluna que, até agora, só havia interagido pelo chat, abriu o áudio para falar. Mesmo assim, senti que estava dando aula para poucos alunos (em relação ao total). Tenho receio que as interações com esses alunos específicos possam atrapalhar a linha de raciocínio de outros alunos que estejam só prestando atenção, sem se manifestar. Acredito que seja mais eficaz uma explicação e contextualização maior, com uma quantidade menor de perguntas relevantes, em vez de uma grande quantidade de *“perguntas encadeadas”*.

6. PARTE 3 – Escalas termométricas e conversões entre escalas

O vídeo selecionado para essa parte trata das temperaturas de ebulição da água em diferentes locais. A intenção foi a de discutir a necessidade de uma referência para se montar uma escala termométrica e como podem ser feitas, matematicamente, as conversões entre diferentes escalas.

VÍDEO 5:

- **Título:** “Água ferve a 100°C? Você foi ENGANADO!!”⁷
- **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** ponto de fusão, ponto de ebulição, temperatura, escala Celsius, pressão atmosférica.
- **Observações:** Uma informação que podia confundir, é que o apresentador fala que a água congela ou descongela a 0°C, dependendo se a temperatura estiver subindo ou descendo (0:41). Foi feita uma observação rápida, reformulando a frase e trocando por: “se a água estiver recebendo ou cedendo energia”. Isso porque, na hora da mudança de fase, não há alteração na temperatura quando se trata de substâncias puras. O próprio vídeo destaca esse fato (3:06).

QUESTÕES ENVIADAS NA SEMANA ANTERIOR:

1. Ao assistir os vídeos, alguma palavra foi estranha para você? Qual ou quais?
2. Algum trecho dos vídeos você achou mais confuso ou difícil de entender?
3. Você já usou algum tipo de termômetro? Para quê?
4. Como ele era e como você fez para usá-lo?
5. Se você estiver viajando pelo mundo e em um termômetro estiver mostrando o número “50”, em qual lugar você acha mais provável de estar? Por quê?

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 1):

1. A preocupação com o aquecimento global tem sido cada vez mais acentuada. Em alguns dias de verão na cidade de Lavras-MG, os termômetros chegaram a indicar 39°C. Qual o valor dessa temperatura em escala Kelvin e na escala Fahrenheit?
2. (UFF-RJ) Quando se deseja realizar experimentos a baixas temperaturas, é muito comum a utilização de nitrogênio líquido como refrigerante, pois seu ponto normal de ebulição é de – 196°C. Na escala Kelvin, esta temperatura vale:

⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-Iz03RY6Rw0>

- a) 77 K
- b) 100 K
- c) 196 K
- d) 273 K
- e) 469 K

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 2):

3. (FESP – SP) Ao medir a temperatura de um gás, verificou-se que a leitura era a mesma, tanto na escala Celsius como na Fahrenheit. Qual era essa temperatura?
4. Sabendo que qualquer pessoa pode criar uma escala de temperatura arbitrária, um estudante construiu sua própria escala, a escala de temperatura “X”. Para isso, o estudante atribuiu o valor 0°X à temperatura equivalente a 20°C e o valor 100°X à temperatura equivalente a 40°C . Qual será o valor na escala Celsius, quando um termômetro graduado na escala X indicar 25°X ?

RECURSOS UTILIZADOS NAS AULAS:

- Apresentação de slides com
 - fotos que tenham ligação com os temas discutidos (panela, fogão, termômetro digital, termômetro analógico);
 - Questões enviadas na semana anterior (para lembrar);
 - Trechos das respostas enviadas pelos alunos que fomentem as discussões.
- Termômetro caseiro, como o encontrado em vídeo na internet⁸.

IMPRESSÕES E ANÁLISES DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS:

Um incômodo que eu tive nas duas primeiras partes da SD foi a ausência de respostas em vários questionamentos que eu fazia ao longo da aula. Como escrevi no final da parte 2, tive a preocupação que interações isoladas e falta de fluidez na aula poderiam atrapalhar o aprendizado. Na maior parte do tempo das aulas, até o momento aqui descrito, as abordagens comunicativas foram interativas, mas de autoridade. Em poucas ocasiões essa interação se aproximou de ser dialógica.

Para tentar solucionar essa questão, modificamos um pouco a estrutura da aula nessa parte: Passei mais rápido pelas explicações iniciais, estabelecendo uma abordagem não-interativa e

8 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hAQhmsUz2P8>

dialógica, para buscar uma interação maior e discussões na última questão que, aparentemente, possuía um potencial maior de acordo com as respostas que foram dadas nas atividades já entregues. Algumas questões pontuais e interações de autoridade aconteceram durante a aula, mas com interações de poucos alunos.

A variedade e divergência de respostas para a última questão foi muito grande nas atividades que haviam sido entregues. Por isso, consideramos que esta tinha um grande potencial para interações e discussões. Logo que a questão sobre onde seria possível estar se um termômetro indica a temperatura de 50 (sem unidade de medida), um aluno já antecipou a necessidade de uma escala de temperatura para se determinar isso.

Percebi que as interações estavam bem mais frequentes que antes do início da SD. Em comparação com as partes anteriores da SD, as interações também aumentaram, consegui estabelecer um diálogo maior com alguns alunos. As respostas das atividades se mostraram mais elaboradas e as cópias (respostas idênticas dadas por mais de um aluno) também já diminuíram nessa parte. Isso pode ser devido a uma melhor apropriação da metodologia, depois de 4 aulas. O estudo prévio, proposto pelo EsM, surtiu efeito para alguns alunos, que passaram a interagir nas aulas.

Por outro lado, em relação ao número total de alunos, nessa parte ainda foram poucos que tiveram a iniciativa de falar ou que interagiram de alguma forma. Alunos que, inclusive, apresentaram boas respostas na atividade entregue, não interagiram na hora da aula.

7. PARTE 4 – Condutores, isolantes e fluxo de calor

Dando enfoque à diminuição da temperatura dentro de uma residência, discutimos os conceitos desta parte da sequência através de dois vídeos que utilizam diferentes meios para ter uma troca de calor com o ambiente externo (ou evitá-la). Os conteúdos discutidos nessa parte eram fundamentais para a discussão dos processos de propagação de calor na próxima parte.

VÍDEO 6:

- **Título:** “Como espantar o CALOR com CAIXAS DE LEITE”⁹
- **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** reflexão de ondas, temperatura, radiação, isolante térmico

⁹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aEpMk7zuvVQ>

- **Observações:** O próprio título já traz uma expressão que pode instigar discussões: “espantar o calor”. Com todas as discussões que já foram feitas até esse momento, espera-se que os alunos já percebam o uso coloquial da palavra “calor” sendo diferente do conceito físico.

VÍDEO 7:

- **Título:** “No calor, ventilador pra dentro ou pra fora? Fizemos o teste!”¹⁰
- **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** temperatura, fluxo de calor (vento e refletores), convecção térmica, termômetro e escalas, calor.
- **Observações:** Novamente, o próprio título já traz uma expressão que pode instigar discussões: “no calor”. Da mesma forma que no vídeo passado, espera-se que não haja dificuldades relacionadas ao conceito físico de “calor”. Também é falado em “tirar o calor” (1:36) e manter o calor (5:13), expressões que podem ser discutidas durante a alguma, com as questões respondidas previamente.

QUESTÕES ENVIADAS NA SEMANA ANTERIOR:

1. Ao assistir os vídeos, alguma palavra foi estranha para você? Qual ou quais?
2. Algum trecho dos vídeos você achou mais confuso ou difícil de entender?
3. Que fatores você consegue identificar que aumentam a temperatura do ambiente?
4. Se você estiver perdido no deserto e encontrar um cobertor perdido, faz sentido para você pegá-lo ou não vale a pena? Por quê?

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 1):

1. Faça uma lista de 3 materiais que são isolantes térmicos e três que são condutores térmicos.
2. Explique por que usamos cobertor em um dia frio.

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 2):

1. A melhor forma de resfriar o ambiente é sempre colocar o ventilador virado para dentro? Explique.
2. **(Unisinos – RS - Adaptada)** Uma sala de aula está trancada por um longo período. Ao abrir a sala, um estudante percebe que a maçaneta da porta está, aparentemente mais fria que a porta. Escolha a(s) alternativa(s) que explicam estas duas sensações térmicas distintas, corrigindo as falsas e justificando suas respostas:
 - I. o metal possui menos calor que a madeira.

¹⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xxuzB8r0JQ4>

- II. o metal tem temperatura menor que a madeira, sempre que os dois estiverem no mesmo ambiente.
- III. a condutividade térmica do metal é maior que a da madeira.

RECURSOS UTILIZADOS NAS AULAS:

- Apresentação de slides com
 - fotos que tenham ligação com os temas discutidos (cobertor, colher de pau, colher de metal, lâmpada);
 - Questões enviadas na semana anterior (para lembrar);
 - Trechos das respostas enviadas pelos alunos que fomentem as discussões.
- Simulador do Phet: “Formas de Energia e Transformações”¹¹
 - Assim como no Phet sobre estados da matéria, várias funcionalidades desse simulador também não exploradas agora. Será destacado e observado principalmente o comportamento da energia térmica e como ocorrem transformações ligadas a esse tipo de energia.

IMPRESSÕES E ANÁLISES DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS:

As aulas dessa parte da SD aconteceram posteriormente a um feriado, então muitos alunos não compareceram às aulas. Além disso, houve uma autorização para retorno dos alunos internos às salas de aula. Como ajustes de transmissão ainda estavam sendo feitos, a participação direta e interações (por áudio e vídeo) dos alunos que estavam na sala de aula ficou mais difícil.

Após tirar as dúvidas iniciais, trouxe várias respostas dos alunos sobre fatores que influenciam no aumento da temperatura do ambiente em um discurso não-interativo e de autoridade. Em seguida, destaquei uma resposta que tinha um bom potencial para discussão, que foi a “*falta de equipamentos de revestimento*”. Nenhum aluno interagiu nesse momento. Mas, em seguida, levantei a seguinte questão:

“Cobertor no deserto, vale a pena?”

- a) Não
- b) Só à noite
- c) Dia e noite”

Essa questão foi pensada a partir das respostas dos alunos, que haviam sido enviadas na

11 Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes

etapa de estudo prévio, do EsM. Vários alunos responderam pelo chat nesse momento. Também houve participação de uma aluna que nunca havia se manifestado durante as aulas online, explicando sua resposta: “*Eu acredito que vale a pena de dia e de noite, porque de dia ele pode se proteger do calor pra não queimar a pele e outros fatores e, à noite, ele pode proteger do frio*”. Apesar de ter erros conceituais na resposta, essa interação, possivelmente, surgiu pelo EsM, pois demonstra que a aluna já havia refletido sobre a questão antes da aula, perdendo o medo de responder. Várias outras interações aconteceram também pelo chat, mas com respostas mais diretas. Estabelecemos uma comunicação interativa, porém de autoridade, com a finalidade de explicar melhor a questão da coberta e o conceito de fluxo de calor.

8. PARTE 5 – Propagação de calor

Para encerrar a sequência didática, foram retomados vários conceitos trabalhados nas partes anteriores, fazendo-se todas as associações entre os conceitos. Portanto, nessa parte já esperávamos que houvesse uma discussão mais ampla, analisando-se todas as variáveis para as mudanças e medidas de temperatura, condições para ocorrer trocas de calor e os meios pelos quais elas ocorrem.

VÍDEO 8:

- **Título:** “Faça uma garrafa térmica em casa!”¹²
- **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** garrafa térmica, papel-alumínio, temperatura ambiente, quente, “gelada”, graus Celsius, condução, vácuo, convecção, irradiação, ondas eletromagnéticas, calor.
- **Observações:** O apresentador fala em “tirar a temperatura”, “roubar” a temperatura e transmitir a temperatura (a partir de 8:13). Também fala em “calor do Sol” (9:08). Como esses conceitos já tinham sido discutidos várias vezes ao longo da sequência, foram necessárias apenas observações pontuais.

VÍDEO 9:

- **Título:** “DE ONDE VEM O VENTO? Aprenda com uma EXPERIÊNCIA!”¹³
- **Conceitos e palavras citadas no vídeo:** temperatura (quente e frio), convecção, equilíbrio térmico.

12 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JqJcKtNS1zM>

13 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JuxZTgWEKfs>

- **Observações:** Para a discussão desse vídeo, será feita uma breve revisão dos conceitos de pressão e densidade (vistos previamente em Hidrostática) para explicar melhor a movimentação dos fluidos.

QUESTÕES ENVIADAS NA SEMANA ANTERIOR:

1. Ao assistir os vídeos, alguma palavra foi estranha para você? Qual ou quais?
2. Algum trecho dos vídeos você achou mais confuso ou difícil de entender?
3. O que aconteceu com a água em cada lado do aquário?
4. Quais materiais foram usados para confeccionar a garrafa térmica caseira? Qual você acha que é mais importante?
5. Em uma garrafa térmica, os líquidos sempre esfriam, sempre esquentam ou depende? Explique.

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 1):

1. Explique os três processos de propagação de calor.
2. **(UFSCar – SP – Adaptada)** Considere as três situações abaixo e indique qual o principal tipo de transferência de calor que ocorre em cada uma (condução, convecção ou irradiação).
 - a) Circulação de ar em uma geladeira: _____
 - b) Aquecimento de uma barra de ferro: _____
 - c) Bronzeamento da pele em um “banho de Sol”: _____

QUESTÕES ENVIADAS DEPOIS DAS AULAS (DIA 2):

3. Porque ao colocarmos um líquido gelado em uma garrafa térmica ele se mantém frio e, ao colocarmos um líquido quente, ele se mantém quente.
4. Como a garrafa térmica impede cada um dos processos de propagação de calor?

RECURSOS UTILIZADOS NAS AULAS:

- Apresentação de slides com
 - fotos que tenham ligação com os temas discutidos (garrafa térmica, papel-alumínio, papelão);
 - Questões enviadas na semana anterior (para lembrar);
 - Trechos das respostas enviadas pelos alunos que fomentem as discussões.
- Simulador do Phet: “O Efeito Estufa”¹⁴

¹⁴ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse

- Da mesma forma que os simuladores das outras partes, apenas algumas funcionalidades desse simulador serão exploradas. Será mostrado e discutido como ocorre a irradiação e fatores que influenciam para o aumento da temperatura terrestre.

IMPRESSÕES E ANÁLISES DO DESENVOLVIMENTO DAS AULAS:

Comecei a aula perguntando a diferença entre uma garrafa normal e uma garrafa térmica. Um aluno, que já vinha interagindo, respondeu: *“Não vai ocorrer equilíbrio térmico. A garrafa térmica impede que o líquido entre em equilíbrio térmico com o ambiente”*. Então, questionei se esse equilíbrio nunca ocorreria e a resposta foi: *“vai, mas vai demorar um pouco mais. A garrafa térmica atrasa o equilíbrio térmico”*. Nesse momento da aula, tive problemas com a conexão de internet, demorando alguns minutos para retomar a aula.

Questionados sobre a expressão “manter o calor”, que apareceu em alguns relatórios, uma aluna respondeu: *“não seria manter a temperatura?”*. Ao tentar explicar por que não poderia ser “manter o calor”, a mesma aluna mostrou dificuldade em diferenciar o termo “quente” do termo “calor”: *“Pode ser que eu esteja falando besteira, mas calor se encaixa para os dois ou só para a temperatura mais quente?”*. Nesse momento, outra aluna pediu a fala, explicando: *“o calor, na verdade, seria a energia cinética e depende da massa de um corpo para ele se manter, já a temperatura, não”*. Ambas ainda não haviam se manifestado nas aulas da SD e passaram a se manifestar várias vezes nessa parte.

Após essas falas iniciais, outros dois alunos pediram a fala ao mesmo tempo. O primeiro disse: *“eu ia falar que a temperatura é uma taxa de medida de agitação”*. O outro aluno, que foi o que mais interagiu ao longo da SD, explicou: *“A expressão manter o calor está errada porque calor é quando tem dois corpos com transmissão de energia entre um e outro, até que eles entrem em equilíbrio. Ou seja, teria que ser manter a temperatura porque o corpo em si, já tem uma temperatura. Quando não tem dois corpos, não tem calor e a temperatura é o grau de agitação das moléculas [daquele corpo]”*. Essa fala, especificamente, demonstra uma apropriação dos conceitos e adaptação à metodologia. Ao analisar todas as aulas, percebe-se uma interação cada vez mais por parte deste estudante e uma evolução do entendimento dos assuntos abordados. Além disso, foi um momento da aula em que se estabeleceu uma comunicação interativa e dialógica que, até então, havia acontecido poucas vezes. Afirmações e correções partiram dos próprios alunos, havendo interação aluno-aluno, que foi o tipo de interação mais raro nas aulas online.

Logo após essas discussões, outras falas dos alunos foram colocadas para uma análise das variáveis envolvidas nesse processo. Dessa vez, porém, citar os nomes dos autores dos trechos expostos não gerou interações deles, mas de outros alunos sim. Uma das alunas que começou a interagir nessa aula, associou um chá quente em uma garrafa térmica a uma pessoa utilizando cobertor. Mais uma vez, o EsM se mostrou eficiente, pois essa reflexão parte de uma das questões respondidas no estudo prévio. Essa mesma aluna, porém, mostrou novamente dificuldade para diferenciar os termos “calor” e “quente”, buscando explicar várias vezes. Se estabeleceu, nesse momento, uma comunicação interativa de autoridade, com a finalidade de se chegar no entendimento correto desse conceito. Foram cerca de 15 minutos de conversa, sendo o maior tempo de interação no desenvolvimento do trabalho.

Após essa longa interação, fiz um resumo de todos os conceitos que haviam sido trabalhados e discutidos na aula. No restante dela, tivemos uma comunicação não-interativa e de autoridade, com a finalidade de sintetizar e esclarecer algum conceito que poderia não ter ficado claro. A quantidade de interações nessa aula foi muito maior que nas outras, então o tempo previsto não foi suficiente para terminar toda discussão. Se destacou o fato de que essas interações foram não só de alunos que já vinham interagindo ao longo da SD, mas também dos que não haviam se manifestado até então.

A próxima aula foi iniciada com a discussão sobre os materiais necessários para se confeccionar uma garrafa térmica: garrafa, jornal, papel-alumínio e tampa. Nessa aula, a maior parte dos alunos estava sem acesso ao microfone, pois a aula estava sendo projetada em um salão grande do colégio, seguindo as normas sanitárias exigidas pela prefeitura. Mesmo assim, houve interações da aluna que já havia participado na última aula e de outros alunos.

Perguntei para os alunos qual seria o material mais importante para o isolamento térmico e, após um tempo, uma aluna se manifestou: *“seria o papel-alumínio, porque ele é um isolante térmico. Logo, para a garrafa conseguir isolar, o mais importante seria ele”*. Apesar de ter confundido o conceito de isolante térmico, a resposta apresentou um potencial para discussão, então questionei se o jornal não seria um isolante. Dei o exemplo de deitar-se em um chão de cerâmica e ela, então, chegou à conclusão de que *“o papel seria um isolante térmico porque diminui o frio que sente [ao deitar-se no chão]”*.

Continuando a discussão, trouxe uma resposta que um aluno havia mandado na atividade na qual afirmava que o material mais importante para se confeccionar a garrafa térmica era a própria

garrafa. Essa resposta foi bem interessante pois, de fato, não conseguiríamos ter uma garrafa térmica sem ela. Mas, para discutir os meios de propagação de calor, falei para generalizarmos para qualquer recipiente que usaríamos para manter o seu conteúdo a uma temperatura constante, aproximadamente. Revisei os processos de propagação de calor, em um discurso não-interativo, lembrando o que havia sido visto nos vídeos.

Para estimular a discussão, coloquei então a foto de um abacaxi na praia, de óculos escuros e “de costas” para o mar e questionei aos alunos por que, durante o dia, ele estaria assim. Um aluno já respondeu, de imediato, que *“teria a ver com a convecção”*. Os alunos fizeram algumas piadas sobre a ilustração, falando que *“primeiramente, professor, o abacaxi não tem escolha né?”*. Nessa parte, houve várias interações, principalmente da aluna que tinha começado a interagir nas últimas aulas: *“o ar frio do mar vai chegar no abacaxi”*.

Consegui estabelecer uma comunicação interativa de autoridade com alguns alunos, com a finalidade de entender o processo de convecção. Tanto as perguntas quanto as respostas dadas, a princípio, foram curtas e objetivas. Quando perguntei o que ia acontecer com a areia, um aluno disse que *“vai esquentar e estragar o abacaxi”*, mostrando que a ilustração tinha chamado a atenção e promovido interações, mesmo que algumas não fossem associadas ao conteúdo. Uma aluna então afirmou: *“Durante o dia, geralmente a água é fria e a areia é quente”*. Completei então que *“essa areia quente também aquece o ar em cima dela”*. Nesse momento, dois alunos tentaram falar ao mesmo tempo, então um foi explicar pelo chat. A primeira explicação foi: *“eu acho que a areia pega mais rápido o calor que o sol transmite, diferente da água do mar que vai ‘guardando’ e chega à noite ela libera. O mar demora o dia inteiro para ser esquentado enquanto a areia, é rapidão. Em contrapartida, a areia vai esfriar [rapidamente] à noite”*. Apesar de não usar os termos mais adequados, houve uma percepção do conceito de calor específico. É interessante ressaltar que essa associação aconteceu justamente quando estávamos falando da brisa marinha e seria importante o entendimento desse conceito.

Pela fala dos alunos, percebemos que se estabeleceu uma comunicação interativa e dialógica – não precisei conduzir as falas dos estudantes para que eles expusessem seus pontos de vista. Em seguida, sintetizei toda a discussão, associando aos conceitos que haviam sido apresentados nos vídeos. Utilizei um print do próprio vídeo do aquário para ilustrar em cima a brisa marinha. Um dos alunos pediu para falar e demonstrou entendimento sobre a situação: *“Então, de dia, vem ar frio [do mar] para o abacaxi e a areia está quente. De noite, a areia está fria e vai uma corrente fria para o mar”*.

Para fechar a aula, utilizamos o simulador “O efeito estufa” para falar sobre os processos de propagação de calor, principalmente a irradiação térmica. Um aluno também interagiu nessa parte, colocando algumas falas e concluindo que *“o aquecimento global tem a ver com o efeito estufa, mas num processo mais desenfreado”*. Acredito que a inserção de ilustrações nessa parte e uma comunicação não-interativa e de autoridade antes de fazer questionamentos deram uma maior segurança e motivação para os alunos participarem por meio de interações.

9. Análise geral e considerações finais

A utilização do Ensino sob Medida para auxiliar na estruturação e elaboração de aulas permitiu a identificação de dúvidas e tópicos que chamaram mais atenção dos alunos. Isso pode ser corroborado pelo fato de a frequência de interações se mostrar crescente ao longo do desenvolvimento da SD. O número de alunos que interagiram, a quantidade de manifestações e, principalmente, a duração delas, foram bem maiores na última parte.

Como visamos estimular a participação dos estudantes, houve a preocupação durante o todo processo de não julgar as suas respostas como certas ou erradas, para não haver uma exposição que inibisse essa participação. Inclusive, foi reiterado aos discentes que não haveria prejuízos por respostas conceitualmente equivocadas. Pelo contrário, buscamos valorizar as suas respostas, mostrando os aspectos positivos e ajudando na construção do conhecimento. O outro ponto de destaque relacionado às interações na sala de aula, foi a oportunidade de identificação de dúvidas na orientação de alcance da zona de desenvolvimento potencial. Por meio das atividades realizadas e das respostas analisadas, as expressões individuais puderam ser identificadas com mais clareza.

Pudemos observar uma evolução das respostas que eram dadas nas atividades e nos encontros síncronos – as falas dos alunos se tornaram mais elaboradas e mais longas, não precisando de tantos estímulos para interagir. No decorrer da SD, também pudemos observar a participação de alunos mais tímidos e de alunos que, geralmente, não demonstravam tanto compromisso nas atividades e aulas.

Acredito que esse aumento no número de interações esteja relacionado a dois fatores:

1. Apropriação maior da metodologia por parte do professor: com o tempo percebi que os alunos interagiam mais quando sentiam mais segurança e/ou tinham curiosidade. Passei a estabelecer uma comunicação não-interativa e de autoridade antes de buscar interações.

Modifiquei a estrutura das aulas, colocando menos perguntas pontuais para dar mais espaço para questões mais pertinentes e que chamassem mais atenção dos alunos.

2. Maior adaptação à metodologia por parte dos alunos: a mudança na estrutura das aulas gerou um impacto no comportamento dos alunos, porém exigiu um tempo de adaptação. No início do desenvolvimento da SD, os alunos ainda demonstravam algumas atitudes que se modificaram com uma maior assimilação da estratégia; as cópias diminuíram e pudemos observar um maior compromisso e naturalidade nas respostas dadas. Também começaram a se arriscar mais nas falas durante o encontro síncrono, sem a pressão de terem suas falas julgadas como “certas ou erradas”.

De forma geral, a utilização do EsM se mostrou eficaz para gerar mais interações dos alunos durante os encontros presenciais, pois o estudo prévio gera mais curiosidade e segurança. A opção por vídeos e a seleção feita também foi um fator positivo, visto que a maioria dos alunos demonstrou satisfação em relação à proposta e compromisso em assistir os vídeos e responder as questões. O conteúdo visto nos vídeos foi entendido quase em sua totalidade, com os alunos demonstrando apenas dificuldades pontuais para entender expressões específicas ou pequenos trechos dos vídeos.

Os principais tipos de interação que ocorreram foram aluno-conteúdo, na etapa de estudo prévio, e aluno-professor, nos momentos dos encontros síncronos. Já as interações aluno-aluno raramente aconteceram nas aulas. Acreditamos que isso se deve ao ensino remoto e, como já foi dito, reforça a potencialidade do EsM para o ensino presencial. Na sala de aula, as interações entre alunos se tornam bem mais viáveis e há grandes chances de as estratégias aqui adotadas serem mais eficazes e gerarem resultados ainda melhores.

Avaliando os tipos de abordagens comunicativas utilizados no decorrer do trabalho, percebemos uma mudança entre o início e o fim da sequência. Por ansiedade de estabelecer comunicações interativas, eu fazia várias perguntas ao longo da aula. Até havia algumas manifestações dos alunos e a comunicação estabelecida era interativa, porém de autoridade, com respostas curtas e objetivas. Assim, os estudantes não expunham seus pontos de vista, apenas eram conduzidos pelo professor através de uma série de perguntas, com a finalidade de se compreender conceitos específicos. Ao trazer uma abordagem não-interativa e de autoridade no início das aulas, os alunos passaram a interagir mais e trazer seus pontos de vista, não só complementando o professor, mas levantando outras questões. Por sentirem mais segurança e liberdade, uma comunicação interativa e dialógica se tornou mais natural, com exploração de ideias e exposição de

pontos de vista tanto pelo professor, quanto pelos alunos.

Apesar de dificuldades que já existiam e se acentuaram durante a pandemia, com o Ensino Remoto Emergencial que foi forçadamente instituído, podemos deduzir que também surgem oportunidades de mudanças que eram necessárias há muito tempo, mas não ocorreriam de forma tão rápida. A implementação das metodologias ativas nas aulas pode ser facilitada e acelerada devido à necessidade de reformulação do sistema educacional. Os problemas enfrentados no ensino remoto podem servir de motivação para mudanças que já poderiam ter sido realizadas, mas que esbarravam em um sistema acomodado e burocrático. Recursos tecnológicos que eram pouco explorados no meio educacional, também podem vir a ser utilizados em uma escala maior e se tornar parte do sistema de forma definitiva.

Acreditamos, fortemente, que as estratégias didáticas adotadas no nosso trabalho são uma ferramenta importante para promover interações dos estudantes durante as aulas. O Ensino sob Medida, com as sugestões dadas e adaptações para a realidade de cada escola, apresenta grande potencial para promover as interações dos alunos, tanto com o professor, quanto com outros alunos e com os conteúdos.

Referências bibliográficas

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

DAVIS, Cláudia; SILVA, Maria Alice Setubal; ESPOSITO, Yara L. Papel e valor das interações sociais em sala de aula. **Cadernos de pesquisa**, n. 71, p. 49-54, 1989.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física, Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica, 8.ª Edição. LTC–Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

MOORE, Michael G. Três tipos de interação. **TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 09, 2014.