

PROMOVENDO INTERAÇÕES DE 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

PROMOVIENDO LA INTERACCIÓN DE ESTUDIANTES EN CLASES DE TEMPERATURA Y CALOR A TRAVÉS DE LA ENSEÑANZA A MEDIDA

Igor Azevedo Carvalho

izc30@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-6786-3513>

Universidade Federal de Lavras

Fábio Marineli

fabio.marineli@ufla.br

<https://orcid.org/0000-0003-0691-9715>

Universidade Federal de Lavras

Antônio Marcelo Martins Maciel

antoniom@ufla.br

<https://orcid.org/0000-0001-6725-4249>

Universidade Federal de Lavras

RESUMO

Este estudo apresenta um relato de experiência, explorando a implementação da metodologia do Ensino sob Medida (EsM) em aulas de Física, com enfoque em conceitos de temperatura e calor. A proposta foi desenvolvida com alunos do 2º ano do Ensino Médio durante o período de isolamento social decorrente da pandemia de COVID-19. O objetivo foi investigar a eficácia do EsM em promover a participação dos estudantes em aulas online, dando atenção às interações geradas pela estratégia adotada. Vídeos selecionados do canal "Manual do Mundo" no YouTube foram utilizados como recurso didático para estudos prévios dos alunos e atuaram como ponto de partida para que respondessem algumas questões. As respostas dos estudantes orientaram a elaboração das aulas subsequentes, que exploraram dúvidas e pontos de interesse. A análise das interações dos alunos foi realizada com base nas respostas às questões, nas manifestações durante as aulas e nas anotações do professor em um diário de campo. Foi realizada uma análise adicional que identificou o tipo de abordagem comunicativa, focando nas interações professor-aluno, alinhando-as com as caracterizações sugeridas por Mortimer e Scott (2002). Os resultados indicam que o EsM foi eficaz em promover a participação dos estudantes, resultando em um aumento nas interações, especialmente após mudanças na abordagem comunicativa empregada pelo professor nas aulas. Ao final do processo, as discussões se tornaram mais elaboradas, e os alunos demonstraram maior interesse e engajamento com os temas abordados. O estudo sugere que o EsM é uma abordagem promissora para promover a participação dos estudantes em aulas de Física, em particular no contexto do ensino remoto, mas consideramos que sua eficácia também pode ser obtida em aulas presenciais, onde as interações entre estudantes poderiam ter maior alcance.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino sob Medida; Interações em sala de aula; Metodologia ativa; Relato de experiência; Ensino de Física.

ABSTRACT

This study presents an experience report, exploring the implementation of the Just-in-Time Teaching (JiTT) methodology in Physics classes, focusing on concepts of temperature and heat. The proposal was developed with students from the 2nd year of High School during the period of social isolation resulting from the COVID-19 pandemic. The objective was to investigate the effectiveness of JiTT in promoting student participation in online classes, paying attention to the interactions generated by the adopted strategy. Selected videos from the "Manual do Mundo" channel on YouTube were used as a didactic resource for students' prior studies and acted as a starting point for them to answer some questions. The students' responses guided the development of subsequent classes, which explored doubts and points of interest. The analysis of student interactions was carried out based on the responses to the

doi: 10.22407/2176-1477/2024.v15.2642

Recebido em: 16/4/2024

Aprovado em: 26/8/2024

Publicado em: 27/8/2024

questions, the manifestations during classes, and the teacher's notes in a field diary. An additional analysis was carried out that identified the type of communicative approach, focusing on teacher-student interactions, aligning them with the characterizations suggested by Mortimer and Scott (2002). The results indicate that JiTT was effective in promoting student participation, resulting in an increase in interactions, especially after changes in the communicative approach employed by the teacher in classes. At the end of the process, the discussions became more elaborate, and the students showed greater interest and engagement with the topics covered. The study suggests that JiTT is a promising approach to promote student participation in Physics classes, particularly in remote teaching, but we consider that its effectiveness can also be achieved in face-to-face classes, where interactions between students could have a greater reach.

KEYWORDS: Just-in-Time Teaching; Classroom interactions; Active methodology; Experience report; Physics Teaching.

RESUMEN

Este estudio presenta un informe de experiencia, explorando la implementación de la metodología de Enseñanza a Medida (EaM) en clases de Física, con enfoque en conceptos de temperatura y calor. La propuesta se desarrolló con estudiantes de segundo año de secundaria durante el período de aislamiento social debido a la pandemia de COVID-19. El objetivo era investigar la eficacia de EaM para promover la participación de los estudiantes en clases en línea, prestando atención a las interacciones generadas por la estrategia adoptada. Se utilizaron videos seleccionados del canal "Manual do Mundo" en YouTube como recurso didáctico para los estudios previos de los alumnos y actuaron como punto de partida para que respondieran algunas preguntas. Las respuestas guiaron el desarrollo de las clases posteriores, que exploraron dudas y puntos de interés. El análisis de las interacciones de los alumnos se realizó en base a las respuestas a las preguntas, las manifestaciones durante las clases y las anotaciones del profesor en un diario de campo. Se realizó un análisis adicional que identificó el tipo de enfoque comunicativo, centrado en las interacciones profesor-alumno, alineándolas con las caracterizaciones sugeridas por Mortimer y Scott (2002). Los resultados indican que EaM fue eficaz en promover la participación de los estudiantes, resultando en un aumento en las interacciones, especialmente después de los cambios en el enfoque comunicativo empleado por el profesor en las clases. Al final, las discusiones se volvieron más elaboradas, y los alumnos demostraron un mayor interés y compromiso con los temas tratados. El estudio sugiere que EaM es un enfoque prometedor para promover la participación de los estudiantes en clases de Física, en particular en el contexto de la enseñanza remota, pero consideramos que su eficacia también puede lograrse en clases presenciales, donde las interacciones entre los estudiantes podrían tener un mayor alcance.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza a Medida; Interacciones en el aula; Metodología activa; Informe de experiencia; Enseñanza de la Física.

INTRODUÇÃO

É comum ouvirmos professores dizendo que vão "dar aula" e estudantes dizendo que vão "assistir aula". Essas expressões, embora habituais, refletem a dinâmica presente nas salas de aula, com professores expondo os seus conhecimentos e estudantes ouvindo as exposições. Uma consequência disso é o silêncio dos estudantes quando é apresentado um questionamento ou uma problematização no início de uma atividade ou durante seu desenvolvimento. Parece que o momento de responder às perguntas está reservado para a avaliação final.

Entretanto, reconhecemos a importância de estabelecer uma dinâmica na sala de aula, na qual os estudantes assumem um papel participativo ao longo dos processos de ensino e de aprendizagem. Isso envolve oferecer respostas aos questionamentos, compartilhar pontos de vista e formular hipóteses em relação às problematizações e indagações dos professores. Tais problematizações passariam a orientar a busca dos estudantes por novos conhecimentos,

colocando-os não apenas diante da ausência de um conhecimento, mas diante da necessidade desse conhecimento (Ricardo, 2010).

Para estabelecer essa dinâmica, buscamos estratégias de ensino que promovam interações e engajamento no ambiente da sala de aula. Neste trabalho, apresentamos uma sequência didática composta por ações realizadas em aulas de Física, seguindo a proposta do ensino sob medida (EsM). As atividades exploram conceitos de temperatura e calor, utilizando vídeos de um canal do YouTube como principal recurso didático para estudos prévios.

Com o objetivo de investigar a eficácia do EsM na promoção da participação dos estudantes durante as aulas, destacamos os resultados das interações promovidas pela estratégia adotada. Essas interações foram identificadas a partir do relato de experiência (Daltro e Faria, 2019), instrumento utilizado para a organização e análise dos dados coletados na investigação.

As ações e os resultados apresentados são oriundos da dissertação de mestrado de um dos autores (Carvalho, 2022), que também atuou como professor na turma em que a proposta foi desenvolvida. Salientamos que a proposta foi realizada de forma remota, durante o período do isolamento social causado pela pandemia da COVID-19. Essa situação intensificou a necessidade de buscar formas de promover uma maior participação dos estudantes nas aulas síncronas, já que nos encontros, em geral realizados pelo Google Meet, microfones e câmeras raramente eram utilizados. Diante dessa situação, ensino sob medida foi identificado como uma possibilidade para estimular uma maior participação dos estudantes. A pesquisa buscou identificar as potencialidades para incrementar as interações nos processos de ensino e de aprendizagem. No entanto, vale ressaltar que as ações propostas não se limitam a esta modalidade de ensino.

A seguir, apresentamos alguns aspectos do ensino sob medida, incluindo sua definição, orientações desta estratégia didática e resultados de pesquisas que investigam sua aplicação na sala de aula. Ainda contemplando as fundamentações deste trabalho, abordamos os diferentes tipos de interações que são ou que deveriam ser estabelecidas nos processos de ensino e de aprendizagem. A descrição da proposta das aulas da sequência didática, com foco no desenvolvimento do ensino sob medida, será apresentada na sequência. Seções que abordam a metodologia de pesquisa adotada, os resultados obtidos na investigação e nossas análises e considerações finais complementam este trabalho.

ENSINO SOB MEDIDA

As interações e o engajamento cognitivo dos alunos durante os processos de ensino e aprendizagem têm sido apontados como aspectos essenciais para o bom desenvolvimento desses processos (Fredricks; Blumenfeld; Paris, 2004; Coelho; Amantes, 2014). Vale ressaltar que as interações em sala de aula são fundamentais para o surgimento e manutenção do engajamento (Sasseron; Souza, 2019). Nesse sentido, cabe ao professor fomentar essas interações, mesmo que as condições não sejam as mais favoráveis. Para Araujo e Mazur (2013), as metodologias ativas têm obtido destaque como uma maneira de promover a participação dos estudantes, e consequentemente as interações, sendo objeto de diversas pesquisas desde a década de 1990 e ganhando crescente destaque.

Um dos princípios fundamentais das metodologias ativas é colocar o aluno como protagonista dos processos de aprendizagem, em contraponto à posição passiva que é comum no ensino tradicional (Ribeiro *et al.*, 2022). Nesse contexto, a participação dos estudantes seria no sentido de se envolver mais ativamente com a própria aprendizagem, em colaboração com o professor.

O Ensino sob Medida (EsM), conhecido em inglês como *Just-in-Time Teaching*, foi proposto originalmente por Gregor Novak e colaboradores em 1999 (Novak *et al.*, 1999). Trata-se de uma metodologia ativa que, como as demais, coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem. Esta abordagem pedagógica permite que o professor planeje suas aulas considerando os conhecimentos prévios e as dificuldades dos estudantes, evidenciados em tarefas realizadas antes das aulas. Para isso, os alunos são incentivados a estudar os materiais disponibilizados pelo professor e a responder questões que permitam avaliar o nível de entendimento alcançado sobre os conteúdos abordados. Segundo Araujo e Mazur (2013), o EsM é eficaz para estimular o hábito de estudo antes das aulas e para desenvolver aulas que atendam às dificuldades previamente apontadas pelos próprios alunos, promovendo assim um maior interesse e participação dos estudantes no processo de aprendizagem.

O EsM é estruturado em três etapas: (1) tarefa de leitura, (2) discussões em sala de aula, e (3) atividades em grupo. Para uma melhor compreensão dessas etapas, utilizamos como referência as definições propostas por Araujo e Mazur (2013):

- 1) Tarefa de leitura ou “exercício de aquecimento”: esta fase envolve o estudo de materiais fornecidos pelo professor, relacionados ao tema que será trabalhado na aula seguinte, podendo ser textos, vídeos ou outros. Os alunos são solicitados a responder questões conceituais baseadas nesses materiais e enviar suas respostas antes da aula. Essas respostas serão utilizadas pelo professor na preparação da mesma. Cabe salientar que, ao mencionarmos questões conceituais, estas não devem ser encaminhadas com o propósito de receber respostas prontas, muitas vezes buscadas na internet, sem a real compreensão. Elas devem ser elaboradas de modo que o aluno tenha liberdade na resposta, e esse aspecto deve ser explicitado ao estudante. No contexto do nosso trabalho, enfatizamos que as questões elaboradas para esta etapa foram pensadas com o intuito de promover manifestações e discussões, não se limitando em identificar o quanto os estudantes compreenderam sobre o tema abordado.
- 2) Discussões em sala de aula: Após receber as respostas, o professor analisa o material, identificando as dúvidas mais frequentes, que serão o foco principal de estudo e discussão. Durante a aula, as questões são retomadas, e citadas algumas respostas selecionadas, especialmente aquelas com maior potencial para fomentar as discussões. Para evitar inibições ou constrangimentos, recomenda-se que os autores das respostas não devem ser mencionados. O professor, familiarizado com as principais dificuldades e dúvidas, pode trazer recursos para auxiliar no esclarecimento durante a explicação. Os conteúdos ou conceitos que os alunos demonstram maior facilidade não são abordados em sala ou, se necessário, são tratados de forma breve.
- 3) Atividades em grupo: Esta etapa deve levar em consideração diversos fatores que compõem a aula, desde o ambiente ou regime de ensino até as características dos participantes, incluindo o próprio professor. A exposição oral do professor não deve ultrapassar 10 minutos, sendo essencial alternar entre diferentes tipos de atividades para manter o interesse e a concentração dos alunos. Pode-se promover discussões, realizar exercícios, experimentos entre outras abordagens. A fala do professor também deve ser intercalada com questões e/ou exercícios, visando criar uma dinâmica mais interativa nas aulas. A aplicação prática dos conteúdos estudados deve ser priorizada, empregando-os em diversas situações. Para o fechamento do ciclo, os discentes devem responder a questões relacionadas ao que foi trabalhado em sala de aula, chamadas de “Puzzles” (quebra-cabeças). Essas questões devem ser desafiadoras, abordando contextos diferentes dos discutidos em sala, permitindo

ao professor avaliar a apropriação do conhecimento pelos alunos. Especificamente em nosso trabalho, devido à condição do ensino remoto, as atividades em grupo não puderam ser implementadas, em função da dificuldade de operacionalizar o trabalho dos grupos. No entanto, propusemos questões para serem respondidas individualmente após as aulas. As respostas deveriam ser fornecidas antes do início do estudo prévio para a próxima aula, seguindo as orientações dos autores da proposta.

O trabalho de Araujo e Mazur (2013), apesar de seu foco no ambiente da sala de aula, não apresenta resultados específicos oriundos da aplicação do EsM em ambiente escolar. Dessa forma, realizamos uma breve revisão bibliográfica para identificar aspectos emergentes da implementação dessa estratégia metodológica, no ensino de ciências, no contexto real da escola.

Para esta revisão, selecionamos uma lista de periódicos reconhecidos na área do ensino de Física e de Ciências: *Experiências em Ensino de Ciências*; *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*; *Revista Brasileira de Ensino de Física*; *Investigações em Ensino de Ciências*; *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*; *Ciência & Educação (Bauru)*; *A Física na Escola*; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* e *Revista do Professor de Física*. Realizamos buscas nas páginas de cada um desses periódicos usando as palavras-chave "ensino sob medida" e "Just-in-Time Teaching", resultando um total de 11 (onze) trabalhos. Ampliamos a busca fazendo uso da plataforma Periódicos Capes, utilizando as mesmas palavras-chave, o que aumentou a lista de periódicos consultados, incluindo: *#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*; *ETD – Educação Temática Digital e Conexões: Ciência e Tecnologia*, nos quais encontramos mais um trabalho em cada periódico, totalizando 14 (quatorze) trabalhos.

Para a seleção dos artigos que eram pertinentes à nossa revisão bibliográfica, consideramos aqueles em que o EsM tenha sido efetivamente utilizado ou discutido. Deste modo, selecionamos os trabalhos identificados no Quadro 1. Cabe mencionar que existe um trabalho que realiza uma revisão sistemática acerca do EsM (Ribeiro *et al.*, 2022), mas que possui escopo e objetivos diferentes dos da nossa revisão.

Esta breve revisão aponta que em pouco mais de uma década, desde a publicação do artigo T1, de Araújo e Mazur (2013), existem poucos trabalhos no Brasil focados na investigação do ensino EsM. O artigo T1, citado em todos os outros selecionados, exceto T6, é nossa principal referência sobre essa proposta de ensino.

Em nossa revisão bibliográfica, identificamos que o Ensino sob Medida (EsM) é frequentemente associado a outras metodologias. Nos artigos T1, T2, T3 e T6, ele é utilizado em conjunto com a Instrução pelos Colegas (Peer Instruction). Além disso, o artigo T3 associa essas duas metodologias a uma terceira, chamada Predizer-Observar-Explicar (POE). O artigo T4, por outro lado, apresenta uma proposta que utiliza exclusivamente o EsM. No artigo T5, três metodologias ativas são empregadas de forma independente em diferentes momentos de uma sequência didática: Instrução pelos Colegas, Problemas Abertos e EsM. Contudo, nosso foco principal reside nas orientações e resultados provenientes da implementação do EsM.

Em relação à etapa de estudo prévio, os artigos T2 e T5 destacam que as discussões nas aulas eram frequentemente iniciadas pelas próprias respostas dos alunos, visando engajá-los no processo. O artigo T1 propõe a utilização de tarefas de leitura precedendo as aulas, enquanto os artigos T4 e T5 acrescentam o uso de vídeos, e o artigo T4 também incorpora o uso de simuladores. O artigo T5 enfatiza o emprego de questões abertas, focadas em conhecimentos em Física e em eventuais dúvidas, uma abordagem também presente nas orientações do artigo T6.

Quadro 1: Trabalhos selecionados

PERIÓDICO	TÍTULO DO TRABALHO	AUTORES/ ANO	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO
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	Araujo e Mazur 2013	T1
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	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 e Araujo 2015	T2
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Proposta de Sequência Didática para Hidrostática: Aprendizagem Ativa em Destaque no Ensino de Física	Cid <i>et al.</i> 2021	T3
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 <i>et al.</i> 2020	T4
#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia	O uso de metodologias ativas para o ensino das Leis de Newton: experiências da residência pedagógica	Silva, Pastorio e Lopes 2022	T5
Conexões - Ciência e Tecnologia	Uso da Metodologia Ativa Instrução por Pares Assistida pelo Aplicativo Plickers: Uma Experiência no Ensino de Química	Pereira, Nascimento e do Nascimento 2021	T6

Fonte: Elaborado pelos autores.

Araujo e Mazur (2013, p. 380) destacam que 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, especialmente porque nosso objetivo é investigar a eficácia do EsM na promoção da participação dos estudantes durante as aulas. Os resultados destacados dos artigos estão, portanto, associados ao comportamento dos alunos durante o desenvolvimento do trabalho, incluindo suas interações, comprometimento e visão sobre o processo.

Sobre os resultados, os artigos T2 e T3 indicam um maior engajamento dos alunos e uma maior motivação para aprender no EsM. Os autores do artigo T2 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”. No artigo T4, é evidenciado um alto número de respostas enviadas em relação ao total de alunos matriculados na disciplina, o que também denota engajamento. O artigo T5 destaca o engajamento e a participação dos estudantes, mas não diferencia especificamente as metodologias ativas utilizadas, não apresentando resultados e análises específicas para o EsM. Já o artigo T6 identifica o EsM como um potencializador do método Instrução pelos Colegas (ou por Pares), embora também não apresente resultados específicos para o uso do EsM.

Nos artigos T2 e T4, a visão dos alunos em relação às metodologias também foi analisada. No T2, afirma-se que os alunos consideraram a experiência “muito positiva”. Por

outro lado, no T4, mostra-se que alunos ficaram divididos sobre a influência do EsM nos estudos individuais, mas foi indicado "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. O artigo T2 ainda mostra que 19% dos alunos "mencionaram, espontaneamente, que aprender tinha se tornado divertido". Além disso, indica também ganhos na aprendizagem.

Em resumo, embora o EsM seja frequentemente associado a outras metodologias, os resultados indicam que ele contribui para o engajamento dos alunos e para a promoção da participação durante as aulas. No entanto, há a necessidade de mais investigações sobre a eficácia do EsM em diferentes contextos de ensino.

INTERAÇÕES EM SALA DE AULA

De acordo com a proposição de Moore (2014), os tipos de interações que ocorrem em sala de aula são: aluno-conteúdo, professor-aluno, aluno-aluno. A interação aluno-conteúdo é considerada fundamental no processo educacional, "já que é o processo de interagir intelectualmente com o conteúdo que resulta em mudanças na compreensão do aprendiz, na sua perspectiva ou nas estruturas cognitivas da sua mente" (Moore, 2014, p. 75). Neste momento em que o aluno "conversa" consigo sobre o objeto de estudo, seu pensamento e suas reflexões são estimulados, geralmente ampliando o seu conhecimento. Essa interação pode acontecer pelo uso de diferentes recursos, como materiais de leitura, vídeos, áudios, programas de computador, aplicativos de celular, entre outros. Porém, é necessário considerar que a escolha não se limita ao recurso em si, mas deve levar em conta a qualidade e a potencialidade de engajamento que o material possui para a promoção da interação desejada.

As outras duas interações, professor-aluno e aluno-aluno, são interações sociais e também possuem papel fundamental na aprendizagem dos estudantes. De acordo com Davis, Silva e Esposito (1989, p. 50), a aprendizagem "depende tanto do conteúdo a ser apropriado como das relações que se estabelecem ao longo do processo de educação e ensino". As autoras destacam que as interações em sala são foco de atenção de diversos estudos, entre eles os realizados por Vygotsky, Leontiev e Rubinstein, que apresentam a relevância das interações sociais. Essas podem ser diretas ou indiretas, "de um lado, envolvem interações com um ou mais parceiros e, de outro, interações com a cultura, sobretudo na forma de concepções, ideias e crenças, internalizadas por tais parceiros" (Davis; Silva; Esposito, 1989, p. 52).

As referidas autoras dão destaque à teoria de Vygotsky ao referir-se aos dois níveis de desenvolvimento: real e potencial. O primeiro refere-se ao que um indivíduo pode fazer de forma independente, ou seja, são os problemas solucionados de forma autônoma. Já o nível de desenvolvimento potencial abrange um conjunto de conhecimentos que ainda não foram consolidados, mas que podem ser interiorizados com orientações. É nesta zona onde o professor deve planejar suas ações educativas, criando estratégias para ampliar o desenvolvimento real do aluno. Assim, a importância das interações no contexto educacional não reside apenas nelas próprias, mas sim nas situações produtivas que ela pode gerar. Levando tudo isso em consideração, a ênfase das interações deve estar na criação de condições que promovam a igualdade de oportunidades para a expressão individual, negociação, escolha, entre outros aspectos. Não é apenas papel do professor buscar essas interações ao longo do processo educativo, mas 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).

Considerando as questões mencionadas acima, destacamos dois aspectos que guiaram nossa proposta de promover as interações na sala de aula. Primeiramente, mantivemos uma preocupação constante em não julgar as respostas dos estudantes como certas ou erradas, reiterando aos discentes que eles não seriam penalizados por respostas conceitualmente equivocadas, além de valorizar todas as contribuições. Em segundo lugar, priorizamos a identificação de dúvidas, que orientaram a elaboração das aulas. Por meio das respostas foi possível identificar as expressões individuais dos discentes e abordá-las, estabelecendo um diálogo e construindo significados.

Os pontos destacados estão em acordo com a concepção de Mortimer e Scott (2002), fundamentada nas ideias de Vygotsky, que defendem que a conceitualização é resultado da construção de significados, originados a partir de interações discursivas. Sendo assim, destacam a necessidade de promover e analisar as práticas discursivas que emergem no processo de ensino e aprendizagem, a fim de explorar caminhos para sua expansão no processo de conceitualização.

Para a análise das interações e a produção de significados durante as aulas, os autores propõem uma ferramenta que leva em consideração cinco aspectos interrelacionados. Esses aspectos correspondem às práticas desenvolvidas pelo professor durante os processos de ensino e de aprendizagem. Os cinco aspectos estão agrupados da seguinte forma: (i) *Focos do ensino*, que contempla os aspectos (A), *Intenções do professor*, e (B), *Conteúdo (do discurso)*; (ii) *Abordagem*, que contempla a (C), *Abordagem comunicativa*, e (iii) *Ações*, que contempla (D), *Padrões de interação*, e (E), *Intervenções do professor*. De modo intencional, a abordagem comunicativa ocupa uma posição central nesses aspectos, servindo de ponte entre o que foi planejado e a execução em si.

Em relação ao primeiro agrupamento, chamado *Focos de ensino*, as *Intenções do professor* são compreendidas como aquilo que está previsto em seu planejamento, no seu "roteiro" de aula. Isso inclui a formulação de um problema que mobilize os estudantes, a exploração da visão dos estudantes sobre possíveis entendimentos e soluções do problema, e a condução de atividades que promovam a internalização dos conhecimentos trabalhados, entre outros. Este aspecto mantém estreita relação com o aspecto *Conteúdo do discurso*, que abarca aspectos procedimentais, organizacionais da sala de aula, além da escolha de caminhos que possibilitem a descrição, explicação e generalização de conceitos e/ou fenômenos necessários ao entendimento e solução dos problemas apresentados, elementos utilizados para que o discurso na sala de aula ocorra no favorecimento do aprendizado. Portanto, no nosso caso, aspectos do *Foco do Ensino* foram considerados no planejamento, seleção de recursos e atividades consideradas na organização da Sequência Didática apresentada na próxima seção.

Por outro lado, a execução, ou, como definido por Mortimer e Scott (2002), as *Ações* - que representam o terceiro agrupamento -, são aquilo que conecta os aspectos de *Padrões de Interação* com as *Intervenções do professor*. Os *padrões de interação* podem variar desde os mais simples, consistindo de uma Iniciação do professor - I, seguida da Resposta do aluno - R e, finalmente, a Avaliação do Professor - A, resultando no padrão I-R-A. Também podem incluir padrões entremeados de ações, como a solicitação de Prosseguimento da fala do aluno - P, ou na elaboração de sua fala a partir do Feedback do professor - F, resultando em outros padrões, como I-R-P-R-A ou I-R-P-R-F-R-A etc. As Intervenções do professor são realizadas com finalidade de dar forma, selecionar, destacar e compartilhar significados, além de checar e recapitular os significados. Essas ações foram sendo desenvolvidas em nosso trabalho, com maior eficácia a partir do reconhecimento, e consequente correção, das abordagens de comunicação por parte do professor ao longo do processo.

Deste modo, em nossa análise, priorizamos a *abordagem comunicativa* - que representa o segundo agrupamento - em diferentes momentos do desenvolvimento do Ensino sob Medida, a fim de analisar como a comunicação foi estabelecida durante as aulas. Mortimer e Scott (2002) identificam quatro classes de *abordagem comunicativa*, oriundas da caracterização do discurso entre professor e aluno, bem como entre alunos, que pode ser, por um lado, uma abordagem dialógica ou de autoridade e, por outro, interativa ou não-interativa.

A abordagem dialógica ocorre quando o professor escuta o que o aluno tem a dizer, considerando o seu ponto de vista. Isso resulta na presença de múltiplas vozes no espaço da sala de aula. Por outro lado, o discurso de autoridade considera apenas o que o aluno tem a dizer do ponto de vista científico, restringindo a presença de uma única voz no espaço da sala de aula. É importante notar que a diversidade de vozes/pontos de vista, e não necessariamente a diversidade de pessoas falando, define uma abordagem dialógica. A inclusão de mais de uma pessoa no discurso distingue a abordagem interativa da não-interativa, na qual apenas uma pessoa participa do discurso proferido no espaço da sala de aula.

Ao considerarmos os dois pares de abordagens, temos as seguintes classes de abordagem: Interativa/ Dialógica, onde há exploração de ideias por ambas as partes, trazendo diferentes pontos de vista, e as perspectivas dos alunos são levadas em consideração; Não-interativa/ Dialógica, na qual apenas o professor fala, mas são apresentados diferentes pontos de vista, mostrando semelhanças e diferenças entre eles; Interativa/ De Autoridade, que tem como objetivo chegar em um ponto de vista específico, com o professor conduzindo os estudantes por meio de uma série de perguntas encadeadas, e a Não-interativa/ De autoridade, onde o professor simplesmente apresenta um ponto de vista específico. Na seção seguinte, avaliamos a forma de comunicação predominante em cada etapa do desenvolvimento da Sequência Didática.

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO ENSINO SOB MEDIDA

Nossa sequência didática¹ consiste em intervenções didáticas fundamentadas no uso do EsM, em que são apresentados materiais selecionados (vídeos) e questões elaboradas encaminhadas aos alunos. Essas intervenções estavam inseridas em uma sequência de conteúdos conceituais previstos no planejamento anual do professor e da escola.

Para a seleção dos vídeos, escolhemos o canal do YouTube "Manual do Mundo"², conhecido por seus vídeos populares, bem produzidos e divertidos, que poderiam despertar o interesse dos alunos. Este canal foi escolhido devido à sua dinâmica, clareza e pela ausência de grandes erros conceituais. Pesquisamos os vídeos desse canal que estavam relacionados ao tema de física que seria abordado na sequência didática - Calor e Temperatura - e encontramos mais de 30 vídeos. Assistimos a todos eles, verificando os conceitos abordados e elencando os assuntos de cada um que poderiam ser discutidos. Em seguida, selecionamos 9 vídeos, que foram agrupados e ordenados nas 5 partes da sequência. A escolha dos vídeos foi baseada no potencial para gerar discussões sobre os conceitos principais de cada parte da sequência, servindo como motivadores o trabalho com cada um dos conteúdos. As cinco partes da sequência são: 1) Introdução e identificação de conhecimentos prévios sobre calor e temperatura; 2) Temperatura, calor e equilíbrio térmico; 3) Escalas termométricas e conversão entre escalas; 4) Condutores, isolantes e o fluxo de calor, e 5) Propagação de calor.

¹ Para maiores detalhes sobre a Sequência Didática, ver o Apêndice em Carvalho (2022).

² Endereço eletrônico do canal "Manual do Mundo" no YouTube:

<https://www.youtube.com/channel/UCKHhA5hN2UohhFDfNXB_cvQ>. Acesso em: 05 abr. 2024.

Como mencionado anteriormente, a sequência didática foi inteiramente desenvolvida de forma remota, devido à pandemia da Covid-19. Foram realizados dois encontros síncronos online por semana e as atividades foram enviadas por um portal próprio da rede privada de ensino à qual a escola é afiliada. O processo de desenvolvimento da sequência didática teve a duração de 6 semanas.

Resumidamente, o cronograma de cada semana seguiu os seguintes passos: a) Na semana anterior à aula, os alunos recebiam os vídeos a serem assistidos e as perguntas referentes a esses vídeos por meio do portal de ensino do colégio; b) Após a realização da atividade, os alunos enviavam suas respostas até o final da semana pelo mesmo portal; c) Os professores-pesquisadores analisavam as respostas enviadas, identificando as dúvidas, curiosidades e interesses dos estudantes e, com base nessa análise, era preparado o material para ser discutido no encontro remoto; d) Durante as aulas, ocorria a discussão sobre o tema da semana, seguida pela atribuição de uma tarefa com dois itens para serem respondidos, e essa tarefa estava alinhada com a política do colégio de fornecer atividades para casa a cada semana, e e) Após isso, um novo conjunto de vídeos e questões era enviado aos alunos, reiniciando o ciclo.

Para o início das atividades da sequência didática, foram fornecidas instruções importantes para os alunos. Além de instruções técnicas sobre como acessar as atividades no sistema e como respondê-las e enviá-las, foi deixado claro que não deveria haver uma preocupação em acertar as respostas, visto que estas estavam relacionadas a interpretações e opiniões pessoais sobre os vídeos assistidos e os assuntos abordados. Portanto, além de não ser permitida a cópia, foi explicado que ela também não fazia sentido. Essas instruções foram comunicadas de forma oral e reforçadas por escrito, juntamente com o envio das atividades.

Reforçamos que as perguntas enviadas para os estudantes não estavam relacionadas com objetivos de aprendizagem específicos, mas visavam promover a participação, pela identificação de interesses, de conhecimentos prévios, de conceitos relacionados a situações cotidianas etc. Enquanto as respostas favoreciam a organização da aula do professor.

Por fim, destacamos que, neste trabalho, dedicaremos nossa atenção às discussões iniciais oriundas da atividade de assistir aos vídeos, responder às perguntas e participar da aula correspondente, todas etapas características do Ensino sob Medida. É importante ressaltar que as tarefas mencionadas no item (d) não serão aqui apresentadas, pois, apesar de fazerem parte dos processos de ensino e de aprendizagem, não foram o foco de nossa investigação. Nos Quadros 2 a 6 apresentamos a organização das ações propostas.

Quadro 2: Organização da implementação do EsM na Sequência Didática – Parte 1

PARTE 1: INTRODUÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE CALOR E TEMPERATURA
Descrição: Os vídeos selecionados para esta primeira parte da sequência apresentam temas relacionados à pandemia. A intenção era mostrar a relevância do que seria discutido na Sequência Didática (SD) e despertar o interesse dos alunos pelo estudo que seria iniciado, além de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes.
Vídeo 1: "Se febre esquenta o corpo, por que sentimos frio? #DúvidaCruel 10"
Endereço: https://www.youtube.com/watch?v=kfWLJcNKQtg
Conceitos e palavras citados no vídeo: termômetro e escalas, temperatura, febre, frio, calor, aquecimento.
Observações: O apresentador fala em "baixar o calor" (1min06), sendo essa uma fala equivocada pois deveria ser "diminuir a temperatura". Por ser uma diferença relevante dentro do contexto da SD, esses conceitos foram contrastados ao longo do seu desenvolvimento.
Vídeo 2: "NÃO TE CONTARAM tudo sobre TERMÔMETRO DE TESTA"

Endereço: https://www.youtube.com/watch?v=RcQ9vxwWjcs
Conceitos e palavras citados no vídeo: radiação, câmara térmica, temperatura, quente, zero absoluto, infravermelho, "mapa de calor", luz visível, espectro eletromagnético.
Observações: O apresentador menciona que não conseguimos enxergar o infravermelho devido à "pouca energia" (7min52). Essa afirmação está equivocada, pois caso estivesse relacionado à energia, deveríamos ser capazes de enxergar o ultravioleta, por exemplo, o que não ocorre. Na realidade, não conseguimos enxergar o infravermelho simplesmente porque a radiação com frequências nessa faixa não sensibiliza os fotorreceptores da retina, estando fora da faixa da luz visível do espectro eletromagnético. Como esse ponto não faz parte do assunto da aula, o erro foi apenas mencionado para passar a informação correta, sem a intenção de iniciar uma discussão sobre o assunto.
Questões enviadas³: 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?
Recursos utilizados na aula: Apresentação de slides contendo: fotos que tinham ligação com os temas discutidos (febre e termômetro); questões enviadas (para lembrar); trechos das respostas enviadas pelos alunos para fomentar as discussões.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 3: Organização da implementação do EsM na Sequência Didática – Parte 2

PARTE 2: TEMPERATURA, CALOR E EQUILÍBRIO TÉRMICO
Descrição: Os três conceitos-chave desta parte foram trabalhados por meio de dois vídeos, que exploravam situações relacionadas ao cotidiano dos alunos. Apesar de abordar outros conceitos, que apareceram mais à frente na sequência, nos restringimos a focar a discussão sobre os conceitos de temperatura e calor, concentrando-nos especialmente nos termos "calor" e "quente". Embora o equilíbrio térmico tenha sido discutido durante as interações, o conceito do fluxo de calor associado a ele foi introduzido posteriormente. Assim, as respostas dadas pelos alunos não apenas orientaram o planejamento da aula subsequente à atividade, mas também contribuíram para o planejamento de aulas posteriores.
Vídeo 3: "Como fazer um AR-CONDICIONADO CASEIRO com cooler + PET + pilha EXPERIÊNCIA"
Endereço: https://www.youtube.com/watch?v=pW0BVqRh404
Conceitos e palavras citados no vídeo: termômetro e escalas, temperatura, convecção térmica, fluxo de calor.
Observações: O apresentador utiliza a expressão "matando seu calor" (4min15). Durante uma aula síncrona, essa expressão foi discutida e comparada com a questão 5, apresentada a seguir neste quadro, para mostrar que, no uso coloquial, calor e quente são frequentemente usados como sinônimos, enquanto no contexto científico, essas duas expressões possuem significados distintos.
VÍDEO 4: "Como GELAR LATINHA em 1 MINUTO! Dá MUITO certo!!!"
Endereço: https://www.youtube.com/watch?v=5nXvMTEycK8
Conceitos e palavras citados 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: Esperávamos que os alunos questionassem sobre o uso do sal junto com o gelo para acelerar a diminuição da temperatura. De forma análoga, poderiam surgir perguntas sobre a mistura de álcool com água, o aumento da superfície de contato e a rotação da latinha. No entanto, essas questões não foram levantadas. Nossa intenção era não aprofundar nesses assuntos naquele

³ São questões enviadas na primeira etapa do EsM, junto com os materiais de estudo.

momento, visto que uma discussão mais ampla envolvendo o fluxo de calor estava planejada para a parte 4 da sequência didática.

Questões enviadas:

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?

Recursos utilizados na aula: Apresentação de slides contendo: imagens relacionadas aos temas discutidos (caixa de isopor, latinha etc.); questões enviadas (para lembrar); trechos das respostas enviadas pelos alunos para fomentar as discussões. Simulador do Phet: "Estados da Matéria: Básico" - Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics>. Como indicado pelo próprio nome, este simulador aborda os estados da matéria e possui várias funcionalidades que não foram aqui exploradas. O seu uso estava focado em análises simples, como a agitação das moléculas em diferentes temperaturas. Em sala de aula e, principalmente no ensino remoto, há a necessidade de diversificação das atividades, como orientado na segunda etapa do EsM. Em geral, os alunos demonstram interesse por simuladores e estes facilitam o entendimento e visualização dos conceitos abordados. Por isso, alguns deles foram inseridos ao longo da sequência didática.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 4: Organização da implementação do EsM na Sequência Didática – Parte 3

PARTE 3: ESCALAS TERMOMÉTRICAS E CONVERSÃO ENTRE ESCALAS

Descrição: O vídeo selecionado para essa parte trata das temperaturas de ebulição da água em diferentes locais. O objetivo é discutir a necessidade de uma referência para construir uma escala termométrica e explorar as conversões matemáticas entre diferentes escalas.

Vídeo 5: "Água ferve a 100°C? Você foi ENGANADO!!"

Endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=-lz03RY6Rw0>

Conceitos e palavras citados no vídeo: ponto de fusão, ponto de ebulição, temperatura, escala Celsius, pressão atmosférica.

Observações: Uma informação que poderia causar confusão é quando o apresentador menciona que a água congela ou descongela a 0°C, dependendo se a temperatura estiver aumentando ou diminuindo (0min41). Foi feita uma observação rápida, reformulando a frase para: "se a água estiver recebendo ou cedendo energia". Isso se deve ao fato de que, durante a mudança de fase, não há variação na temperatura quando se trata de substâncias puras. Esse aspecto é destacado pelo próprio vídeo (3min06).

Questões enviadas:

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?

Recursos utilizados na aula: Apresentação de slides contendo: imagens relacionadas aos temas discutidos (panela, fogão, termômetro digital, termômetro analógico); questões enviadas (para lembrar); trechos das respostas enviadas pelos alunos para fomentar discussões. Termômetro caseiro, como o encontrado em vídeo na internet - Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hAQhmsUz2P8>>.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 5: Organização da implementação do EsM na Sequência Didática – Parte 4

PARTE 4: CONDUTORES, ISOLANTES E O FLUXO DE CALOR
Descrição: Dando enfoque à diminuição da temperatura dentro de uma residência, discutimos os conceitos desta parte da sequência por meio de dois vídeos que exploram diferentes meios para promover uma troca de calor com o ambiente externo (ou evitá-la). Os conteúdos discutidos nesta parte foram fundamentais para a discussão dos processos de propagação de calor na próxima parte.
Vídeo 6: "Como espantar o CALOR com CAIXAS DE LEITE"
Endereço: https://www.youtube.com/watch?v=aEpMk7zuvVQ
Conceitos e palavras citados no vídeo: reflexão de ondas, temperatura, radiação, isolante térmico.
Observações: O próprio título já traz uma expressão que pode instigar discussões: "espantar o calor". Com todas as discussões que ocorreram até esse momento, espera-se que os alunos percebam a diferença entre o uso coloquial da palavra "calor" e seu significado físico.
Vídeo 7: "No calor, ventilador pra dentro ou pra fora? Fizemos o teste!"
Endereço: https://www.youtube.com/watch?v=xxuzB8r0JQ4
Conceitos e palavras citados 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 anterior, espera-se que não haja dificuldades relacionadas ao conceito físico de "calor". Também são mencionadas expressões como "tirar o calor" (1min36) e "manter o calor" (5min13), que podem ser discutidas durante a aula, com base nas questões respondidas previamente.
Questões enviadas: 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?
Recursos utilizados na aula: Apresentação de slides contendo: imagens relacionadas aos temas discutidos (cobertor, colher de pau, colher de metal, lâmpada); questões enviadas (para relembrar); trechos das respostas enviadas pelos alunos para fomentar discussões. Simulador do Phet: "Formas de Energia e Transformações" - Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>. Assim como no Phet sobre estados da matéria, há várias funcionalidades deste simulador que não foram exploradas neste momento. A ideia foi destacar e observar principalmente o comportamento da energia térmica e como ocorrem transformações ligadas a esse tipo de energia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 6: Organização da implementação do EsM na Sequência Didática – Parte 5

PARTE 5: PROPAGAÇÃO DE CALOR
Descrição: Para encerrar a sequência didática, foram retomados vários conceitos trabalhados nas partes anteriores, fazendo todas as associações entre eles. Portanto, nesta parte, já esperávamos uma discussão mais ampla, analisando todas as variáveis para as mudanças e medidas de temperatura, as condições para ocorrer trocas de calor e os meios pelos quais elas ocorrem.
Vídeo 8: "Faça uma garrafa térmica em casa!"
Endereço: https://www.youtube.com/watch?v=JqJcKtNS1zM
Conceitos e palavras citados no vídeo: garrafa térmica, papel-alumínio, temperatura ambiente, quente, "gelada", graus Celsius, condução, vácuo, convecção, irradiação, ondas eletromagnéticas, calor.
Observações: O apresentador menciona "tirar a temperatura", "roubar a temperatura" e "transmitir a temperatura" (a partir de 8min13). Também menciona "calor do Sol" (9min08). Considerando que

esses conceitos já tinham sido discutidos várias vezes ao longo da sequência, foram necessárias apenas observações pontuais.
Vídeo 9: "DE ONDE VEM O VENTO? Aprenda com uma EXPERIÊNCIA!"
Endereço: https://www.youtube.com/watch?v=JuxZTgWEKfs
Conceitos e palavras citados no vídeo: temperatura (quente e frio), convecção, equilíbrio térmico.
Observações: Para a discussão desse vídeo, foi feita uma breve revisão dos conceitos de pressão e densidade (vistos previamente em Hidrostática) para explicar melhor a movimentação dos fluidos.
Questões enviadas: 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 ? 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.
Recursos utilizados na aula: Apresentação de slides contendo: imagens relacionadas aos temas discutidos (garrafa térmica, papel-alumínio, papelão); questões enviadas (para relembrar); trechos das respostas enviadas pelos alunos para fomentar discussões. Simulador do Phet: "O Efeito Estufa" - Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse >. Da mesma forma que os simuladores das outras partes, apenas algumas funcionalidades desse simulador foram exploradas. A ideia é mostrar e discutir como ocorre a irradiação e fatores que influenciam para o aumento da temperatura terrestre.

Fonte: Elaborado pelos autores.

PROCESSO METODOLÓGICO

Local, sujeitos da pesquisa e tema selecionado

O colégio onde o trabalho foi desenvolvido, no ano de 2021, está situado em uma cidade do sul de Minas Gerais e se difere da maioria dos colégios por também ter a opção de internato. Isso significa que os alunos têm a possibilidade de morar nas instalações do próprio colégio, e alguns o fizeram inclusive durante o período da pandemia. Além disso, há também alunos que não residem nele 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 eram realizadas por meio do sistema do próprio colégio, onde eram disponibilizados materiais, atividades e instrumentos de avaliação.

Os alunos possuíam idade entre 15 e 17 anos, e o professor-pesquisador era 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. Dois aspectos foram considerados para a escolha: 1) Os conceitos planejados para o 2º ano do Ensino Médio no período de investigação foram temperatura e calor, o que implicaria na introdução de diversos conceitos em um período relativamente curto, permitindo o desenvolvimento do EsM em diversas intervenções, como pode ser verificado na seção anterior, e 2) Em 2020, durante o 1º ano do Ensino Médio, as turmas do 2º ano já haviam tido aulas com o professor-pesquisador, contudo, o contato presencial foi limitado e ocorreu apenas no início do ano letivo. Durante esse período, observou-se um baixo nível de

⁴ O vídeo 9 apresenta um aquário com água e corantes de cores diferentes submetido, em lados opostos da sua base, ao contato com gelo e água quente, gerando correntes de convecção que são associadas aos ventos.

interações. Essa constatação indicou a necessidade de mudanças de estratégias para o ano seguinte (ou seja, 2021).

Cabe ainda destacar que havia duas turmas do 2º ano no colégio, que participaram juntas das aulas remotas. Ao todo, 55 estudantes, todos cientes da pesquisa em andamento, participaram dessas atividades.

Coleta de dados

Sendo esta uma pesquisa qualitativa do tipo pesquisa-ação, a coleta de dados foi realizada ao longo do desenvolvimento da sequência didática, utilizando diferentes instrumentos. Foram eles: 1) Respostas dos alunos enviadas pelo sistema do colégio após assistirem ao(s) vídeo(s) e antes dos encontros síncronos, e essas perguntas e respostas serviram como ponto de partida para o processo de interações; 2) Manifestações no chat e manifestações verbais dos alunos durante os encontros síncronos, registradas por meio da gravação das aulas e cópias das mensagens enviadas via chat, e 3) Diário de campo contendo anotações, percepções e reflexões do pesquisador durante o desenvolvimento das atividades e após as aulas síncronas, que foram feitas imediatamente após as aulas sempre que possível, visando registrar detalhes e percepções relevantes.

Processo de análise

Para realizar o processo de análise, inicialmente consideramos a possibilidade de identificar os três principais tipos de interação: aluno-professor, aluno-conteúdo (objeto do conhecimento) e aluno-aluno. Com o intuito de proporcionar uma descrição mais completa dos acontecimentos e dos ambientes criados para facilitar a dinâmica e promover as interações, nossa abordagem metodológica foi desenvolvida por meio de um relato de experiência (RE), de modo a contemplar o objetivo da pesquisa, investigando a eficácia do EsM na promoção da participação dos estudantes durante as aulas. Dessa forma, descrevemos episódios de ensino, provenientes dos dados coletados, enfocando dois momentos principais: a construção das aulas e seu desenvolvimento.

Cabe destacar que a nossa investigação não se limitou apenas aos alunos, abrangendo também uma análise da postura do professor durante o processo. Reconhecemos que a estratégia em questão não favorece as interações sem a condução do professor e que as interações dos alunos são estimuladas pelas ações do docente. Portanto, analisamos como os alunos responderam às diferentes ações e decisões do professor, incorporando uma reflexão sobre a própria prática.

Segundo Daltro e Faria (2019), o RE compreende um conjunto de seis elementos, necessários à sua construção documental. Resumidamente, esses elementos são os seguintes: a) O RE é concebido como uma produção documental de narrativas; b) O autor atua como sujeito participante; c) É fundamental a apresentação da experiência vivida de forma objetiva e detalhada (texto explicativo-interpretativo); d) O relato deve fazer uma apresentação e articulação clara com as referências; e) O texto deve ser acessível a todos os interessados, não apenas a pesquisadores, e f) O relato evita conclusões definitivas, mostrando lacunas e contradições, no entanto, são considerados os aprendizados e resultados, discutidos como uma produção singular.

Levando em conta esses elementos, o relato elaborado descreve os acontecimentos durante todo o processo de ensino e de aprendizagem, apoiando-se nos diferentes instrumentos de coleta de dados descritos na seção anterior.

RELATO DO DESENVOLVIMENTO DO ESM: IDENTIFICANDO AS INTERAÇÕES

Por meio do RE, buscamos indícios da eficácia do EsM na promoção das interações dos estudantes. Além disso, realizamos uma análise adicional que consistiu na identificação do tipo de *abordagem comunicativa*. Em particular, focamos nas interações professor-aluno, alinhando-as com as caracterizações das classes de abordagem sugeridas por Mortimer e Scott (2002).

Análises do desenvolvimento da Parte 1

Como esta sequência foi o primeiro contato dos estudantes com o EsM, estávamos apreensivos em relação à forma como eles reagiriam e se engajariam nas atividades com seriedade. Em atividades anteriores, várias respostas foram dadas de forma mecânica, sem qualquer posicionamento ou naturalidade.

Entretanto, desde esta primeira parte, algumas falas dos alunos já indicavam uma mudança de postura e um maior interesse pela proposta da tarefa enviada para casa. Os seguintes trechos foram retirados das atividades entregues para ilustrar esse interesse: "Foi tranquilo de entender"; "Eu achei esse assunto bem interessante"; "Eu não sabia o que era mapa de calor, então pesquisei para tirar a dúvida e respondi de acordo com o resultado da pesquisa"; "Ambos os vídeos foram bem explicativos"; "Os vídeos conseguiram usar uma linguagem muito fácil de entender e explicaram muito bem"; "Todos os dias eles medem a minha temperatura antes de entrar no refeitório...".

Logo no começo das aulas, perguntamos aos alunos o que tinham achado dessa nova metodologia. Um aluno, que é mais reservado e 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". Esse foi o primeiro indício do estímulo à interação dos estudantes devido ao EsM.

Quando questionamos se alguém não havia entendido, não houve interação. Porém, alguns alunos já haviam apontado dificuldades específicas nas respostas enviadas, as quais pudemos abordar nos slides. Nesse contexto, uma aluna se manifestou, apontando uma dificuldade específica. Se não houvesse uma interação prévia, possivelmente essa dúvida não seria colocada. Apesar de as principais mudanças no comportamento dos alunos terem ocorrido no momento da realização das tarefas, também observamos mudanças em alunos específicos ao longo dos encontros síncronos. Em contrapartida, alguns alunos continuaram sem interagir.

Seguindo a abordagem proposta por Mortimer e Scott (2002), que mencionamos anteriormente, vamos analisar a classe de *abordagem comunicativa* que predominou em cada aula. Analisando as gravações desta primeira parte, observamos que o professor buscava o tempo todo um diálogo interativo, porém com dificuldade de ser genuinamente dialógico. O predomínio da abordagem comunicativa, segundo as ideias de Mortimer e Scott (2002), foi um diálogo interativo e de autoridade, visando chegar a um ponto de vista específico por meio de perguntas encadeadas, com o professor sentindo-se ansioso para chegar a conclusões específicas. Outra dificuldade que se apresentou nesta aula foi de obter respostas com explicações mais estruturadas dos alunos.

Desde a primeira aula, observamos que é mais eficaz focar em menos perguntas ou situações, contanto que sejam mais específicas e que chamem mais a atenção dos alunos. Da mesma forma, consideramos que seja mais vantajoso abordar menos assuntos, mas com um estímulo maior para interações. Durante a preparação dos slides, incluímos várias falas dos alunos na apresentação. Embora tenha preservado o anonimato dos autores das respostas,

uma aluna identificou sua resposta e quis se posicionar oralmente. Acreditamos que destacar as respostas dos alunos foi um ponto relevante para estimular as interações, o que se repetiu ao longo de toda a sequência.

Análises do desenvolvimento da Parte 2

Nesta parte, diferentemente do que é orientado pela proposta original do EsM, optamos por citar os autores de algumas frases para investigar se isso proporcionaria mais interações dos estudantes. No entanto, para evitar eventuais constrangimentos, foram escolhidas somente frases que estavam mais bem formuladas. Deixamos claro para os estudantes que a decisão de dar os créditos aos autores tinha por objetivo permitir que eles pudessem complementar suas respostas. Além disso, enfatizamos que não havia intenção de expor ninguém, somente incentivar a participação para construção do conhecimento.

Iniciamos a introdução de perguntas encadeadas para auxiliar a compreensão do ar-condicionado caseiro. As respostas dos estudantes foram, a princípio, diretas e curtas, estabelecendo um discurso interativo de autoridade. Por exemplo, tivemos a seguinte sequência: "o que acontece com o ar quando passa pelo gelo?", "esfria", "se o ar esfria, o que acontece com a temperatura no local?", "diminui", "até quando se dará a diminuição de temperatura?", "até ser atingido o equilíbrio térmico".

Ao questionar os alunos sobre o conceito de equilíbrio térmico e citar a resposta de um deles, atribuindo-lhe a autoria, ele passou a interagir, juntamente com outro colega. Os alunos ainda mostraram hesitação em se posicionar em relação às afirmações de seus colegas, uma situação que já havia sido vivenciada na Parte 1.

Ainda sentimos dificuldade para estabelecer um discurso dialógico, já que as perguntas mais amplas não eram respondidas. Após chegarmos à definição de equilíbrio térmico, um aluno começou a dar uma explicação mais detalhada, citando outras situações para mostrar que o equilíbrio térmico ocorre tanto em temperaturas baixas quanto altas. Mesmo sem a nossa condução, ele trouxe outro ponto de vista: "há um porém: quando os corpos forem igualando [a temperatura], se estiver mais corpos, mais quente vai ficando". Entendemos que o aluno estava fazendo associação com uma situação em que várias pessoas estão no mesmo ambiente e explicamos que, nesse caso, a temperatura do ambiente continua a subir por causa da nossa emissão de radiação, remetendo aos conceitos estudados nas últimas aulas. Nessa aula, esse foi um momento em que se estabeleceu um breve discurso interativo dialógico.

Em seguida, ao analisar a temperatura de equilíbrio, se estabeleceu um discurso interativo de autoridade. Mostramos uma figura de duas vasilhas com água e propusemos a seguinte questão: "Se eu misturar essa água fria com essa água quente, o resultado será uma água...". A resposta inicial do aluno foi: "Uma água morna". No entanto, ressaltamos que essa resposta havia sido induzida e que a realidade poderia ser diferente dependendo de outros fatores. Então questionamos: "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".

Ao discutir a última questão, que abordava 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 a havia formulado, mas não se estabeleceu um diálogo. Na sequência, propusemos uma questão de múltipla escolha para os alunos responderem "Qual alternativa está correta?", com as seguintes opções: a) Recebendo quente; b) Recebendo frio; c) Recebendo calor, ou d) TODAS ACIMA.

Alguns estudantes enviaram suas respostas pelo chat, enquanto um optou por usar áudio. Um deles deu uma explicação complementar, afirmando que a resposta correta seria "recebendo calor" e que "receber frio, na verdade seria perder calor". Questionamos se a expressão "receber quente" fazia sentido, o que deu início a um diálogo. A resposta do aluno foi: "também não, porque quente seria o estado, já calor seria a energia que tá perdendo ou ganhando". Em seguida, perguntamos se a expressão "trocas de calor", comumente usada no estudo desse assunto, fazia sentido. O aluno respondeu: "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 e 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, percebemos que as interações ocorreram mais facilmente, sem a necessidade de repetir perguntas de formas diferentes ou insistir em uma resposta. Graças ao estudo prévio realizado, as interações surgiram de forma mais descomplicada. Nesse ponto específico, o EsM se mostrou mais eficaz em promover interações dos estudantes, visto que lhes forneceu um embasamento para a construção de suas falas de maneira mais fácil e espontânea durante a aula síncrona. Para fechar essa parte, recorremos a um simulador para ilustrar a diferença entre partículas mais quentes e mais frias. Isso deu origem a um diálogo interativo e de autoridade, já que as respostas dos alunos foram diretas e objetivas, sem elaborações que ultrapassassem o que havíamos exposto.

Em comparação com a Parte 1 da SD, ocorreu a participação de mais alunos: alguns que ainda não tinham participado interagiram nas aulas, tanto pelo chat quanto por áudio. Mesmo assim, sentimos um grande desconforto quando várias perguntas que fizemos não receberam resposta. Somente dois alunos continuaram a interagir e responder quando propusemos uma nova pergunta, baseada em suas falas. Houve algumas interações pontuais no chat e citar os autores das respostas não promoveu significativamente mais interações durante o encontro síncrono. Acreditamos que uma explicação e contextualização mais amplas, com uma quantidade menor de perguntas relevantes, seriam mais eficazes do que uma série de "perguntas encadeadas".

Análises do desenvolvimento da Parte 3

Até o momento descrito, na maior parte das aulas 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 terceira parte: passamos mais rápido pelas explicações iniciais, estabelecendo uma abordagem não-interativa e dialógica, deixando para buscar uma maior interação e discussões na última questão. Esta, aparentemente, possuía um potencial maior para diálogos, conforme indicado pelas respostas dadas nas atividades já entregues.

Durante a aula, ocorreram algumas questões pontuais e interações de autoridade, mas envolvendo apenas alguns alunos. Notamos grande variedade e divergência nas respostas para a última questão nas atividades que haviam sido entregues, o que nos levou a acreditar que ela tinha um grande potencial para interações e discussões. Quando apresentamos a questão sobre onde seria possível estar se um termômetro indica a temperatura de 50 (sem unidade de medida)⁵, um aluno destacou a necessidade de uma escala de temperatura para se determinar isso.

⁵ Aqui, a questão foi: "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?".

No geral, aqui percebemos um aumento nas interações em relação ao período anterior ao início da SD. Já, em comparação com as partes anteriores da SD, as interações também aumentaram e conseguimos estabelecer um diálogo mais profundo com alguns alunos. As respostas às atividades se tornaram mais elaboradas e a incidência de cópias (respostas idênticas dadas por mais de um aluno) diminuiu nessa parte. Isso pode ser atribuído a uma melhor apropriação da metodologia após o desenvolvimento das partes 1 e 2. O estudo prévio, proposto pelo EsM, teve um impacto positivo para alguns alunos que passaram a interagir nas aulas, embora ainda sejam poucos.

Análises do desenvolvimento da Parte 4

Nesta parte, após esclarecer as dúvidas iniciais, trouxemos várias respostas dos alunos sobre fatores que influenciam no aumento da temperatura ambiente, em um discurso não-interativo e de autoridade. Buscando gerar interações, destacamos o uso das mantas térmicas como revestimento para telhas, assunto abordado no vídeo 6, porém nenhum aluno interagiu. Na sequência levantamos a questão "Cobertor no deserto, vale a pena?", com as seguintes opções de resposta: a) Não; b) Só à noite, ou c) Dia e noite.

Essa questão foi elaborada a partir das respostas dos alunos enviadas na etapa de estudo prévio. Vários alunos responderam pelo chat nesse momento. Notavelmente, uma aluna que nunca havia se manifestado nas aulas online se manifestou, 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 conter erros conceituais na resposta, essa interação possivelmente surgiu devido ao estudo prévio, pois indica que a aluna já havia refletido sobre a questão antes da aula, superando o receio 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 do cobertor e o conceito de fluxo de calor.

Análises do desenvolvimento da Parte 5

A Parte 5 foi desenvolvida em duas aulas, ao longo de duas semanas. Na primeira aula, começamos perguntando qual seria a diferença entre uma garrafa comum e uma garrafa térmica. Um dos alunos, que já vinha participando ativamente, respondeu: "Não vai ocorrer equilíbrio térmico. A garrafa térmica impede que o líquido entre em equilíbrio térmico com o ambiente". Diante disso, questionamos se esse equilíbrio nunca seria alcançado. A resposta foi: "vai, mas vai demorar um pouco mais. A garrafa térmica atrasa o equilíbrio térmico".

Quando questionados sobre a expressão "manter o calor", que apareceu em algumas respostas enviadas, uma aluna respondeu: "não seria manter a temperatura?". Ao tentar explicar por que a expressão "manter o calor" não seria adequada, a mesma estudante mostrou dificuldade em diferenciar os termos "quente" e "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 as estudantes ainda não haviam se manifestado nas aulas da SD e passaram a se manifestar várias vezes nesta parte.

Após essas falas iniciais, outros dois alunos solicitaram a palavra ao mesmo tempo. O primeiro disse: "eu ia falar que a temperatura é uma taxa de medida de agitação". O segundo aluno, que foi o mais participativo 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 se 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 explicação, especificamente, demonstra uma apropriação dos conceitos e uma adaptação à metodologia. Ao analisar todas as aulas, percebe-se uma interação cada vez maior desse estudante e uma evolução no entendimento dos assuntos abordados. Além disso, esse foi um momento da aula em que se estabeleceu uma comunicação interativa e dialógica, algo que, até então, havia ocorrido poucas vezes. As afirmações e correções partiram dos próprios alunos, resultando em uma interação aluno-aluno, o tipo mais raro nas aulas online.

Logo após essas discussões, outras falas dos alunos foram analisadas para entender as variáveis envolvidas nesse processo. Uma das alunas que começou a participar ativamente nessa aula fez uma associação entre um chá quente em uma garrafa térmica a uma pessoa utilizando cobertor. Mais uma vez, entendemos que o EsM se mostrou eficaz, pois essa reflexão surgiu de uma das questões respondidas no estudo prévio. Porém, essa mesma aluna mostrou novamente dificuldade para diferenciar os termos "calor" e "quente", buscando explicar várias vezes. Nesse momento, estabeleceu-se uma comunicação interativa de autoridade, com a finalidade de se alcançar a compreensão correta desse conceito. A conversa durou cerca de 15 minutos.

Após essa longa interação, fizemos um resumo dos 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 qualquer conceito que pudesse não ter ficado claro. A quantidade de interações nessa aula foi muito maior que nas outras, o que resultou em uma discussão mais longa do que o tempo previsto permitia. Um aspecto a ser destacado foi que essas interações não se limitaram aos alunos que já vinham interagindo, mas também incluíram aqueles que até então não haviam se manifestado.

A segunda aula foi iniciada com a discussão sobre os materiais necessários para se confeccionar uma garrafa térmica: garrafa, jornal, papel-alumínio e tampa. Questionando aos alunos sobre qual desses seria o material mais importante para o isolamento térmico, uma aluna, após um tempo, se manifestou: "seria o papel-alumínio, porque ele é um isolante térmico. Logo, para a garrafa conseguir isolar, o mais importante seria ele". Embora ela tenha confundido o conceito de isolante térmico, sua resposta apresentou um potencial para uma discussão interessante. Então, questionamos se o jornal não poderia também ser considerado um isolante. Para ilustrar, demos o exemplo de deitar-se em um chão de cerâmica frio. Com isso, ela chegou à conclusão de que "o papel seria um isolante térmico porque diminui o frio que sente [ao deitar-se no chão]".

Depois disso, fizemos uma revisão dos processos de propagação de calor em um discurso não-interativo, relembrando o que havia sido visto nos vídeos. Para estimular a discussão, apresentamos uma foto de um abacaxi na praia, usando óculos escuros e "de costas" para o mar. Perguntamos por que, durante o dia, o abacaxi estaria nessa posição. Um aluno respondeu prontamente que "teria a ver com a convecção". Os alunos fizeram algumas piadas sobre a imagem, comentando 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".

Conseguimos estabelecer uma comunicação interativa de autoridade com alguns alunos, com a finalidade de entender o processo de convecção. Tanto as perguntas quanto as respostas iniciais foram curtas e diretas. Quando questionamos sobre o que aconteceria com a areia, um aluno respondeu que ela "vai esquentar e estragar o abacaxi", mostrando que a ilustração tinha chamado a atenção e promovido interações, mesmo que algumas não estivessem diretamente relacionadas ao conteúdo. Uma aluna então afirmou: "Durante o dia,

geralmente a água é fria e a areia é quente”. Completamos que “essa areia quente também aquece o ar em cima dela”. Nesse momento, dois alunos tentaram falar simultaneamente, então um deles optou por 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 precisos, houve uma compreensão do conceito de calor específico. É interessante ressaltar que essa associação ocorreu justamente quando estávamos discutindo a brisa marinha e que o entendimento desse conceito seria importante.

A partir da fala dos alunos, percebemos que se estabeleceu uma comunicação interativa e dialógica. Não foi necessário conduzir as falas dos estudantes para que eles expusessem seus pontos de vista. Em seguida, sintetizamos toda a discussão, associando aos conceitos que haviam sido apresentados nos vídeos. Utilizamos uma captura de tela do próprio vídeo do aquário⁶ para ilustrar 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 encerrar a aula, utilizamos o simulador “O efeito estufa” (ver Quadro 6) para discutir os processos de propagação de calor, principalmente a irradiação térmica. Um aluno também interagiu nessa parte, fazendo algumas observações e concluindo que “o aquecimento global tem a ver com o efeito estufa, mas num processo mais desenfreado”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados aqui apresentados corroboram o que se encontra na literatura acerca das potencialidades do EsM em promover o engajamento dos estudantes em sala de aula. Conforme Araujo e Mazur (2013), a implementação do EsM na estruturação e elaboração de aulas possibilita a identificação de dúvidas e tópicos que despertam o interesse dos alunos, promovendo sua mobilização. Em nossa proposta, que buscava incrementar as interações nos processos de ensino e de aprendizagem, tivemos como resultado uma maior participação dos estudantes, inclusive de alguns que anteriormente não estavam envolvidos. Nossa análise, com foco nas interações, constatou um aumento progressivo na frequência dessas interações ao longo do desenvolvimento da SD. Na etapa final, houve um aumento no número de alunos que interagiram, na quantidade de manifestações e, principalmente, na duração das interações.

Observamos também uma evolução nas respostas fornecidas nas atividades e nos encontros síncronos: as contribuições dos alunos se tornaram mais elaboradas e extensas, necessitando de menos estímulos para a interação. Ao longo da SD, também identificamos a participação de alunos que normalmente eram mais reservados, assim como daqueles que geralmente não demonstravam tanto engajamento nas atividades e aulas.

Acreditamos que esse aumento progressivo no número de interações esteja relacionado a dois fatores principais, sendo o primeiro deles o maior domínio da metodologia por parte do professor: com o passar do tempo percebemos que os alunos interagiam mais quando se sentiam mais seguros e/ou curiosos. Alteramos a estrutura das aulas, reduzindo o número de perguntas pontuais para dar mais espaço para questões mais pertinentes e que chamassem mais atenção dos alunos. O segundo fator é adaptação dos alunos à metodologia: a mudança na estrutura das aulas para o EsM teve um impacto significativo no comportamento dos alunos, porém exigiu um período de adaptação. No início do desenvolvimento da SD, os alunos ainda

⁶ Ver nota 4.

apresentavam algumas atitudes que foram modificadas na medida em que assimilavam melhor a estratégia; as cópias diminuíram e pudemos observar um maior compromisso e naturalidade nas respostas dadas. Além disso, começaram a se arriscar mais nas falas durante o encontro síncrono, sem a pressão de que fossem julgadas como “certas” ou “erradas”.

Em geral, a utilização do EsM mostrou ser eficaz para estimular mais interações dos alunos durante os encontros. O estudo prévio despertou curiosidade e trouxe segurança. A opção por vídeos e a seleção realizada também se mostraram positivas, visto que a maioria dos alunos demonstrou satisfação em relação à proposta e compromisso em assistir aos vídeos e responder às questões. O conteúdo apresentado nos vídeos foi entendido quase em sua totalidade, com os alunos apresentando apenas dificuldades pontuais para entender expressões específicas ou pequenos trechos dos vídeos.

Os principais tipos de interação observados 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. Atribuímos isso, pelo menos em parte, ao ensino remoto. Como mencionado anteriormente, isso reforça a potencialidade do EsM para o ensino presencial. Em um ambiente de sala de aula, as interações entre alunos se tornam bem mais viáveis e há grande possibilidade de que as estratégias aqui adotadas sejam mais eficazes e produzam resultados ainda melhores.

Ao avaliar os tipos de abordagens comunicativas empregadas ao longo do trabalho, percebemos uma mudança entre o início e o fim da sequência. Inicialmente, por um desejo de estabelecer comunicações interativas, fazíamos várias perguntas ao longo da aula. Embora houvesse algumas manifestações dos alunos, a comunicação estabelecida, apesar de interativa, era de autoridade, com respostas curtas e diretas. Assim, os estudantes não expressavam seus pontos de vista, sendo conduzidos pelo professor por meio de uma série de perguntas, com a finalidade de se compreender conceitos específicos. No entanto, ao adotar uma abordagem não-interativa e de autoridade no início das aulas, os alunos começaram a interagir mais e expressar seus pontos de vista, complementando o professor e levantando outras questões. Por sentirem mais segurança e liberdade, ao final do processo uma comunicação interativa e dialógica se tornou mais natural, com a exploração de ideias e a exposição de pontos de vista tanto pelo professor, quanto pelos alunos.

Estamos firmemente convencidos de que as estratégias didáticas implementadas no nosso trabalho são uma ferramenta valiosa para estimular a interação dos estudantes durante as aulas. O Ensino sob Medida, com as sugestões fornecidas e as adaptações feitas para atender à realidade de cada escola, apresenta grande potencial para promover as interações dos alunos, seja com o professor, com outros alunos ou com os conteúdos.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S; MAZUR, E. 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.

CARVALHO, I. A. **Promovendo interações dos estudantes em aulas de temperatura e calor por meio do Ensino sob Medida**. 2022. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2022.

CARVALHO MENEZES DA SILVA, D.; PASTORIO, D. P.; DA SILVA LOPES, E. O uso de metodologias ativas para o ensino das Leis de Newton: experiências da residência pedagógica. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, 2022.

CID, A. S.; PIZZI, M.; LACERDA, T. C.; OLIVEIRA, E. T. 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, G. R.; AMANTES, A. A influência do engajamento sobre a evolução do entendimento dos estudantes em eletricidade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n.1, p. 48-72, 2014.

DALTRO, M. R.; FARIA, A. A. Relato de experiência: Uma narrativa científica na pós-modernidade. **Estudos e pesquisas em psicologia**, v. 19, n. 1, p. 223-237, 2019.

DAVIS, C; SILVA, M. A. S.; ESPOSITO, Y. L. Papel e valor das interações sociais em sala de aula. **Cadernos de Pesquisa**, v. 71, p. 49-54, 1989.

FREDRICKS, J. A; BLUMENFELD, P. C.; PARIS, A. H. School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. **American Educational Research Association**, v. 74, n. 1, p. 59-109, 2004.

MOORE, M. G. Três tipos de interação. **TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 9, p. 73-80, 2014.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. 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.

NOVAK, G. M.; PATTERSON, E. T.; GAVRIN, A. D.; CHRISTIAN, W. **Just-in-time teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. 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, D. P.; RIBEIRO, B. S.; SOUZA, L. A. V. D.; PIGOSSO, L. T.; FRAGOSO, T. A. 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, e20200296, 2020.

PEREIRA, W. G.; NASCIMENTO, R. J. M.; DO NASCIMENTO, T. L. Uso da Metodologia Ativa Instrução por Pares Assistida pelo Aplicativo Plickers: Uma Experiência no Ensino de Química. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 15, p. 021018, 2021.

RIBEIRO, B. S.; SOUZA, L. A. V. D.; LAPA, I. H.; PIRES, F. S. T. L.; PASTORIO, D. P. Just-in-Time Teaching para o Ensino de Física e Ciências: uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, e20220075, 2022.

RICARDO, E. C. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de Física**: coleção ideias em ação. São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 29-48.

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



Revista
Ciências & Ideias