



O USO DO DISCO DE NEWTON COMO ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE APRENDIZAGEM DE CONCEITOS ÓPTICOS

THE USE OF NEWTON'S DISC AS AN EXPERIMENTAL ACTIVITY FOR LEARNING OPTICAL CONCEPTS

EL USO DEL DISCO DE NEWTON COMO ACTIVIDAD EXPERIMENTAL PARA EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS ÓPTICOS

Pâmella Gonçalves Barreto Troncão^{*1}, Patrícia de Sousa Brilhante¹, Eliezer Fernandes Sodré Júnior¹, Luana da Silva Soares¹, Edgar Duarte da Silva².

¹Curso de Licenciatura em Física, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, Brasil.

²Escola Estadual Girassol de Tempo Integral Deputado Federal José Alves de Assis, Araguaína, Brasil.

Artigo recebido em 12/12/2022 aprovado em 23/05/2023 publicado em 31/08/2023

RESUMO

Ensinar Física de forma didática, simples, que leve o aluno a compreender um determinado assunto e sua importância no cotidiano foi, e ainda é, um desafio para os docentes. Ainda mais em tempos de pandemia, no qual os docentes e discentes se depararam com um cenário repleto de adversidades. O presente trabalho teve como objetivo mostrar uma alternativa para ensinar conceitos físicos relacionados à óptica, de forma mais significativa, mediante o desenvolvimento de uma atividade experimental de aprendizagem, com materiais de baixo custo e com o intuito de contribuir/proporcionar uma maior compreensão e aprendizagem dos conteúdos abordados. O experimento em questão foi o Disco de Newton que, após sua execução e explicação do conteúdo, teve como estratégia de avaliação a aplicação de questionários para verificar se os alunos gostaram da metodologia utilizada e se houve indícios de aprendizagem por parte deles. Por meio do questionário pôde-se inferir que a maioria dos alunos compreenderam o conteúdo, pois responderam as questões com exatidão, usando argumentos e conceitos físicos corretamente. Estes resultados mostram que a atividade foi bem aceita pelos estudantes, os quais demonstraram muito interesse e participação, e fornecem indícios que houve entendimento sobre os conceitos ópticos abordados no experimento.

Palavras-chave: Ensino de Física; Experimentação; Disco de Newton, Óptica.

ABSTRACT

Teaching Physics in a didactic, simple way that leads the student to understand a certain subject and its importance in everyday life was, and still is, a challenge for teachers. Even more so in times of a pandemic, in which decent people and students are faced with a scenario full of adversity. The present work aimed to show an alternative to teach physical concepts related to optics, in a more meaningful way, through the development of an experimental learning activity, with low cost materials and with the intention of contributing/providing a greater



understanding and learning of the contents addressed. The experiment in question was the Newton Disk which, after its execution and explanation of the content, had as an evaluation strategy the application of questionnaires to verify whether the students liked the methodology used and whether there were signs of learning on their part. Through the questionnaire, it was possible to infer that most students understood the content, as they answered the questions accurately, using arguments and physical concepts correctly. These results show that the activity was well accepted by the students, who showed great interest and participation, and provide evidence that there was understanding of the optical concepts addressed in the experiment.

Keywords: *Teaching Physics; Experimentation; Newton's disc; Optics.*

RESUMEN

Enseñar Física de una manera didáctica, sencilla, que lleve al estudiante a comprender un determinado tema y su importancia en la vida cotidiana fue, y sigue siendo, un desafío para los docentes. Más aún en tiempos de pandemia, en los que la gente decente y los estudiantes se enfrentan a un escenario lleno de adversidades. El presente trabajo tuvo como objetivo mostrar una alternativa para enseñar conceptos físicos relacionados con la óptica, de manera más significativa, a través del desarrollo de una actividad de aprendizaje experimental, con materiales de bajo costo y con la intención de contribuir/brindar una mayor comprensión y aprendizaje de los contenidos abordados. El experimento en cuestión fue el Disco de Newton que, luego de su ejecución y explicación del contenido, tuvo como estrategia de evaluación la aplicación de cuestionarios para verificar si a los estudiantes les gustaba la metodología utilizada y si había señales de aprendizaje por su parte. A través del cuestionario se pudo inferir que la mayoría de los estudiantes entendieron el contenido, ya que respondieron las preguntas con precisión, utilizando correctamente los argumentos y los conceptos físicos. Estos resultados muestran que la actividad fue bien aceptada por los estudiantes, quienes mostraron gran interés y participación, y evidencian que hubo comprensión de los conceptos ópticos abordados en el experimento.

Descriptores: *Enseñanza de la Física; Experimentación; Disco de Newton; Óptica.*

INTRODUÇÃO

No decorrer da história da educação no Brasil, o ensino de Física apresenta-se, geralmente, desprovido de significado em seus conceitos, leis e fórmulas para os alunos, desarticulado do contexto e distantes da vida deles.

Em decorrência disso, surge um questionamento: Como uma disciplina fundamental como a Física se torna desmotivante para o aluno? Bonadiman (2007, p. 3) também questiona: “o fato de a Física tratar das coisas e dos fenômenos da natureza, da tecnologia e de situações da vivência do aluno não



deveria ser motivo suficiente para despertar o interesse do estudante para seu estudo?”. O autor cita algumas possibilidades para isso:

As causas que costumam ser apontadas para explicar as dificuldades na aprendizagem da Física são múltiplas e as mais variadas. Destacamos a pouca valorização do profissional do ensino, as precárias condições de trabalho do professor, a qualidade dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, a ênfase excessiva na Física clássica e o quase total esquecimento da Física moderna, o enfoque demasiado na chamada Física Matemática em detrimento de uma Física mais conceitual, o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas, a fragmentação dos conteúdos e a forma linear como são desenvolvidos em sala de aula, sem a necessária abertura para as questões interdisciplinares, a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno, a própria visão da ciência, e da Física em particular, geralmente entendida e repassada para o aluno como um produto acabado (BONADIMAN, 2007, p. 3).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o objetivo do ensino de ciências naturais para alunos da educação básica é para que estes “desenvolvam competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica”. É chamar a atenção dos estudantes sobre o que acontece à sua volta, a olharem para a natureza como um sistema conectado e dinâmico, do qual eles fazem parte (BRASIL, 2002).

Na modelagem do ensino atual, nota-se grande dificuldade para se desenvolver uma prática educativa autônoma para o aluno. Neste sentido, a didática e o planejamento do professor, juntamente com o uso de metodologias participativas, são essenciais para que a maioria dos estudantes possam compreender as explicações dos conteúdos ensinados.

Freire (2002, p. 27) afirma que “saber o que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” e que o professor deve ser “[...] um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, às suas inibições, um ser crítico e inquiridor [...]”.

A construção do conhecimento científico em sala de aula não é uma atividade que pode ser alcançada de forma mecânica e engessada. O professor deve ter o domínio do conteúdo, saber ensiná-lo de forma que ligue o ensino à realidade do aluno e ao seu contexto social, e participar conscientemente e com eficácia das ações de organização escolar.

A organização do professor precisa estar sempre presente, de modo que busque a solução de problemas, trazendo contextos significativos ao aprendizado. De acordo com Bachelard:



Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro sentido científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído (BACHELARD, 1996 apud VILLATORRE et al, 2009, p. 30).

O uso de atividades experimentais possibilita diferentes abordagens. Dependendo da finalidade para as quais são usadas, elas podem ser realizadas com o objetivo de demonstrar situações, fenômenos, princípios ou conceitos com o intuito de promover a investigação e soluções de situações-problemas. Elas possibilitam abrir discussões que estimulem a participação dos alunos, considerando seus conhecimentos prévios e problematizando, no processo de execução, as questões e levantamento de hipóteses sobre suas observações.

A atividade investigativa tem seu foco na ação do estudante, quando ele procura uma forma de solucionar um problema proposto, vai em busca de conhecimentos necessários para aquilo que lhe é apresentado, através de: simuladores computacionais, documentários, filmes e entre outros. No entanto, os professores devem ter o cuidado de orientar seus estudantes na forma com que os utilizam, levando em conta a confiabilidade das informações, uma vez que alguns canais distorcem a informação científica atrapalhando o desenvolvimento do estudante, sendo necessário o uso de fontes confiáveis que ajudam a progredir no processo de aprendizagem e na formação do conhecimento (BRASIL, 2018, p. 13-14).

Uma questão fundamental no processo de ensino-aprendizagem é a abordagem utilizada pelo professor. Para que haja uma melhor oportunidade de obtenção de conhecimento, ele deve ensinar o aluno, em primeiro lugar, a perguntar, buscando instigar suas inquietações e curiosidades.

Com o advento da pandemia da Covid-19 no mundo, foi inevitável o fechamento provisório das escolas, o que ocasionou grande impacto na educação trazendo a necessidade de se repensar as práticas pedagógicas. As instituições de educação (níveis: Básico ou Superior) adotaram novos tipos de ensino, dentre eles o Ensino Remoto Emergencial (ERE), como define Hodges et al (2020):

[...] uma mudança temporária da entrega instrucional para um modo de entrega alternativo devido a circunstâncias de crise. Envolve o uso de soluções de ensino totalmente remotas para instrução ou educação que, de outra forma, seriam ministradas presencialmente ou como cursos mistos ou híbridos e que retornarão a esse formato assim que a crise ou emergência diminuir.

Os autores ainda afirmam que o objetivo principal do ERE é fornecer acesso e suporte instrucional temporário de uma maneira rápida e confiável, disponível durante uma emergência ou crise (HODGES et al, 2020).



Em relação a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a respeito dos processos e práticas de investigação, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento normativo que delibera sobre o conjunto de aprendizagens essenciais que devem ser desenvolvidas pelos estudantes ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, enuncia que:

[...] a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BRASIL, 2018, p. 550).

Com base nisso, optou-se pela execução de um experimento como forma de aguçar a curiosidade dos alunos, promovendo o “protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido” (BRASIL, 2018, p. 551).

Neste projeto, optou-se por trabalhar em turmas de 3º série do Ensino Médio, de uma escola da região norte do Tocantins, conteúdos de Física Óptica dentro do tópico “Luz e Cor”. Os subtemas abordados foram: Fontes de luz; Luz policromática e monocromática; Luz Branca; Refração e Espectro visível. O experimento selecionado foi o “Disco de Newton”, em razão de sua simplicidade e adequação ao tópico estudado, a ser trabalhado na forma de ensino híbrido. Tudo isso com o propósito de suprir possíveis lacunas de aprendizagem conceituais em razão do ensino não presencial ocorrido de forma remota durante o período pandêmico da Covid-19.

MATERIAIS E MÉTODOS

Como a existência dos arco-íris era um grande mistério, desde os tempos antigos. Durante muito tempo ninguém sabia como ou porque eles surgiam. Outrossim, era o feixe multicolorido que saía de dentro dos prismas. Muitos acreditavam se tratar de ações de espectros – seres fantásticos, parecidos com fantasmas.

René Descartes, grande filósofo, físico e matemático francês, foi o primeiro a tentar explicar este fenômeno. No ano de 1637, ele publicou um relato de seus experimentos sobre o arco-íris em seu livro “Discurso sobre o Método” (CEARÁ, s/d).



Descartes observou que um arco-íris pode ser produzido até por jatos de água em um jardim. Diante disso, aduziu que o arco-íris se deve à forma como a luz do Sol é desviada por gotas de água. Ele realizou uma experiência ao incidir raios de luz solar através de um globo de vidro cheio de água. Assim, conseguiu determinar os ângulos que os raios emergiam em relação ao olho do observador. Entretanto, seu experimento não foi capaz de explicar as cores presentes (CEARÁ, s/d).

Anos mais tarde, o físico inglês Isaac Newton possibilitou a explicação da estrutura das cores por meio de seu experimento com um prisma, em que demonstrou que a luz branca era composta por todas as pigmentações do arco-íris. Neste experimento, Newton fez uso de um prisma de vidro para decompor a luz branca no espectro completo de cores e, com a ajuda de outro prisma, foi possível recombinar o feixe de luz em luz branca. Deste modo, descobriu que a luz vermelha é menos refratada do que a azul, o que levou ao total esclarecimento do efeito óptico do arco-íris (BAUER et al 2013, p. 32; DIAS, 2020).

Devido a crença de que o arco-íris era obra de espectros, denominou-se espectro as várias faixas de ondas eletromagnéticas, sendo o espectro visível uma pequena parte do espectro eletromagnético com segmento de cores perceptível aos olhos e que compõem a luz branca. Assim como é possível decompor a luz branca por meio de um prisma, sabe-se que o efeito contrário também é possível e para isso se pode utilizar o “Disco de Newton”. E este último experimento foi o escolhido para ser reproduzido e desenvolvido nas turmas de 3ª série do Ensino Médio em razão de sua simplicidade na construção, uma vez que há facilidade na obtenção dos materiais necessários para confeccioná-lo e, também, na realização do experimento.

Notou-se que os alunos possuíam pouco contato com a experimentação porque vieram da 1ª e 2ª séries do Ensino Médio realizadas de maneira remota ou híbrida, o que ocasionou pouco contato prático com a Física e, conseqüentemente, um provável déficit na aprendizagem. Por isso, na retomada das atividades presenciais, optou-se por aplicar um projeto denominado “Aprendizagem mão na massa”, com o objetivo de fazer com que os alunos tivessem oportunidade de adquirir conhecimento por meio da experimentação prática, participando ativamente do processo de aprendizado, construindo assim, seu próprio aprendizado e focando no aprender a aprender, em vez de serem meros ouvintes.

Neste formato, as aulas são dialogadas e dinâmicas e o professor deve ser o mediador entre o conhecimento e os alunos, os quais são protagonistas do seu próprio aprendizado (BRASIL, 2018).

O projeto foi desenvolvido para ser trabalhado em três etapas no modo de ensino híbrido, com (dois encontros em sala de aula e um encontro remoto), divididos da seguinte forma:

Encontro 1:

O primeiro encontro ocorreu presencialmente. Nele foi realizado a problematização sobre o tema, através das seguintes perguntas feitas aos alunos:

DOI http://dx.doi.org/10.20873/RP2023_8

Revista Desafios – Dossiê Especial: RP 2023



“Qual a primeira coisa que pensam quando ouvem a palavra “Cor”?”

“Vocês saberiam dizer de onde vêm as cores do arco-íris?”

“De onde vem a cor dos objetos ao nosso redor?”

Apresentando também imagens por meio de figuras impressas durante a realização dos questionamentos, a fim ilustrar e chamar a atenção dos alunos, fazendo com que eles refletissem sobre tal fenômeno de seu cotidiano, o arco-íris.

Durante a introdução do conteúdo, foi utilizado um questionário (Questionário 1), que foi respondido pelos alunos, como ferramenta para averiguação do conhecimento prévio destes a respeito dos assuntos abordados, anteriormente e estudados por eles durante a 2ª série do Ensino Médio. Esse instrumento serviu para mostrar o que eles realmente absorveram do conteúdo estudado de forma remota.

Ao final do primeiro encontro, os alunos receberam o roteiro do experimento. Neste momento, foi realizada a leitura conjunta dele, explicando o passo a passo e sanando as possíveis dúvidas a respeito da construção do experimento “Disco de Newton”.

A atividade foi realizada de forma individual e cada aluno fez o seu próprio trabalho com o auxílio do professor, o qual fez registros de fotos e vídeos durante a execução do experimento.

Encontro 2:

O segundo encontro também foi realizado de forma presencial. Nele ocorreu uma roda de conversa com os alunos, visando manter uma aula dialogada. O preceptor da escola campo mediou os questionamentos dos estudantes com relação aos desafios encontrados por eles durante sua experimentação, envolvendo os conhecimentos físicos e direcionando a experiência vivida com as respectivas dificuldades encontradas por eles na realização do experimento.

Logo após a roda de conversa, exibiu-se um pequeno vídeo intitulado “Disco de Newton, Laboratório de ensino de Física”, disponível no *YouTube* (NASCIMENTO, 2014) e que mostra com clareza o fenômeno da composição da luz branca.

Encontro 3:

O terceiro encontro ocorreu de forma assíncrona. Nele foi aplicado o segundo questionário (Questionário 2), utilizando a ferramenta *Google Forms* com o intuito de avaliar o nível de interesse, se houve aceitação da metodologia adotada e, também, os indícios de aprendizagem dos alunos a partir da experiência prática vivenciada. Optou-se por essa ferramenta Google pela facilidade de tabulação e análise dos dados em formas de gráficos e tabelas, utilizadas nas análises de resultados e discussões.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a aplicação deste projeto, foi permitido a entrada dos estudantes nas escolas, obedecidos os protocolos de segurança para a Covid-19. Os alunos puderam trabalhar em equipes e interagir na troca de conhecimentos e experiências, conforme se pode observar nas Figuras 1 e 2.

Na aplicação do Questionário 1, percebeu-se que os alunos não trabalharam com experimentos durante o período pandêmico. Foi relatado também que não houve assimilação significativa dos conteúdos estudados, não sabendo conceituar uma fonte de luz ou mesmo os fenômenos de refração.

A aplicação do Questionário 2 foi realizado após a execução do experimento. Ao todo, 33 alunos responderam o formulário.

Figura 1. Alunos confeccionando o disco de Newton.



Fonte: Elaboração dos próprios autores.

Figura 2. Aluno executando o experimento.



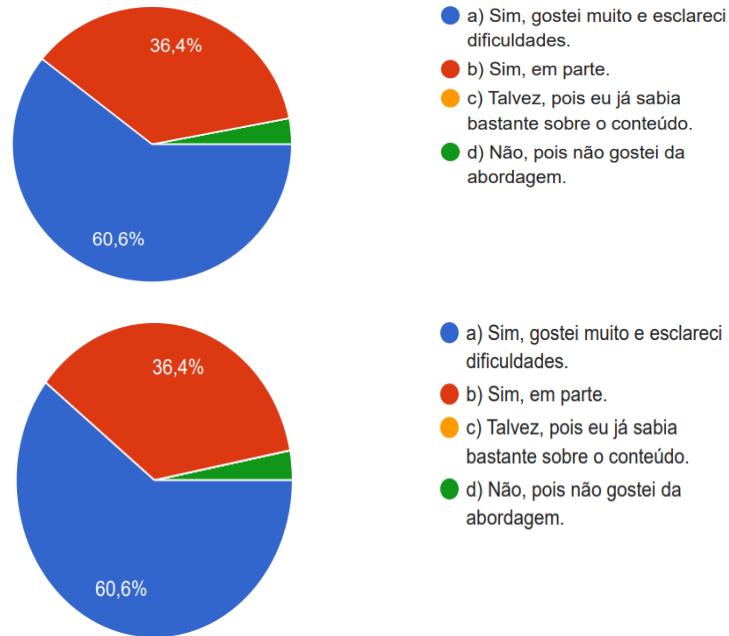
Fonte: Elaboração dos próprios autores.

A aplicação do Questionário 2 foi realizado após a execução do experimento. Ao todo, 33 alunos responderam o formulário.

Na primeira questão, ao perguntá-los sobre a forma de abordagem do conteúdo, 60,6 % responderam que foi satisfatória, gostaram muito e suas dúvidas foram esclarecidas. 36,4% dos alunos gostaram em partes e apenas 3% disseram não gostar da abordagem utilizada (ver Gráfico 1).



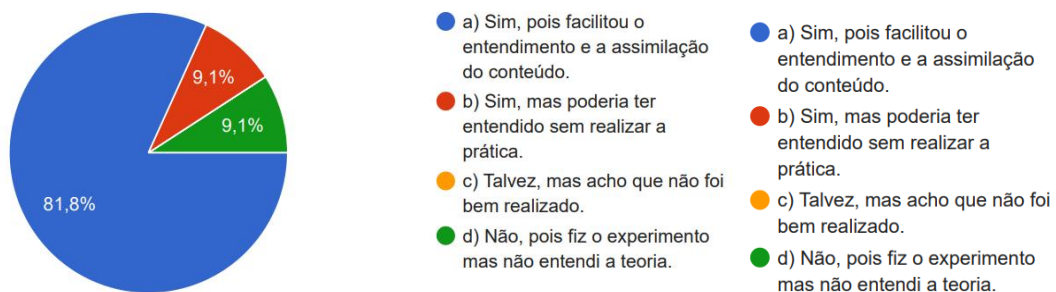
Gráfico 1. Resultados da questão 1: “Analisando seus conhecimentos anteriores à aplicação do projeto, você diria que o conteúdo foi abordado de forma satisfatória?”.



Fonte: Elaboração dos próprios autores.

Ao indagá-los sobre a união entre a teoria e a prática experimental, e sua influência em seu aprendizado, obteve-se o resultado expresso pelo Gráfico 2:

Gráfico 2. Resultados da questão 2: “Você diria que o fato de ter aliado a teoria e a prática experimental influenciou no seu aprendizado?”.



Fonte: Elaboração dos próprios autores.



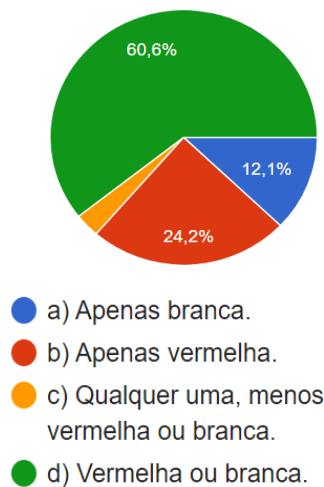
Ao observar a Gráfico 2, nota-se que a grande maioria dos estudantes (81,8%) afirmaram que a união entre a teoria e a prática facilitou o entendimento do conteúdo. O restante dos alunos se dividiu igualmente entre os que acham que poderiam ter entendido sem realizar o experimento e os que, mesmo após executá-lo, não compreenderam a teoria. Foi possível perceber que um grupo pequeno não precisaria do experimento para entender os conceitos debatidos em aula e isto significa que em uma aula tradicional somente estes poucos alunos teriam aprendido tal conteúdo. Também é possível perceber que outro pequeno grupo de alunos que tiveram maior dificuldade, pois nem com a realização do experimento compreenderam de forma significativa os conceitos estudados. Este último só demonstra o quanto se faz necessário o uso de diferentes metodologias de ensino em aula com o intuito de oportunizar o aprendizado para o maior número possível de alunos. Oito questões relacionadas ao tema estudado (luz e cor) também foram elaboradas para analisar a aprendizagem dos alunos.

Na questão três (TOAZA, 2020) foi realizada a seguinte pergunta: *Um objeto é iluminado com luz branca, dentro de uma vitrine, cujo vidro é um filtro de luz que só deixa passar a luz de cor vermelha. Para que esse objeto seja visível através da vitrine, sua cor pode ser:*

a) Apenas branca. b) Apenas vermelha. c) Qualquer uma, menos vermelha ou branca. d) Vermelha ou branca.

O Gráfico 3 mostra que 60,6% dos estudantes acertaram a questão (alternativa **d**), 12,1% marcaram a alternativa **a**, 24,2% optaram pela alternativa **b** e apenas 3,1% escolheram a alternativa **c**. Observou-se que ainda há dúvidas em conceituar a teoria e aplicá-la a prática do dia a dia (39,4 % de erro).

Gráfico 3. Resultados da questão 3.



Fonte: (TOAZA, 2020).



Na quarta questão (UEL-PR, 2009) foi solicitado que analisassem algumas afirmações relacionadas ao espectro eletromagnético, são elas:

I – A cor é uma característica somente da luz absorvida pelos objetos;

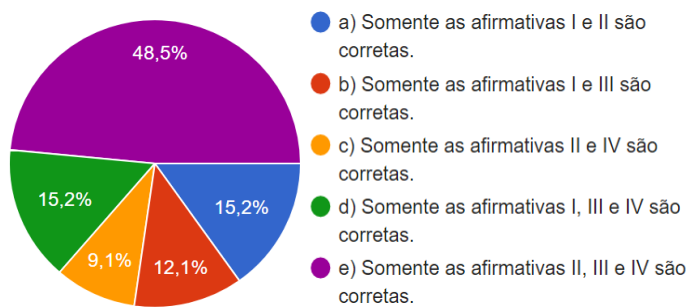
II – Um corpo negro ideal absorve toda a luz incidente, não refletindo nenhuma onda eletromagnética;

III – A frequência de uma determinada cor (radiação eletromagnética) é sempre a mesma;

IV – A luz ultravioleta tem energia maior do que a luz infravermelha.

E que escolhessem a alternativa correta, que neste caso é a letra **e** (ver legenda do Gráfico 4).

Gráfico 4. Resultados da questão 4.



Fonte: (UEL-PR, 2009).

É perceptível que os alunos ficaram com dúvidas nesta questão, pois as respostas foram variadas: 15,2% assinalaram a alternativa **a**, 12,1% a alternativa **b**, 9,1% a alternativa **c**, 15,2% a alternativa **d** e 48,5%, menos da metade, marcou corretamente a alternativa **e**. Nesse caso, entendemos a necessidade de uma nova abordagem para o esclarecimento das dúvidas destes alunos.

As questões cinco e seis foram discursivas, ambientadas em uma charge do Cebolinha (BENFICA, 2011) e na situação de um técnico de iluminação, respectivamente. Tais questões abordaram a dinâmica da mistura de cores para obtenção de padrões e cores diferentes. Foram obtidas respostas variadas e, em sua maioria, corretas. Neste caso, houve a aplicação dos conceitos adquiridos na prática do dia a dia e dos estudados em sala.

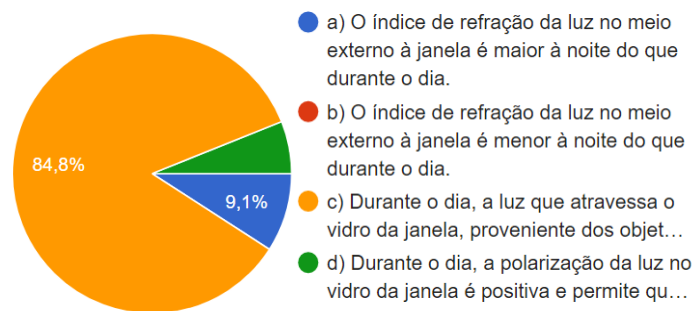
Na questão sete (UFSCAR-SP, 2008) foi abordado uma situação-problema envolvendo iluminação e reflexão.

“Durante o dia, uma pessoa dentro de casa olha através do vidro de uma janela e enxerga o que está do lado de fora. À noite, a pessoa olha através da mesma janela e enxerga sua imagem refletida pelo



vidro, não enxergando o que está do lado de fora. Assinale a alternativa que melhor explica a situação descrita” (Ver Gráfico 5).

Gráfico 5. Resultados da questão 7.



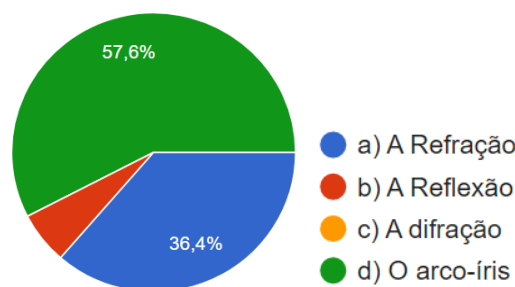
Fonte: (UFSCAR-SP, 2008).

O resultado mostrado no Gráfico 5 foi satisfatório, com 84,6% de acertos em uma questão relativa à realidade do aluno. Percebe-se que quando são propostas reflexões sobre situações que envolvam o cotidiano do aluno, eles conseguem fazer a associação correta entre a teoria e a prática relacionados à Física, sendo capazes de argumentar e deduzir hipóteses e soluções.

Em uma situação hipotética apresentada na questão oito (FUVEST-SP, 1992), os alunos foram instigados a pensarem na luz que recebem do Sol, na dinâmica que envolve o planeta Terra.

“Suponha que exista um outro universo no qual há um planeta parecido com o nosso, com a diferença de que a luz visível que o ilumina é monocromática. Um fenômeno óptico causado por essa luz, que não seria observado neste planeta seria...”.

Gráfico 6. Respostas da questão 8.



Fonte: (FUVEST-SP,1992).

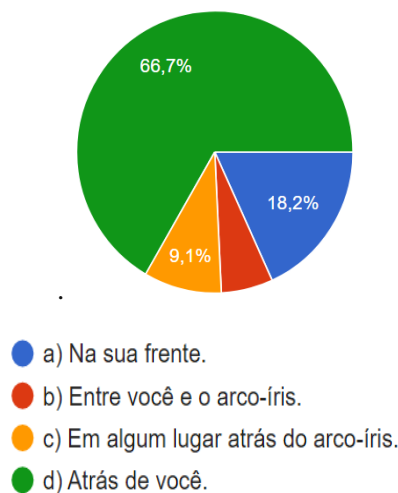


No Gráfico 6 observa-se que a maior parte dos alunos (57,6%) foram capazes de argumentar corretamente a situação descrita na pergunta. Porém, alguns conceitos ainda devem ser explorados e debatidos, tendo em vista as dificuldades do ensino durante o período pandêmico.

Na questão nove (UFJF, 2006) os conceitos de refração e reflexão foram reforçados, instigando o aluno a pensar na posição que lhe permita visualizar no fenômeno arco-íris.

“O arco-íris é causado pela dispersão da luz do Sol que sofre refração e reflexão pelas gotas de chuva (aproximadamente esféricas). Quando você vê um arco-íris, o Sol está...” (ver Gráfico 7).

Gráfico 7. Resultados da questão 9



Fonte: (UFJF, 2006).

O Gráfico 7 mostra que os alunos, aproximadamente 67%, aplicaram corretamente os argumentos e conceitos da reflexão e refração na resolução da questão.

De uma forma geral, a aplicação do experimento aliado aos debates em sala, trouxeram uma melhor compreensão dos conceitos físicos envolvidos no dia a dia dos alunos sobre o tema trabalhado.

Por fim, um espaço para que os estudantes expressassem suas sugestões, de forma não obrigatória, foi deixado na questão 10. Em geral, os alunos não costumam responder esse tipo de questionamento, mas surpreendentemente eles deixaram alguns comentários interessantes, tais como: “Conteúdo bom de ser aprendido, pretendo buscar e aprimorar mais conhecimentos”; “Melhores explicações em sala de aula, com correção de atividades ainda em sala pra facilitar o entendimento dos alunos”; “Dar(dada) uma explicada rápida nas questões que os alunos mais erraram”; e “Aula prática ajuda bastante o aluno a entender”.

Estes comentários mostram que o houve interesse dos alunos em aprender a Física e a relacioná-la com o cotidiano. Ainda assim, percebe-se que os estudantes preferem a resolução de exercícios em



sala e que o professor dê destaque às questões com erros recorrentes. Entende-se que a atividade experimental realizada ajudou os alunos a compreenderem melhor o conteúdo abordado.

CONCLUSÃO

O ERE trouxe consigo uma grande mudança na área da educação, despertou a necessidade de ressignificar as práticas educativas; e de utilizar as tecnologias da informação e comunicação (TICs) não somente como uma forma de suprir o ensino presencial, mas como um recurso adicional que se faz necessário nos dias de hoje e que, por muito tempo, foi deixado de lado.

Contudo, ainda existem barreiras relacionadas a este tipo de ensino, em especial na parte experimental do ensino de Física. Devido ao uso frequente de simulações computacionais neste período pandêmico, os experimentos deixaram de ser algo atrativo e se tornaram um tanto quanto maçantes para os alunos, pois apesar de ser uma alternativa para suprir o ensino presencial, ainda falta aos alunos a vivência de pôr a “mão na massa”.

A problematização tem papel fundamental pois quando bem elaborada e aplicada, aguça a curiosidade do aluno e faz com que ele tenha mais interesse em buscar respostas. Propor primeiro a observação ou prática de um experimento sem apresentar ao aluno a solução é uma opção mais instigante do que expor uma solução pronta, a qual o aluno não teve participação concreta no decorrer do processo.

Promover a curiosidade sobre um fenômeno, por meio da observação e experimentação, faz com que o aluno questione, pense de forma crítica e se torne protagonista do seu aprendizado, trazendo uma mudança no modo de pensar, dando-lhe autonomia.

Diante dos resultados obtidos com aplicação deste projeto de intervenção, constatou-se que houve indícios de que os discentes tiveram aprendizagem efetiva e que ela pode ter sido significativa para a maioria dos alunos. Mostrou também que os alunos se empenharam e participaram ativamente durante todo o processo, demonstrando interesse em adquirir conhecimento sobre o conteúdo abordado e raciocínio crítico ao responderem corretamente perguntas de Física relacionadas com alguns eventos cotidianos.

Percebe-se que um número reduzido de alunos que não souberam responder acertadamente os questionamentos e isso talvez tenha ocorrido por falta de atenção durante a explicação do assunto e/ou por dificuldades de compreensão dos enunciados e/ou dos conteúdos, ou por fatores externos como por exemplo o estado emocional em que se encontravam no dia (fato que também influencia na aprendizagem).



No entanto, pode-se considerar os resultados satisfatórios, já que a grande maioria acertou as questões de múltipla escolha e, nas questões discursivas, souberam justificar razoavelmente suas respostas com base nos conceitos físicos estudados.

AGRADECIMENTO

Agradecemos à UFT/Física pelo apoio acadêmico, à Capes pelo apoio financeiro e à Escola Campo pelo apoio logístico na realização das atividades da Residência Pedagógica.

121

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

BAUER W.; WESTFALL G. D.; DIAS H. **Física para universitários: Óptica e Física Moderna**. Porto Alegre/RS: Editora AMGH, 2013.

BEMFICA, Andrios. Um mundo de Luz e Cores diante dos nossos olhos. Blog Professor Andrios, 2011. Disponível em: <http://professorandrios.blogspot.com/2011/09/um-mundo-de-luz-e-cores-diante-dos.html> Acesso em: 16 de jan. 2022.

BONADIMAN, Hélio; NONENMACHER; Sandra E. B. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. Departamento de Física, Estatística e Matemática (UNIJUÍ), Ijuí/RS, 2007.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12907:legislacoes&catid=70:legislacoes Acesso em: 12 jan. 2022.

BRASIL. **BNCC: Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Brasília/DF: MEC/SEB, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf Acesso em: 12 jan. 2022.

BRASIL. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília/DF: MEC/SEF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 11 jan. 2022.

BRASIL. **PNLD 2018: apresentação – guia de livros didáticos – ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, 2017.



CEARÁ. Universidade Federal do Ceará. Seara da Ciência. Descrevendo o Arco-Íris: Um acerto e um engano do grande Isaac Newton, [s.d.]. Disponível em: <https://seara.ufc.br/pt/secoes-especiais-de-ciencia-e-tecnologia/secoes-especiais-%20fisica/descrevendo-o-arco-iris/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

DIAS, Fabiana. Arco-íris. Educa Mais Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/arco-iris>. Acesso em: 19 jan. 2022.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

Fundação Universitária para o Vestibular (FUVEST). Suponha que exista um outro universo no qual há um planeta parecido com o nosso, com a diferença que a luz visível que o ilumina é monocromática. Um fenômeno óptico causado por essa luz, que não seria observado nesse planeta seria: In: **Prova de Física - Vestibular FUVEST 1992**. São Paulo: FUVEST, 1992, Questão 3.

HODGES, C. B.; MOORE, S.; LOCKEE, B. B.; TRUST, T.; BOND, A. B. The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. In: **EDUCAUSE**. Publicado em: 27 mar. 2020. Disponível em: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>. Acesso em: 12 jan. 2022.

NASCIMENTO, João. Disco de Newton Laboratório de ensino de Física. *YouTube*, 22 abr. 2014. Disponível em: <https://youtu.be/Ala7813u3Zg>. Acesso em: 12 jan. 2022.

TOAZA, Eduardo. Fundamentos da Óptica Geométrica. Questões dos vestibulares, 2020. Disponível em: <https://www.questoesdosvestibulares.com.br/2020/02/fundamentos-da-optica-geometrica.html>. Acesso em: 16 jan. 2022.

Universidade Estadual de Londrina (UEL). A faixa de radiação eletromagnética perceptível dos seres humanos está compreendida entre o intervalo de 400 a 700 nm. Considere as afirmativas a seguir. In: Prova de Física - Vestibular UEL 2009. Londrina: UEL, 2009, Questão 25.

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O arco-íris é causado pela dispersão da luz do Sol que sofre refração e reflexão pelas gotas de chuva (aproximadamente esféricas). Quando você vê um arco-íris, o Sol está: In: Prova de Física - Vestibular UFJF-MG 2006. Juiz de Fora: UFJF, 2006, Questão 28.

Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Durante o dia, uma pessoa dentro de casa olha através do vidro de uma janela e enxerga o que está do lado de fora. À noite, a pessoa olha através da mesma janela e enxerga sua imagem refletida pelo vidro, não enxergando o que está do lado de fora. Assinale a alternativa que melhor explica a situação descrita. In: Prova de Física - Vestibular UFSCAR 2008. São Carlos: UFSCAR, 2008, Questão 7.

VILLATORRE, Aparecida M. et al. **Didática e avaliação em Física**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.