

Contemporânea
Contemporary Journal
3(3): 1872-1896, 2023
ISSN: 2447-0961

Artigo

SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NA MODALIDADE DE ENSINO REMOTO PARA O ESTUDO DA ÓPTICA NO ENSINO MÉDIO

RESEARCH TEACHING SEQUENCE IN THE REMOTE TEACHING MODALITY FOR THE STUDY OF OPTICS IN HIGH SCHOOL

DOI: 10.56083/RCV3N3-039
Recebimento do original: 01/02/2023
Aceitação para publicação: 02/03/2023

Francisca Tercia da Silva
Mestra em Física
Instituição: Escola Municipal Libania Pessoa Lopz, Escola Estadual João Francisco da Costa
Endereço: RN-118, 81, Ipanguaçu - RN, CEP: 59508-000
E-mail: tercia_francisca@hotmail.com

Jusciane da Costa e Silva
Doutora em Física
Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA
Endereço: Av. Francisco Mota, 572, Costa e Silva, Mossoró - RN, CEP: 59625-900
E-mail: jusciane@ufersa.edu.br

RESUMO: Neste trabalho é apresentado resultados de uma pesquisa que aborda uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) com o tema de Óptica. A proposta buscou desenvolver atividades investigativas experimentais na modalidade remota nas aulas de física, visando compreender o processo de construção do conhecimento através de situações-problemas, utilizando as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no contexto escolar. As atividades investigativas ocorreram em dois momentos: o primeiro consistiu em conhecer o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVAs) e, no segundo momento foi apresentado o simulador PhET como ferramenta de ensino nas aulas de física, auxiliando na visualização dos fenômenos envolvidos no conteúdo proposto. As atividades foram desenvolvidas em uma turma do segundo ano do Ensino Médio da rede Pública, situada na



cidade de Assú/RN, com a participação de cem estudantes, no turno matutino, de forma remota. O trabalho foi fundamentado nas teorias de aprendizagem de Jean Piaget para desenvolver as habilidades cognitivas, bem como, no Ensino por Investigação de Pessoa de Carvalho. Neste cenário, percebeu-se uma maior motivação e interação da turma ao interpretar os fenômenos físicos usando os OVAs como ferramentas na construção do conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física, Ensino Remoto, Ensino por Investigação, Simulado Phet, Óptica.

ABSTRACT: This paper presents the results of a research that addresses a Sequence of Teaching by Investigation (SEI) with the theme of Optics. The proposal sought to develop experimental investigative activities in the remote modality in physics classes, aiming to understand the knowledge construction process through problem situations, which can be used by Digital Information and Communication Technologies (TDIC) in the school context. The investigative activities took place in two moments: the first consisted of getting to know the Virtual Learning Environment (AVA) and Virtual Learning Objects (OVAs) and, the second moment was presenting the PhET simulator as a teaching tool in physics classes, helping to visualization of the phenomena involved in the proposed content. The activities were developed in a class of the second year of High School of the Public network, located in the city of Assú/RN, with the participation of one hundred students, in the morning shift, remotely. The work was based on Jean Piaget's theories of learning to develop cognitive skills, as well as on Pessoa de Carvalho's Teaching by Investigation. In this way, it was noticed a greater motivation and interaction of the group when interpreting the physical phenomena using the VLOs as tools in the construction of knowledge.

KEYWORDS: Physics Teaching, Remote Learning, Teaching by Research, Simulator Phet, Optics.

Artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

1. Introdução

Diante da conjectura vivenciada com a pandemia do coronavírus-19, surgiu uma nova configuração de ensino conhecida como Ensino Remoto



(ER). Segundo Alves (2020), o ensino remoto através das plataformas digitais e dos aplicativos tem um desafio de buscar novas metodologias de ensino e aprendizagem, portanto, as práticas de ensino mediadas pelas tecnologias digitais pode ser um grande facilitador dos métodos de ensino na sala de aula.

A necessidade de adaptação às ferramentas educacionais abriu caminho para os modelos pedagógicos aliado as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) contempladas por instrumentos digitais disponíveis para potencializar as práticas pedagógicas, de modo que utilizem a comunicação e a informação na aquisição do conhecimento científico com base vivida pelos estudantes.

É importante refletir a respeito das práticas pedagógicas e tecnológicas efetivadas que objetivam contribuir para compreensão, desenvolvimento e ampliação das habilidades dos estudantes na investigação, bem como, os profissionais que farão uso desta proposta como ferramenta didática que auxilie suas aulas. No entanto, existem algumas dificuldades na sua implementação, que segundo Santos e Araújo (2021) as principais relatadas na transição educacional são a avaliação de aprendizagem, autonomia do aluno, interação na aula *online*, atividades desenvolvidas na aula remota e organização da aula.

O uso de plataformas educativas oferece vários recursos promovendo o envolvimento de saberes e valores que ultrapassam a sala de aula. No entanto, professores e estudantes tiveram que se adaptar ao ER, já que não foi mera transposição das aulas presenciais para o virtual, e envolveu muitos fatores. Nesse sentido, os papéis desempenhados por professores e estudantes mudaram em relação à assessoria pedagógica, considerada tradicional, e com isso, as salas de aula também tiveram que se configurar para facilitar momentos de interação, colaboração e engajamento com as tecnologias digitais (BACICH *et al*., 2015).



Neste trabalho propomos ações pedagógicas usando as plataformas de simulações que buscam atender a necessidade da definição da Teoria Construtivista de Jean Piaget para desenvolver as habilidades cognitivas por interação entre o sujeito e o objeto do conhecimento, em que ocorre a organização interna e adaptação ao ambiente para influenciar no desenvolvimento da aprendizagem. Bem como, das pesquisas de Anna Maria Pessoa de Carvalho que buscam estabelecer diferentes atividades investigativas para entender como o conhecimento científico é construído, enfrentando e transformando o mundo contemporâneo.

Quanto ao processo metodológico da nossa pesquisa usou tanto a abordagem qualitativa quanto a quantitativa. Na metodologia qualitativa buscou compreender as ideias preconcebidas que os estudantes tinham sobre o AVA e, em seguida, na metodologia quantitativa, procurou relacionar as ideias iniciais sobre o AVA aplicando ao conteúdo de óptica, visando explorar o uso do simulador nas aulas de Física.

Para maior visibilidade e entendimento dos fenômenos estudados foi introduzida a plataforma do **PhET *Interactive Simulations*** é um programa desenvolvido para aprimorar o ensino de simulações das disciplinas Física, Química, Biologia e Matemática. As simulações são ferramentas interativas que ajudam na compreensão dos estudantes na hora de relacionar certos fenômenos estudados em livros com a realidade (PHET, 2020). Como objetivo específico, auxiliar a visualização dos fenômenos físicos envolvidos nos tópicos proposto.

A partir da relação entre ensinar física e ter a liberdade intelectual de pensar e expor os pensamentos, os estudantes estabelecem uma relação cognitiva, comparativa e gradual que coadunam com as ideias que Piaget e Carvalho no sentido da interação entre o sujeito e objeto na elaboração do conhecimento através de atividades investigativas.

Com base no exposto, neste trabalho serão apresentados os resultados e análises das atividades da Sequência de Ensino por Investigação (SEI).



Inicialmente foi aplicado um questionário sobre os saberes que os estudantes possuem e que são essenciais para o aprendizado acerca do AVA e OVA e, em seguida, foi elaborado um roteiro utilizando a simulação do PhET e os fenômenos ópticos da reflexão e refração da luz para discussões e sistematização do conhecimento no ensino de física.

2. Ensino Investigativo

Para Piaget (1977), o conceito de interação e interatividade é compreendido como a relação entre o indivíduo e a máquina por uma influência mútua gráfica em tempo real. Além disso, defende que fatores orgânicos e ambientais exercem influência no processo de desenvolvimento dos seres humanos, inclusive na sua formação educacional.

Com o advento das ferramentas focadas em interatividade, surgiram as plataformas adaptativas, que buscam criar condições na sala de aula para que o estudante consiga resolver, explicar e levantar hipóteses, relacionando o que aprendeu com mundo em que vive, construindo, assim, ações intelectuais e explicações legais a respeito de conteúdo aplicado na sala de aula (CARVALHO, 2018).

Deste modo, a utilização das tecnologias digitais como ferramentas de ensino pode potencializar o processo educacional, que se destacam pela interatividade, autonomia, cooperação, afetividade e cognição proporcionada aos estudantes. As plataformas adaptativas são *softwares* desenvolvidos para avaliar o comportamento do usuário e propor atividades personalizadas, um importante salto no ensino personalizado (BACICH et al., 2015).

Certamente, a aplicação dos conceitos dos OVAs depende da forma com que o professor aborda a metodologia empregada no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e o contexto pedagógico, priorizando os interesses e necessidades dos estudantes durante o processo educacional. Nesse sentido, ao caracterizar os OVAs é importante apresentar: acessibilidade,



autoconsciente, autocontido, conteúdo, customização, durabilidade, facilidade para atuação, flexibilidade, interatividade, interoperabilidade, modulagem, portabilidade e reusabilidade que forneçam apoio ao processo de ensino e aprendizagem (AUDINO; NASCIMENTO, 2010).

Assim, o professor pode utilizar o laboratório real e virtual no ensino de física, buscando aprimorar as antigas práticas pedagógicas, incrementando novas ferramentas digitais que permitam realizar experimentos, explorando os fenômenos estudados em sala de aula. Na modalidade virtual o discente pode realizar o experimento, pode alterar dados das grandezas físicas, e assim tirar suas próprias conclusões, ou seja, o aluno faz parte do experimento, o que geralmente não acontece no laboratório físico, já que os *kits* têm preços razoáveis, e o professor tem receio que quebre.

Ao discutir os problemas que envolvem a aprendizagem em física, percebe-se que vêm desde a crise da educação científica, passando pela construção do conhecimento com uma nova cultura educacional com a ideia básica do construtivismo do que aprender e do que ensinar, de modo que a elaboração do conhecimento científico se dá pelo método científico interpretado a realidade (POZO; CRESPO, 2009).

Dessa forma, o processo de investigação acontece desde a infância do sujeito até a adolescência, nos quais são analisados os fatores comportamentais para o desenvolvimento da aprendizagem sobre as interações entre o sujeito-objeto por meio do processo de assimilação e acomodação.

Para Carvalho (2010), o planejamento das aulas se dá em ambientes investigativos, visando o desenvolvimento de problemas, a fim da promoção da aquisição do conhecimento. Assim, as atividades investigativas no ensino de física devem fornecer, aos estudantes, a manipulação de materiais e ferramentas para a realização de atividades práticas, a observação de dados



e a utilização de linguagens para comunicar aos outras suas hipóteses e sínteses (SASSERON; CARVALHO, 2011).

A problematização consiste em construir uma situação-problema que irá estruturar as situações de aprendizagem, dando um significado percebido pelo estudante. Sendo assim, uma situação de aprendizagem problematizadora deverá colocá-lo face à necessidade de novo um conhecimento.

Para o desenvolvimento de situações de aprendizagem problematizadoras, o professor dispõe compreender a situação-problema, de modo que ela possa gerar um potencial no estudante, pode/deve levantar a formulação de outro problema, de forma estruturada e organizada que o guie a lançar as hipóteses e elaborar novas ideias (RICARDO, 2011).

3. Desafios das aulas no ER na Escola Pública

Em meio à pandemia, no início de 2020, as instituições públicas e privadas de ensino tiveram que reorganizar suas atividades acadêmicas em todos os níveis e modalidades de ensino, suspendendo as aulas presenciais. De forma que permitiu aos estudantes e professores compartilharem o conhecimento na modalidade de Ensino Remoto Emergencial (ERE).

A necessidade de entender o uso de novas propostas metodológicas no Ensino Remoto (ER) nos fornece um ambiente de aprendizagem que impactam nas ações dos professores e estudantes no processo educacional amenizando os danos da ausência das aulas presenciais. Vale ressalta que os AVAs e OVAs são aprimorados para realizar atividades nas quais os estudantes assumam o papel proativo em sala de aula virtual.

Neste sentido, o modelo de ER enfrentou desafios nas escolas públicas devido à falta de organização curricular voltada para esse modelo de ensino, falta de formação dos professores além da falta de infraestrutura física



adequada, o foco no uso de ferramentas digitais, e a necessidade dos estudantes se adaptarem ao novo modo de ensino.

Para realizar atividades no ER, os professores devem partir da necessidade de analisar, conforme o contexto, os diferentes conhecimentos dos estudantes e às necessidades do ambiente físico e virtual. Desta forma, torna-se fundamental o uso de tais recursos como a leitura do texto, construção do mural, questionário diagnóstico e construções de esquemas mentais de assimilação que aborde a realidade. O que não aconteceu no período pandêmico, devido a forma abrupta que o ER foi empregado.

4. O Desempenho do Professor e do Estudante no ER

A mudança de paradigmas das práticas pedagógicas mediadas pela tecnologia vem crescendo em todos os setores da sociedade. Para mediar às aulas, o professor estabelece relações entre os objetivos, conteúdo a ser estudado e a metodologia aplicada, segundo os aspectos tecnológicos e sociais dos estudantes, aproximando as informações e modificando a forma com que eles aprendem a se comunicar e interagir com o meio em que estão inseridas.

Com isso, ao enfrentar desafios, o professor envolve o ensino e a aprendizagem virtual centrada na tecnologia, tendo que dominar as ferramentas digitais que media a comunicação com a informação e a construção do conhecimento de forma individual ou em grupo, potencializando a prática pedagógica.

A utilização de ferramentas tecnológicas como suporte pedagógico para da aprendizagem, promove a construção dos conhecimentos de forma significativa. Portanto, ao aplicá-las faz com que haja reorganização dos saberem desenvolvidos na construção de informação em sala de aula.

Desta forma, há necessidade de adaptação entre os modelos pedagógicos e as inovações tecnológicas, de forma que promova o diálogo e



o rompimento da prática tradicional de ensino. Neste contexto, o estudante será levado a refletir seu aprendizado de forma significativa, com isso, estabelece uma relação com o conteúdo proposto e o cotidiano que professor pretende abordar.

Consequentemente, o estudante passa a ser um sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem, valorizando o pensamento crítico e reflexivo, tal como, as transformações tecnológicas que se agregam às atividades presenciais realizadas dentro e fora da sala de aula.

Para a educação tradicional, o papel do professor é de transmitir o conhecimento e a avaliação de forma subjetiva, muitas vezes, com pouca ou nenhuma relação com o cotidiano. Tendo como resultado uma mera transmissão/assimilação de informação. No entanto, quando o educador busca utilizar ferramentas tecnológicas como suporte, pode promover habilidades que reflitam diretamente nas práticas pedagógicas, estabelecendo ligações entre conceitos, objetos e linguagem simbólica, ampliando, portanto, as possibilidades de implantação de recursos tecnológicos em sala de aula.

Assim sendo, os conteúdos de física abordados a seguir procuram contextualizar e problematizar o conceito de reflexão e refração da luz, combinando com o simulador do PhET estimulando as habilidades do professor e do estudante através de ferramentas digitais. Com isso, a construção do conhecimento acontece a partir interações com o ambiente de simulação e roteiro proposto a fim de observar o comportamento da luz em diversos meios.

5. Abordagens Experimentais no ER

A comunidade escolar teve que se adaptar ao novo processo de ensino-aprendizagem com utilização de várias ferramentas digitais, que passaram a dar suporte ao processo educacional nas aulas experimentais no período



pandêmico. Durante as aulas de física, é comum os estudantes apresentarem dificuldades em assimilar os conteúdos, contextualizar e associar os conceitos com os assuntos ministrados em sala de aula. Essas dificuldades podem estar associadas ao fato de que a física lida com vários conceitos abstratos, além de fazer com que a matemática seja uma ferramenta essencial para o desenvolvimento da física (MEDEIROS, *et al*., 2002).

Há diferença conceitual entre experiência e experimentação. A experiência está ligada ao cotidiano do ser humano, a um procedimento guiado pela intuição, sendo um fazer livre. Por outro lado, a experimentação está ligada ao homem investigador que busca organizar seus pensamentos na construção de elementos que o rodeia, é um fazer elaborado (SILVA *et al*., 2017).

Segundo Silva *et al*. (2017), os laboratórios virtuais são definidos como ambientes de desenvolvimento interativos para criar e conduzir experimentos simulados pode permitir acompanhar e controlar parâmetros, visar elaborar métodos e consistem em ferramentas digitais que permitem a interação entre o professor, estudante e experimento.

Assim, considera-se que a utilização de recursos tecnológicos em sala de aula envolva diferentes formas de propostas pedagógicas na construção do conhecimento, por exemplo, as concepções empíricas-indutivistas da Ciência, proporciona meios para acontecer a argumentação, o envolvimento das ferramentas matemáticas e as adaptações ao novo conhecimento para a vida social (CARVALHO, 2010).

6. Apresentando a atividade da intervenção

A pesquisa apresentada aborda uma metodologia de ensino voltada para o processo de aprendizagem do discente, no qual o professor atua com mediador. Esta proposta de ensino se deu durante o isolamento social, através de uma sequência de didática de atividades baseada no ensino por



investigação. Com isso, o professor propõe uma situação – problema para a turma criando condições que possibilite os estudantes a resolução, sistematização do conhecimento elaborado em grupo, e por fim, a escrita e desenho do conhecimento adquirido na atividade proposta.

O processo metodológico foi realizado em uma turma de 2.º ano de Ensino Médio em uma Escola Estadual na cidade de ASSÚ-RN, com a participação de 100 estudantes, no turno matutino, de forma remota em fevereiro de 2021. Sendo composta por 3 (três) aulas de 50 minutos. O desenvolvimento dessa atividade deu-se através da SEI, nos quais foram trabalhados no OVA, com uso de simulações.

O desenvolvimento desta atividade remota iniciou-se com um questionário diagnóstico virtual e um roteiro experimental usando o simulador PhET sobre reflexão e refração da luz. A utilização do simulador no processo de ensino e aprendizagem da Óptica se justifica pelo período de isolamento social, no qual não poderia ir ao laboratório presencialmente.

Nesta atividade, no primeiro momento, foi feito uma abordagem qualitativa cujo objetivo é a apreciação dos AVA e OVA, voltados para o ensino de física, em uma perspectiva identificar os OVAs que os estudantes tinham mais afinidade para trabalhar e, no segundo momento, foi disponibilizado o *link* para acessar plataforma do simulador PhET e um roteiro experimental com as instruções para aplicação da atividade proposta.

Iniciada a intervenção, no primeiro momento, foi disponibilizado um questionário diagnóstico no *Google form*, contendo sete perguntas objetivas e subjetivas para os estudantes identificar as relações entre o AVA e OVAs. Neste momento o discente foi apresentado há algumas ferramentas que futuramente serviriam para auxiliar a aprendizagem no ensino investigativo.

Na sequência, segundo momento, utilizou a plataforma do simulador PhET para abordar os conteúdos da Óptica Geométrica empregando a simulação interativa dos fenômenos físicos estudados. De modo que facilite



a compreensão dos estudantes e melhore a sua percepção entre a conexão da teoria com a prática.

Para o desenvolvimento da atividade no segundo momento, apresentou à turma um vídeo[1] de cinco minutos e um texto[2] acerca da reflexão e refração da luz, visando relembrar os conceitos já estudados e, para que em seguida fosse utilizado o laboratório virtual para realizar a atividade experimental. Dessa forma, destacando os pontos importantes do vídeo e texto com objetivo de sintetizar os conceitos aplicando o conteúdo na atividade investigativa seguinte.

Para o laboratório virtual, tratou-se de utilizar o website de simulação interativa do *PhET*, com as instruções do simulador que envolve uma sequência de ações, procurando investigar as diferentes soluções para a resolução do conteúdo ministrado. Com isso, os estudantes buscam apresentar as respostas de modo que pudessem estabelecer relações as leis de reflexão e refração.

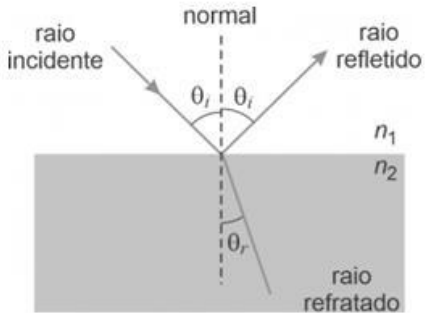
Neste trabalho, abordam-se dois tópicos da física: reflexão e refração da luz que faz parte da Óptica Geométrica. Com a apresentação dos conhecimentos físicos, procurou explorar o desvio da luz entre dois meios com diferentes índices de reflexão e refração e seguindo pela lei de Snell, tudo isso acompanhado por um roteiro experimental, que seria aplicado no simulador PhET.

A atividade no simulador PhET busca compreender os conceitos básicos e as leis da reflexão. Além de conceitos de refração como: construção da imagem no espelho plano segundo a sua natureza (real e virtual), sua orientação (direita ou invertida) e seu tamanho em relação ao objeto (maior, menor ou igual). A Figura 1 mostra a representação do fenômeno de refração

[1]https://www.youtube.com/watch?v=-GMtjKlPCOw&ab_channel=Descomplica/ Acesso em: 12 mar.2021.
[2]https://planetabiologia.com/reflexao-e-refracao-da-luz-optica-resumo/ Acesso em: 12 mar.2021.

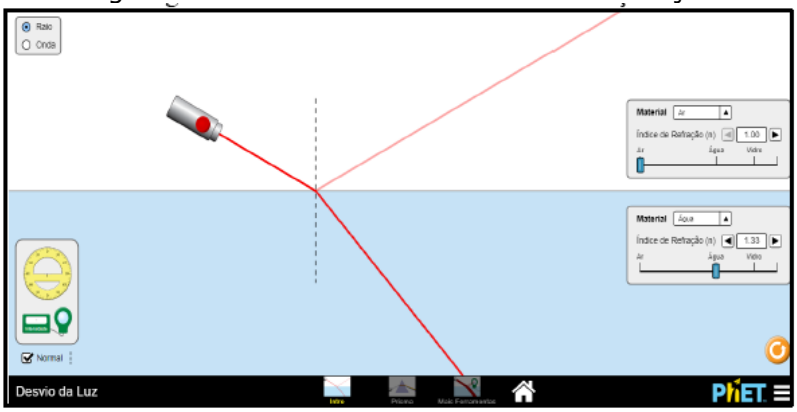
da luz de um meio 1 (n_1) para um meio 2(n_2). A vantagem do uso do PhET é que os discentes conseguem visualizar o fenômeno, que na maioria das vezes, se resume a aula teóricas pelo fato das escolas não ter um laboratório para realizações dos experimentos.

Figura 1: Superfície plana refratada.



Uma vez apresentando os conteúdos de Óptica Geométrica, iniciou a atividade investigativa no simulador. Primeiramente, a turma acessou o *site* do simulador do PHET, por meio do link: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light e, em seguida, utilizou o roteiro experimental com as instruções para a aplicação da atividade investigativa proposta. Na Figura 2, as ferramentas de controle da simulação são ilustradas com o laser que representa os raios de luz que irá refletir na superfície tracejada que se move de cima para baixo ao clicar com mouse. Os raios refletidos dependem dos materiais escolhidos no experimento. Na parte superior do lado esquerdo da tela, você encontrará uma caixa contendo raio e onda e, no centro, há um laser e uma linha tracejada.

Figura 2: Ferramenta de controle da simulação



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?sort=alpha&view=grid.Acesso em: 14 abr.2020.

Na parte superior do lado direito, você encontrará um caixa que contém material e o índice de refração. Há uma linha reta na vertical para separar os meios nos quais a luz se propaga. Na parte inferior, há caixa contendo um transferidor e um amperímetro. À esquerda, há outra caixa contendo o material e o índice de refração.

7. Discussões e Resultados da Atividade

Neste estudo, apresentam-se os resultados desta atividade em dois momentos: primeiro, a aplicação de um questionário diagnóstico virtual antes da aula, para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os recursos tecnológicos com o AVA e OVA. No segundo momento, foi aplicado um roteiro experimental que permite a interação com o ambiente virtual, usando o conteúdo proposto e simulador do PhET, e em seguida buscou investigar o processo de ensino-aprendizagem da turma através de um pós-teste.

Durante o primeiro momento, na análise das respostas do questionário diagnostico, não vimos à necessidade de investigar todas as questões, já que as questões 3 e 4 foram direcionados para avaliar o conhecimento e/ou utilização do AVA e OVA. Bem como, as questões 6 e 7 referia-se as

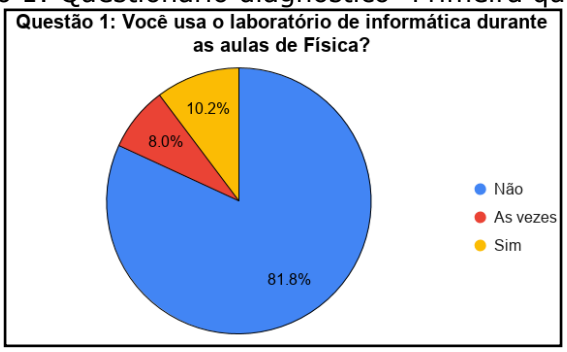


vantagens do uso do OVA. Assim, buscamos analisar as respostas, das questões 1, 2 e 5 que diz respeito à relação do AVA e OVA e atividade experimentais nas aulas de física. Portanto, as questões 3, 4, 6 e 7 apesar de não terem suas respostas expostas aqui serviram para nos direcionar sobre o conhecimento dos discentes sobre OVA e AVA, o que nos influenciou na decisão de quais ferramentas utilizar.

O questionário diagnóstico virtual foi aplicado em cem estudantes, no entanto, apenas 86 responderam. As questões 1, 2 e 5 (cinco) eram objetivas, da quais: 1) sobre o uso do laboratório de informática durante as aulas de física; 2) sondava sobre a prática de laboratório virtual nas aulas de física, e 5) a relação entre o OVA e as atividades de física.

A primeira pergunta era sobre ***"o uso do laboratório de informática durante as aulas de física"***. No Gráfico 1, observa-se que 81,8% dos discentes nunca tiveram aulas de física no laboratório de informática, e os 18,2% restante, afirmaram que já teve em algum momento. Importante salientar que o questionário foi aplicado em período de pandemia, portanto, os alunos estavam em aula remota, e a pergunta foi direcionada para o período pré-pandemia. Logo, concluímos, que antes da pandemia, a porcentagem de discentes/docentes que utilizava a tecnologia para implementar suas aulas ainda era pequena.

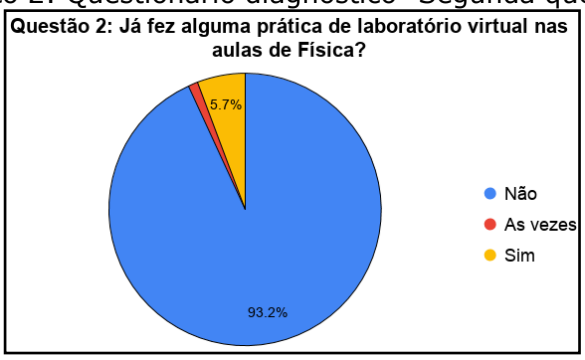
Gráfico 1: Questionário diagnóstico- Primeira questão.





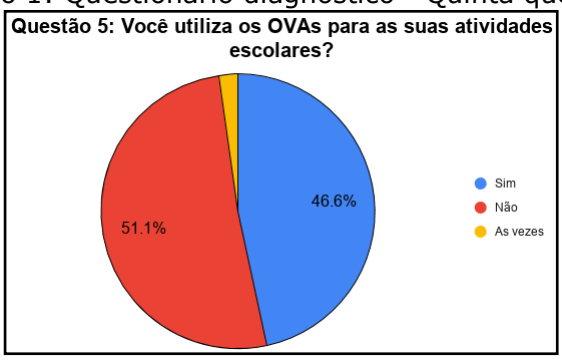
A *segunda questão* sondava sobre a "**Prática de laboratório virtual nas aulas de física"**. Percebe-se no Gráfico 2, que somente 5,7% afirmaram que em algum momento recorreram à prática de laboratório virtual, no entanto, 93,2% diz que não utilizavam laboratório virtual e apenas 1,1%, afirmam que às vezes usam. Um ponto relevante, em conversas pós-questionário, foi que mesmo no ensino remoto os alunos afirmam que os laboratórios virtuais não eram explorados. As aulas continuam sendo uma reprodução das aulas presenciais, ao invés de beneficiar-se das ferramentas tecnológicas e todos em domínio de mídias digitais (*smartphone*, *notebooks* e computadores), o que facilitaria a participação de todos, além de deixar as aulas mais interativas.

Gráfico 2: Questionário diagnóstico- Segunda questão.



Ao analisar o Gráfico 3, referente à *quinta questão*, "**a qual avaliava a relação entre o OVA e as atividades de Física",** percebe-se que 46% dos estudantes que respondem conseguem relaciona as atividades investigativas como um objeto virtual de aprendizagem, no entanto, 51,1% não conseguiam relacionar. Ou seja, eles ainda não têm claramente a definição de OVA, mesmo usando objetos virtuais nas aulas remotas no período de junho 2020 a fevereiro 2021.

Gráfico 1: Questionário diagnóstico - Quinta questão.



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2021.

Após as análises das respostas coletadas, foi possível identificar importantes pontos: a turma não realizava atividades experimentais; não teve acesso a um laboratório durante as aulas presenciais e os estudantes só acessavam o OVA para tirar dúvidas de algumas disciplinas. A partir dos resultados do questionário diagnóstico da turma teve a definição do conteúdo e as ferramentas digitais para ser trabalhada no próximo momento.

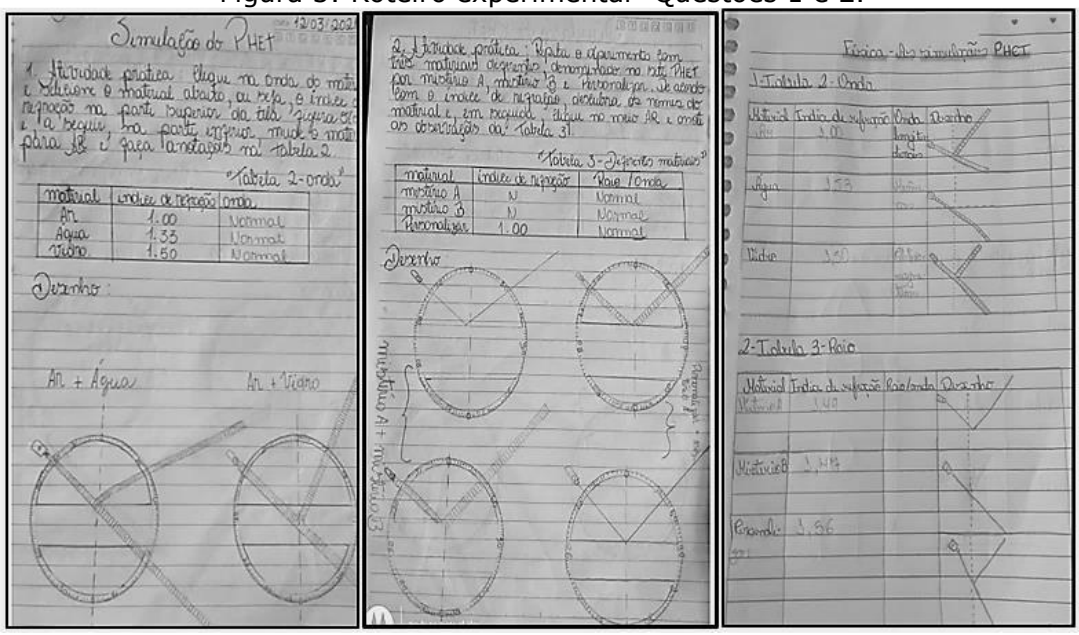
Uma vez que o conteúdo de Óptica Geométrica foi aplicado, os estudantes participam ativamente no processo de construção do conhecimento, conseguindo entender a relação à teoria e prática ao utilizar o simulador PhET. Desta forma, o simulador envolve uma sequência de ações, procurando investigar as diferentes soluções para a resolução do conteúdo ministrado.

Inicialmente foi apresentado o roteiro experimental virtual com objetivo de reproduzir alguns conceitos estudados, e em seguida foi pedido para que os estudantes desenhassem alguns fenômenos. O roteiro era composto por 5 (cinco) questões teóricas, no qual pedia para identificar os itens como: material, índice de reflexão e refração, tipo de onda, raio, meio de propagação indicado no simulador PhET.

A questão 1, tratava da mudança do índice de refração em um meio material, na questão 2, era sugerido três materiais diferentes, com índices dado numa tabela. Os estudantes deveriam identificar o índice de refração,

bem como, os diferentes meios que se propaga a luz e, em seguida, desenhar no caderno à trajetória dos raios de luz, como mostra a Figura 3

Figura 3: Roteiro experimental- Questões 1 e 2.

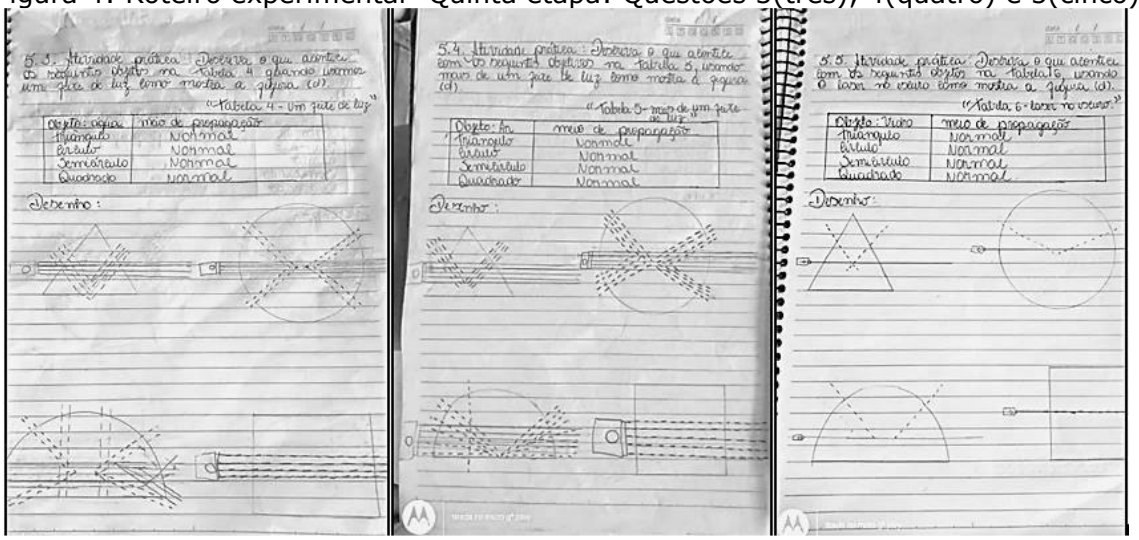


Durante a análise das questões 1 e 2, constatou que um número significativo, 26,75% (23 estudantes) cometeram algumas inadequações ao desenhar os diferentes meios de propagação dos raios de luz refletidos nos materiais escolhidos para realizar o experimento. Tal fato se deu por não saberem manusear o laser virtual, o que resultou na não medição do ângulo formado. Com isso, houve a necessidade da intervenção do professor pesquisador na orientação do princípio da propagação da luz relativa à resposta das questões seguintes.

Para 73,25% (63 estudantes) houve um resultado satisfatório, pois teve uma maior compreensão dos estudantes no entendimento do conteúdo, mostrando a importância do conceito científico através do uso do simulador nas aulas de física, despertando assim, o interesse e estimulando o estudante a participar de atividades proposta.

Nas questões 3, 4 e 5 foram avaliados os seguintes como a luz se desvia na interface entre dois meios, aplicação da lei de Snell a um raio laser que incide na interface entre dois meios e o efeito da mudança de comprimento de onda do ângulo de refração. Com isso, buscou-se nas respostas dos estudantes identificar o objeto, meio de propagação e descrição dos fenômenos físicos, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4: Roteiro experimental- Quinta etapa: Questões 3(três), 4(quatro) e 5(cinco)



Sintetizando os dados obtidos das questões 3, 4 e 5 observou-se que os resultados foram satisfatórios, pois os estudantes compreenderam o conceito proposto na atividade, de modo que a dificuldades encontradas nas questões 1 e 2 foram sanadas ao longo da intervenção do professor, fazendo que com eles conseguissem manejar e compreender o conhecimento científico envolvido com o uso do simulador. Portanto, analisando as respostas vimos que houve um aumento no percentual das respostas corretas nas questões 3, 4 e 5, quando os estudantes descrevem a mudança do comprimento da onda, a velocidade e ângulo de refração que é formado na tela, transcrito para o caderno.

Neste sentido, a apreciação de intervenção em ação pedagógica no contexto do ensino remoto, busca atender a necessidade do emprego da

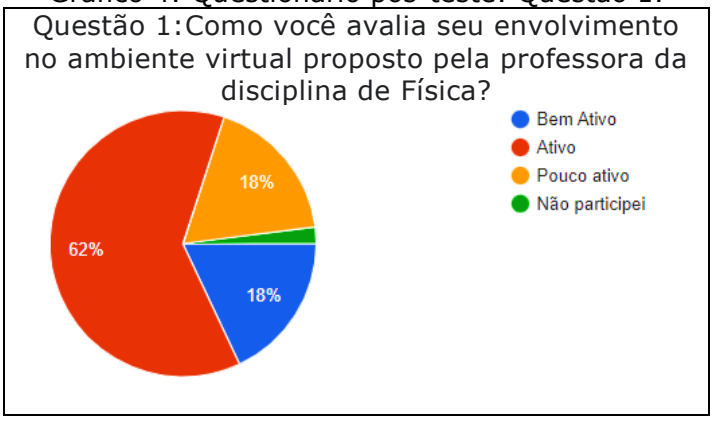


definição da teoria construtivista de Jean Piaget (1977) e as diferentes atividades investigativas propostas nas pesquisas de Carvalho (2010, 2011, 2018) para entender como o conhecimento científico é construído, enfrentando e transformando o mundo contemporâneo.

Após o termino da atividade usando o simulador foi disponibilizado um questionário, pós-teste, com 5 questões, sendo 2 objetivas e 3 subjetivas. O objetivo do pós-teste foi identificar o contentamento e ideias dos estudantes a respeito da utilização do simulador e o conteúdo de física, em especial, óptica na modalidade remota.

O gráfico 4 mostra as respostas dos estudantes para a 1ª pergunta: **"Como você avalia o seu desenvolvimento no AVA proposto pelo professor da disciplina de física. "** As opções de respostas eram: bem ativo, ativo, pouco ativo, não participei. Um número menor de estudantes respondeu o pós-teste, no total de 50 estudantes. Foi possível constar que os resultados foram satisfatórios, pois 62% dos estudantes responderam que foram "ativo" no desenvolvimento da atividade e apenas 2% não participou devido problemas com o celular.

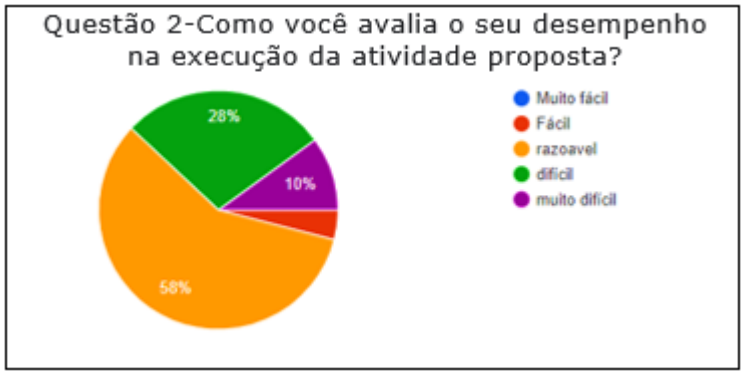
Gráfico 4: Questionário pós-teste: Questão 1.



Na questão 2, percebeu-se que desempenho na execução da atividade proposta correspondeu às expectativas, visto que os estudantes, no primeiro momento, não conheciam o simulador e não utilizava nas aulas, conduzindo

com dificuldades as primeiras atividades junto com o conteúdo de Óptica que é considerando um assunto com conceitos abstrato. Desta forma, pode-se compreender a relação entre execução do conteúdo estudado e aplicação do simulador, como mostra o Gráfico 5.

Gráfico 5: Questionário pós-teste: Questão 2.



As questões 3, 4 e 5 formam discussões teóricas sobre a diferença entre refração e reflexão da luz, a trajetória dos raios luminosos atravessando um objeto transparente na perspectiva de aplicação do simulador do PhET. Logo, identificou que os estudantes conseguiram entender o conceito proposto melhorando a interação entre da turma através da metodologia utilizada nas aulas remota.

Analisando os resultados, no geral, foi possível identificar algumas dificuldades no desempenho individual dos discentes ao utilizar o simulador, apesar do aumento da participação e da interação durante as atividades. Nesse sentido, procurou avaliar o desenvolvimento das habilidades e atitudes na construção dos conceitos físicos apresentados no roteiro experimental e no questionário de sondagem. Assim, continuou-se avaliação de caráter formativo. Através da sistematização do conhecimento com leituras de textos, discussões em grupo para elabora e selecionar hipóteses sobre o tema estudado, observamos que a aprendizagem dos conceitos físicos propostos gerou novas expectativas para os discentes.



8. Considerações Finais

Devido à catástrofe sanitária da pandemia de COVID-19 que o mundo enfrentou, é evidente que a tecnologia pode ser usada para aprimorar a metodologia de ensino de transposição didática, focado no professor como ator principal, predominante há décadas.

Diante do cenário, o professor passa a planejar sua metodologia de ensino possibilitando aos estudantes mecanismos que deem condições de superar suas dificuldades de forma que tenham êxito na construção do conhecimento mais significativo e autônomo, tornando-se, assim, o mediador do processo de ensino-aprendizagem de seus aprendizes.

Ao considerar o desenvolvimento metodológico da atividade nas práticas investigativas, destacamos o papel do estudante como centro do ensino, no qual são permitidas diferentes aplicações das ações desenvolvidas nas atividades investigativas, de modo que, a construção do conhecimento se dar de forma coletiva ou individual.

Neste trabalho, aplicou uma sequência de ensino por investigação sobre o conteúdo de Óptica Geométrica, na qual objeto de aprendizagem foi conhecer o ambiente virtual e, em seguida, buscou envolver a teoria a utilização do simulador e a experimentos virtuais com instrumento de ensino na aula de física, visando unir a teoria e prática na construção do conhecimento individual e coletivo.

Nos dois momentos desenvolvidos no trabalho, as atividades investigativas no ensino de física com a utilização do OVA e do AVA potencializaram a aprendizagem dos estudantes de forma interativa e motivadora a respeito do conteúdo. Com o isso, o planejamento do professor fundamenta-se na aplicação dos recursos digitais, incorporando-os as suas práticas pedagógicas.

Desta forma, o professor passa a planejar seu método de ensino, que os estudantes possuam mecanismos para superar as dificuldades e assim



conseguir construir conhecimentos mais significativos e autônomos, tornando-se assim um processo intermediário de ensino o aprendizado.

A avaliação diagnóstica ao estabeleceu um primeiro contato com as ferramentas digitais e com conceitos de física, sendo assim, o ponto de partida para as discussões futuras. Em seguida, com a avaliação formativa, foi feito uma reorganização da estrutura do novo conhecimento adquirido, partindo da compreensão dos fenômenos naturais com relação ao uso das tecnologias apresentada e os experimentos virtuais realizado com conteúdo proposto.

Por fim, as aulas de físicas pode se tornar mais atrativa quando há uma dinamização do ensino por parte do professor, na qual o estudante passa ser o protagonista da sua aprendizagem. Importante ressaltar que o ensino por investigação apresentado, entre outros pontos, nos quais pode ser trabalhar com leituras de textos, problemas e questões abertas, demonstrações investigativas, recursos tecnológicos e laboratório virtual de forma investigativa, integrando-os com os recursos digitais.



Referências

AUDINO, Daniel Fagundes; NASCIMENTO, Rosemy da Silva. **Objetos de aprendizagem-diálogos entre conceito e uma nova proposição aplicada à educação**. Revista Contemporânea de Educação, vol.5, n.10, jun/dez 2010.

ALVES, L. **EDUCAÇÃO REMOTA:** ENTRE A ILUSÃO E A REALIDADE. EDUCAÇÃO, vol.8(3), 2020, p. 348–365. https://doi.org/10.17564/2316-3828.2020v8n3p348-365

BACICH, Lilian; NETO, Adolfo Tanzi; TREVISANI, Fernando de Melo. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação.** Organizadores, Lilian Bacich, Adolfo Tanzi Neto,Fernando de Mello Trevisani. – Porto Alegre: Penso, 2015.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **As atividades práticas experimentais no ensino de física.** In. CARVALHO, A. M. P. et al. Ensino de Ciências. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2010. Cap. 3, p. 53-78.

_____. **Ensino e aprendizagem de Ciência: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino por investigação-(SEI).** In. LONGHINI, M. D. (org). O uno e o diverso na educação. Cap.18, p.253-264, 2011. Editora da Universidade Federal de Uberlândia.

Educa Tech – Portal sobre Educação. https://www.folhavitoria.com.br/geral/blogs/educatech/2021/07/27/as-5-principais-dificuldades-dos-professores-no-ensino-remoto/ acessado: 03/03/2022.

_____. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. RBPEC 18 (3),765-794. Dec, 2018.

_____. **O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas**. In: CARVALHO, A. M. P. (org). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. Cap. 1 p. 01-20.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. **Ensino de Física por Investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino sobre calor e temperatura.** Ensino em Revista, [s.l.], v. 22, n. 2, p.249-266, 15 dez. 2015. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlandia. http://dx.doi.org/10.14393/er-v22n2a2015-1.



MEDEIRO, Alexandre; MEDEIRO, Cleide Farias. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.24, n.2, jun. 2002.

NARDI, Roberto; CASTIBLANCO, Olga. **Didática da Física**. 2.ed. São Paulo: Escrituras Editora: Editora UMESP, 2018. Cap.3, p.44-60.

PIAGET, Jean. **O desenvolvimento do pensamento**: equi-libração das estruturas cognitivas. Lisboa: Dom Quixote, 1977.

POZO, Juan Ignácio; CRESPO, Miguel Ángel Gómes. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento cientifico. Porto Alegre: Artmed, 2009. Cap.2, p.29-45.

RICARDO, Elio Carlo**. Coleção ideias e ações: Ensino de Física**. Anna Maria Pessoa de Carvalho [et al.]. São Paulo: Cengage Learing, 2010. Cap 2, p.29-52.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A cruel pedagogia do vírus.** Coimbra: Edições Almedina, S/A, 2020.

SANTOS, Marcielio Alves dos; ARAÚJO, Jefferson Flora Santos de. **Uso das ferramentas pedagógicas e tecnológicas no contexto das aulas remotas**. Revista Educação Pública, v. 21, nº 17, 11 de maio de 2021.

SILVA, Ivanderson Pereira da; SILVA, Alberto Tarrago Marcantonio da. **O tema experimentos virtuais nos anais dos eventos brasileiro de ensino de Física(2005- 2014)**. REnCIMA, V.8, N.1, P.137-154,2017.