



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE BRAGANÇA  
INSTITUTO DE ESTUDOS COSTEIROS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS NATURAIS

ÁDILA LARISSA COSTA SANTOS

**O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA  
PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS**

BRAGANÇA – PA  
2023

ÁDILA LARISSA COSTA SANTOS

**O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA  
PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Faculdade de Ciências Naturais do *Campus* Universitário de Bragança da Universidade Federal do Pará (UFPA) como requisito para obtenção do título de Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Naturais.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Alessandra Nascimento Braga  
**Coorientadora:** Prof.<sup>a</sup> MSc. Aline Nascimento Braga

ÁDILA LARISSA COSTA SANTOS

**O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Faculdade de Ciências Naturais do *Campus* Universitário de Bragança da Universidade Federal do Pará (UFPA) como requisito para obtenção do título de Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Naturais.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Alessandra Nascimento Braga

**Coorientadora:** Prof.<sup>a</sup> MSc. Aline Nascimento Braga

Data de aprovação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Alessandra Nascimento Braga (Orientadora – UFPA)

---

Prof.<sup>a</sup> MSc. Aline Nascimento Braga (Coorientadora – PPGECEM – IEMCI – UFPA)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Shirsley Joany dos Santos Silva (Examinador 1 – UFPA)

---

Prof. Dr. Jeferson Danilo Lima Silva (Examinador 2 – UFPA)

Dedico este trabalho a minha mãe que sempre me apoiou e me deu todo suporte necessário na realização deste trabalho, e à minha orientadora e coorientadora por toda presteza e conhecimento a mim repassado em cada etapa da pesquisa.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por me dar forças, sabedoria e coragem para percorrer o caminho e com muito esforço superar todos os obstáculos e por me abençoar todos os dias.

Aos meus pais Marlene Costa e Carlos Santos, por todo apoio, compreensão e incentivo durante todo o percurso, meu muito obrigada por sempre prezarem pela minha educação.

Um especial agradecimento à minha querida orientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Alessandra Nascimento Braga e coorientadora Prof.<sup>a</sup> MSc. Aline Nascimento Braga, pelos incentivos, pela paciência, pela confiança, por não desistir de mim, por me encorajar e me guiar neste caminho.

As minhas amigas Lays, Luane, Dulciele e Márcia, por todo apoio e incentivo e por sempre estarem comigo durante toda a trajetória, vocês foram muito importantes nesse percurso.

Ao Grupo de Estudo e Pesquisa sobre Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação em Educação GETIC/UFPA e ao Grupo de Pesquisa em Ensino de Física de Bragança GPEFB, por todas as trocas, apoio e contribuição na realização deste trabalho.

Agradeço aos Programas PIBIC/PROPESP e Residência Pedagógica, pelo suporte financeiro.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que contribuíram de forma direta e indiretamente para a conclusão desse trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho, de cunho bibliográfico e teórico, tem como objetivo discutir uma proposta de sequência didática voltada ao ensino de óptica geométrica, no contexto do Ensino Fundamental, mediado pelo uso de simulações virtuais. A referida pesquisa foi desenvolvida pela estudante-bolsista vinculada ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), do edital 07/2021 – PROPESP, da Universidade Federal do Pará (UFPA). Para construção de uma proposta de sequência didática, visando promover uma aprendizagem de forma progressiva e sistematizada do ensino da óptica geométrica, foi baseada nos estudos de Zabala (2014). Conclui-se que o uso de simulações virtuais pode possuir grande capacidade de possibilitar novas formas de ensinar e aprender, promovendo, de forma ativa, a interação do estudante na construção do conhecimento dentro da sala de aula. Além disso, o processo de construção da sequência didática permitiu uma maior profissionalização da estudante-bolsista em questão.

**Palavras-chave:** sequência didática. ensino de Ciências. óptica geométrica.

## ABSTRACT

The present work, of a bibliographical and theoretical nature, aims to discuss a proposal for a didactic sequence aimed at teaching geometric optics, in the context of Elementary Education, mediated by the use of virtual simulations. This research was developed by the scholarship student linked to the Institutional Program of Scientific Initiation Scholarships (PIBIC), from the public notice 07/2021 – PROPESP, from the Federal University of Pará (UFPA). For the construction of a didactic sequence proposal, aiming to promote a progressive and systematic learning of the teaching of geometric optics, the studies of Zabala (2014) were taken as a basis. It is concluded that the use of virtual simulations can have a great capacity to enable new ways of teaching and learning, actively promoting student interaction in the construction of knowledge within the classroom. In addition, the construction process of the didactic sequence allowed a greater professionalization of the scholarship student in question.

**Keywords:** didactic sequence. science teaching. geometric optics.

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Visão colorida .....	19
Figura 2 – Visão colorida .....	20
Figura 3 – Desvio da luz .....	21
Figura 4 – Desvio da luz .....	22
Figura 5 – Desvio da luz .....	23

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Proposta de SD para o estudo de Óptica Geométrica

## **LISTA DE SIGLAS**

**BNCC** – Base Nacional Comum Curricular.

**PhET** – Physics Education Technology.

**SD** – Sequência Didática.

**TDIC** – Tecnologia Digitais de Informação e Comunicação.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL .....	12
1.1	Contextualização do capítulo do referido trabalho e normas de submissão.....	13
2	O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS .....	14
	CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS .....	26
	REFERÊNCIAS .....	27
	AÇÕES DE EXTENSÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO .....	28
	ANEXO 1 – CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO DO PRESENTE TRABALHO .....	29
	ANEXO 2 – CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO EVENTO II ENCONTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO MARAJÓ.....	30
	ANEXO 3 – CARTA DE ACEITE.....	31
	ANEXO 4 – CERTIFICADO DE BOLSA PIBIC – FAPESPA 2021 .....	32

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) vem sendo integradas em sala de aula, com o intuito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, além de despertar um maior interesse e participação dos alunos. “Na educação, o uso das mais variadas formas de ferramentas tecnológicas tem favorecido o processo de ensino e também de aprendizagem” (ZACARIOTTI; SOUSA, 2019, p. 619). Neste sentido, a utilização das TDICs na educação é uma ferramenta que possibilita ao aluno o entendimento do conhecimento, pois, não substitui o saber escolar, mas é capaz de relacionar o cotidiano às experiências e interesses dos alunos.

A inserção das TDICs no Ensino de Ciências, mais especificamente na área de Física, potencializa o processo de ensino – aprendizagem, haja vista que a Física:

É normalmente vista como uma disciplina de difícil compreensão nos vários níveis de ensino. Para exercitar um pensar mais científico, o ensino de física mediado por tecnologias digitais educacionais deve promover a interação com os conteúdos (links no texto, com o uso de simulações, jogos, vídeos, a inclusão de perguntas a serem respondidas no próprio ambiente tecnológico), a percepção visual de variações temporais de grandezas físicas (abstratas ou não), a utilização de animações e simulações que permitem uma representação visual dos fenômenos estudados, facilitando a compreensão de modelos matemáticos, tornando-os mais significativos e próximos da realidade dos alunos, a busca por informações adicionais sobre o conteúdo em outras fontes. Tudo isso faz com que os alunos assumam uma participação ativa no seu processo de aprendizagem e faz com que estejam no centro desse processo (DE LACERDA; DA SILVA, 2016, p. 294).

Nesse contexto, o uso das tecnologias digitais no ensino de Ciências possui uma grande capacidade que possibilitam novas formas de aprendizagem, promovendo uma maior interação, contextualização da realidade e o pensamento crítico dos alunos, resultando assim, em uma melhor construção do conhecimento dentro de sala de aula.

Mediante ao exposto, o presente trabalho consiste em uma proposta de Sequência Didática, referente ao conteúdo de Óptica geométrica, utilizando o simulador virtual: Physics Education Technology (PhET), uma plataforma de alcance mundial desenvolvida por Carl Wieman. Ressaltamos que, o referido trabalho apresenta-se como capítulo de livro em formato e-book (com ISBN), intitulado Educação, Ciências, Diálogos e Práticas da Editora Uniesmero do Grupo MultiAtual Educacional.

## **1.1 Contextualização do capítulo do referido trabalho e normas de submissão**

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresenta-se em formato de capítulo de livro, o qual foi aceito e aprovado para publicação como capítulo da obra do livro em formato e-book (com ISBN), intitulado Educação, Ciências, Diálogos e Práticas da Editora Uniesmero do Grupo MultiAtual Educacional. Além disso, o trabalho foi apresentado, como comunicação oral, no 2º Encontro de Ciências da Natureza no Marajó, realizado 10/06/2023 e 17/06/2023.

Conforme estabelecido pela Instrução Normativa Nº 01/2023 - PROEG/UFPA, é possível obter créditos de TCC por meio do cumprimento da atividade de autoria ou coautoria de um capítulo de livro com comitê editorial. Nesse contexto, o presente trabalho consiste em um capítulo de livro para ser publicado pela Editora Uniesmero, pertencente ao Grupo MultiAtual Educacional, seguindo as normas estabelecidas pela ABNT.

O presente trabalho, está dividido da seguinte maneira: No capítulo 2 do TCC, apresentamos a introdução do capítulo de livro referente às TDICs. Em seguida, discutimos os materiais e métodos desenvolvidos nesta pesquisa. Posteriormente, apresentamos os resultados e discussões referente a proposta da sequência didática e o roteiro de atividades que a compõem. Por fim, apresentamos as considerações finais e perspectivas deste trabalho.

## **2 O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Neste capítulo, apresentamos a obra do capítulo de livro intitulado “O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS” desenvolvido durante minha iniciação científica nos seguintes grupos de pesquisa: Grupo de Estudo e Pesquisa sobre Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação em Educação (GETIC/UFPA) e o Grupo de Pesquisa em Ensino de Física de Bragança (GPEFB). O referido trabalho teve apoio financeiro da PROPESP/UFPA durante um ano de bolsa de iniciação científica, do Edital N° 07/2021 PIBIC/FAPESPA, e durante um ano de bolsa de iniciação à docência, do Edital N° 03/2022 PROEG/UFPA, do Programa Residência Pedagógica.

## O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS

*Ádila Larissa Costa Santos*<sup>1</sup>  
*Lays Maria Nunes da Luz*<sup>2</sup>  
*Carlos Alberto Brito da Silva Júnior*<sup>3</sup>  
*Aline Nascimento Braga*<sup>4</sup>  
*Alessandra Nascimento Braga*<sup>5</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho, de cunho bibliográfico e teórico, tem como objetivo discutir uma proposta de sequência didática voltada ao ensino de óptica geométrica, no contexto do Ensino Fundamental, mediado pelo uso de simulações virtuais. A referida pesquisa foi desenvolvida pela estudante-bolsista vinculada ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), do edital 07/2021 – PROPEP, da Universidade Federal do Pará (UFPA). Para construção de uma proposta de sequência didática, visando promover uma aprendizagem de forma progressiva e sistematizada do ensino da óptica geométrica, foi baseada nos estudos de Zabala (2014). Conclui-se que o uso de simulações virtuais pode possuir grande capacidade de possibilitar novas formas de ensinar e aprender, promovendo, de forma ativa, a interação do estudante na construção do conhecimento dentro da sala de aula. Além disso, o processo de construção da sequência didática permitiu uma maior profissionalização do estudante-bolsista em questão.

**Palavras-chave:** sequência didática; ensino de Ciências; óptica geométrica.

### INTRODUÇÃO

O uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na educação auxilia na transformação das práticas educativas, criando novas perspectivas e ação pedagógica para a sala de aula. Isso inclui o uso de TDIC como materiais didáticos para organizar e representar informações por meio de múltiplas linguagens (ALMEIDA & SILVA, 2011 Apud VIVIAN & LEONEL, 2019). Deste modo, o uso das TDICs ocasiona modificação no ambiente escolar, pois proporcionam a inovação nas práticas pedagógicas.

No ensino de Ciências, o uso destas ferramentas facilita o desenvolvimento de aulas mais dinâmicas, onde os alunos podem relacionar os fenômenos digitais com os naturais. De acordo com BARBOSA *et al* (2017):

Dentre as áreas do conhecimento humano que juntas constituem as Ciências Naturais no ensino fundamental, os conteúdos de Física abordados nos anos finais, são vistos por muitos alunos como algo tedioso, que se resume em conceitos apresentados pelo professor ou contidos nos livros didáticos e também na memorização de fórmulas (BARBOSA, *et al.*, 2017, p. 4).

---

<sup>1</sup>[adila.santos@braganca.ufpa.br](mailto:adila.santos@braganca.ufpa.br) Ciências Naturais, Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará

<sup>2</sup>[lays.luz@braganca.ufpa.br](mailto:lays.luz@braganca.ufpa.br) Ciências Naturais, Instituto de Estudos Costeiros, Universidade Federal do Pará

<sup>3</sup>[cabsjr@ufpa.br](mailto:cabsjr@ufpa.br) Doutor, Universidade Federal do Pará

<sup>4</sup>[aline.braga@iemci.ufpa.br](mailto:aline.braga@iemci.ufpa.br) Mestre, Universidade Federal do Pará

<sup>5</sup>[alessandrabg@ufpa.br](mailto:alessandrabg@ufpa.br) Doutora, Universidade Federal do Pará

Desse modo, o uso das TDICs em práticas pedagógicas em sala de aula facilita o processo de ensino-aprendizagem, além de despertar um maior interesse e participação dos alunos, também é essencial para a formação cidadã destes alunos, haja vista que mobiliza conhecimentos e o desenvolvimento de uma aprendizagem mais autônoma.

Essa tendência de ensino é reforçada pela sexta competência específica de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental contida na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que considera ser fundamental ao aluno “se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética” (BRASIL, 2018, p. 324). Nesse envolvimento, o referido trabalho tem como finalidade discutir sobre uma proposta de sequência didática baseada nos estudos de Zabala (2014) voltada ao ensino de óptica geométrica, abordando os fenômenos físicos: reflexão, refração e dispersão da luz, no contexto do Ensino Fundamental, por meio do uso de simulações virtuais do *Physics Education Technology* (PhET), utilizando as simulações “visão colorida” e “desvio da luz” para observar os referidos fenômenos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Neste contexto, esta pesquisa foi desenvolvida pela estudante-bolsista vinculada ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), do edital 07/2021, da Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESP), da Universidade Federal do Pará (UFPA). Durante o período de desenvolvimento do plano de trabalho da estudante-bolsista foi realizado uma investigação sobre uso de simulação do PhET, como ferramenta de visualização dos fenômenos físicos, tais como: reflexão, refração e dispersão da luz (ARAÚJO; NETO; DE OLIVEIRA RODRIGUES, 2021).

Em seguida, foi elaborada uma proposta de sequência didática (SD) baseada nos estudos de Zabala (2014) voltada ao ensino de Óptica Geométrica no contexto do Ensino Fundamental. As atividades da SD foram planejadas para ocorrer em cinco aulas de 60 minutos cada. Além disso, escolheu-se software de simulação PhET para desenvolver as atividades da SD, uma vez que “o uso de laboratórios virtuais no ensino é de fundamental importância, pois são ferramentas capazes de promover uma maior percepção dos fenômenos estudados, o que favorece e contribui para uma boa formação dos alunos” (ARAÚJO, *et al.*, 2021, p. 54).

### Proposta de Sequência Didática (SD) para o Ensino de Óptica Geométrica

Segundo as pesquisas de Zabala (2014, p. 74), o modelo tradicional da SD é composto pelas seguintes etapas: a) Levantamento de conhecimentos prévios sobre o problema; b) Apresentar o problema - Atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade dos alunos; c) Contextualizar o problema - Seleção e esboço das fontes de informação e planejamento da investigação; d) Analisar o problema - Respostas intuitivas ou “hipóteses”; e) Discutir o problema - Expressão e comunicação. Explicação das perguntas ou problemas propostos; f) Propor soluções para o problema - Coleta, seleção e classificação dos dados; g) Sistematização do novo conhecimento - Generalização das conclusões tiradas. Além disso, de acordo com Zabala (ZABALA, 2014 & ZABALA, 1998) é possível incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação. No qual essa avaliação poderá ser feita de forma processual, de acordo com interesse do professor.

Assim sendo, a SD visa apoiar e aprimorar o trabalho dos professores, formando uma estrutura educacional abrangente para os alunos em temas específicos e complementando seus métodos de ensino (ZABALA, 2014 & ZABALA, 1998). Isso resulta em uma aprendizagem mais significativa e uma experiência enriquecedora para os estudantes. Neste contexto, apresentamos uma proposta de SD (**Quadro 1**), mediada pelo uso PhET, com atividades, etapas e objetivos a serem desenvolvidos em cada aula.

A proposta de SD apresentada neste trabalho pode ser modificada conforme a necessidade de cada professor. Além disso, utilizamos como referência o livro “Teláris Ciências 9º ano” (PACCA, *et al.*, 2018) para discussão do conteúdo apresentado na SD.

**Quadro 1:** Proposta de SD para o estudo de Óptica Geométrica

AULAS	ATIVIDADES	ETAPAS	OBJETIVOS
<b>Aula 1-</b> Luz monocromática e luz branca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula Expositiva: Problematização e contextualização do conceito de luz monocromática e luz branca;</li> <li>- Aula Expositiva: Problematização e contextualização Discussão a cor de um objeto;</li> <li>- Pesquisa Individual: Atividade de fixação, usando a plataforma interativa PhET: “Visão colorida”.</li> </ul>	- Compreende as etapas (a), (b), (c) – (e) propostas por Zabala (ZABALA, 2014; ZABALA, 1998).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discutir sobre a luz monocromática e a composição da luz refletida pelo objeto;</li> <li>- Discutir sobre as cores de luz que são capazes de passar por filtros coloridos diferentes;</li> <li>- Relacionar os conceitos físicos apresentados nesta aula com o cotidiano do aluno.</li> </ul>
<b>Aula 2-</b> Visão colorida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula Expositiva: Problematização e contextualização: Discussão sobre como as cores são</li> </ul>	- Compreende as etapas (a), (b), (c), (e) das fases propostas por Zabala	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discutir sobre as combinações de cores a partir da luz vermelha, verde e azul;</li> </ul>

	formadas; - Pesquisa Individual: Atividade de fixação, usando a plataforma interativa PhET: “Visão colorida”.	(ZABALA, 2014; ZABALA, 1998).	- Contextualizar os conceitos físicos discutidos em aula com o cotidiano do aluno.
<b>Aula 3-</b> A lei de Snell	- Aula Expositiva: contextualização da lei de Snell; - Aula Prática: Discussão sobre os fenômenos físicos apresentados nessa aula, por meio do uso do simulador PhET: “Desvio da luz”.	- Compreende as etapas (a) – (g) propostas por Zabala (ZABALA, 2014; ZABALA, 1998).	- Conceituar a lei de Snell e relacionar com o cotidiano dos alunos;
<b>Aula 4-</b> Continuação Lei de Snell	- Pesquisa Individual: Atividade de fixação, usando a plataforma interativa PhET: “Desvio da luz”.	- Compreende as etapas (e) – (g) propostas por Zabala (ZABALA, 2014; ZABALA, 1998).	- Discutir sobre os fenômenos de reflexão e refração da luz. -Relacionar os conceitos físicos com o cotidiano do aluno.
<b>Aula 5-</b> Prisma	- Contextualização sobre o conceito de primas; - Pesquisa Individual: Atividade de fixação, usando a plataforma interativa PhET: “Desvio da luz”.	- Compreende as etapas (b) – (e) propostas por Zabala (ZABALA, 2014; ZABALA, 1998).	- Compreender como ocorre o desvio da luz em um prisma; - Relacionar os conceitos físicos apresentados nesta aula com o cotidiano do aluno.

Fonte: Autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

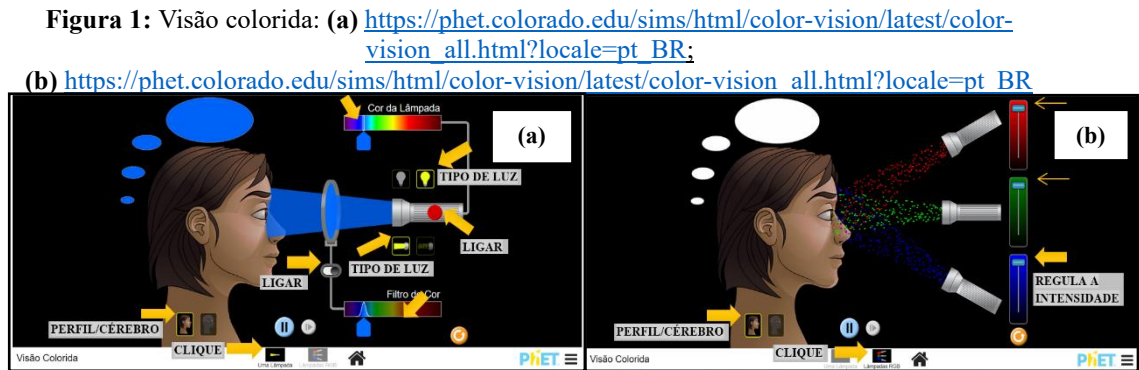
Com o intuito de promover a construção do conhecimento em parceria com os alunos, desenvolvemos uma proposta de SD voltada para explorar os fenômenos de reflexão, refração e dispersão da luz no contexto do Ensino Fundamental, usando algumas simulações virtuais disponíveis no PhET. A seguir, apresentamos o roteiro detalhado das atividades que compõem essa SD, enfatizando o uso dos simuladores interativos.

### Roteiro 1: Luz Monocromática e branca

De acordo com o **Quadro 1**, na aula 1, propomos uma contextualização e discussão sobre a luz monocromática e luz branca, fazendo uso da simulação “Visão colorida”. Assim, elaboramos o seguinte roteiro para a aula 1.

- 1) Entre na simulação “Visão colorida”, clicando no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/color-vision](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision).
- 2) Clique na opção “Uma lâmpada”, conforme **Figura 1a**, na simulação temos uma pessoa e podemos escolher se queremos ver o perfil da pessoa ou seu cérebro. No lado direito na parte superior temos uma lâmpada e dentro da lâmpada a opção de escolher luz branca ou qualquer

luz monocromática que deseja usar. Podemos também escolher a opção se queremos que a luz apareça como um feixe ou em forma de partículas. Além disso, na parte inferior temos a opção para colocar um filtro de cor.



Fonte: Plataforma PhET.

Nessa simulação, o professor pode questionar aos alunos: o que ocorre se incidirmos um feixe de luz monocromática azul em um filtro de cor vermelho ou azul. Agora, o que ocorre se incidirmos a luz branca um filtro vermelho?

Esses questionamentos possibilitarão que os alunos compreendam de que forma o ser humano enxerga determinados objetos. Neste sentido, poderão estar respondendo, respectivamente, da seguinte forma: Quando um feixe de luz azul é incidido em um filtro vermelho, a luz não é refletida, pois o filtro tem capacidade de refletir apenas a cor vermelho e qualquer outra cor ele absorve, como não ocorrer o processo de reflexão da luz azul a pessoa enxerga preto. Já quando a luz azul é incidida em um filtro de cor azul, a luz é refletida, pois o filtro tem a capacidade de refletir apenas essa cor. Agora, quando uma luz branca é incidida em um filtro vermelho, a cor vermelha é refletida, pois o filtro tem capacidade de absorver todas as outras cores, exceto vermelho.

O professor pode também discutir sobre a cor de um objeto opaco. Nesse caso, a cor de um objeto opaco é determinada pela frequência de luz que ele absorve e reflete. Quando um objeto reflete principalmente a luz vermelha e absorve a maior parte das outras cores, ele será visualmente percebido como vermelho. Por outro lado, uma folha branca de um caderno absorve apenas uma pequena quantidade de energia luminosa, refletindo a maior parte da luz que é incidida sobre ela, resultando na percepção da cor branca. Por fim, um objeto negro absorve quase toda a luz que atinge sua superfície, resultando na cor preta (PACCA, *et al.*, 2018).

Em uma próxima aula, o professor pode explorar mais a simulação com o tópico de Visão colorida como mostra no exemplo do **Roteiro 2**, a seguir.

## Roteiro 2: Visão colorida

Conforme o **Quadro 1**, na aula 2, visamos discutir sobre como as cores se formam, para explicar isso, utilizamos a simulação “Visão colorida”. Nesse sentido, elaboramos o seguinte roteiro para a aula 2.

- 1) Entre na simulação “Visão colorida”, clicando no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/color-vision](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/color-vision).
- 2) Clique na opção “Lâmpadas RGB”, conforme **Figura 1b**, a simulação apresenta à esquerda uma pessoa, onde podemos escolher ver o perfil da pessoa ou seu cérebro, e à direita da simulação tem três lâmpadas com a opção de alterar a intensidade de cada uma delas.

Através dessa simulação o professor pode trabalhar com seus alunos as cores a partir da junção de diferentes frequências das cores: vermelha, verde e azul. O professor pedirá aos alunos que anotem quais cores eles acham que deverá se formar a partir de diferentes combinações das cores: vermelha, verde e azul. Após isso, o professor junto com os alunos manipulará a simulação e os alunos observarão as diferentes cores que podem se formar de acordo com a frequência de cor que for adicionada.

A partir das observações feitas com os alunos, o professor poderá relacionar esse fenômeno físico com o cotidiano de seus estudantes, pois, as cores exibidas em telas de televisão ou monitores de computador são derivadas da capacidade dos olhos e do cérebro de perceber uma vasta gama de cores por meio da combinação de três cores primárias. Além disso, se existisse a possibilidade de justar a intensidade desses projetores, seria possível obter uma ampla variedade de cores ao combinar proporções diferentes de intensidades de vermelho, verde e azul (PACCA, *et al.*, 2018).

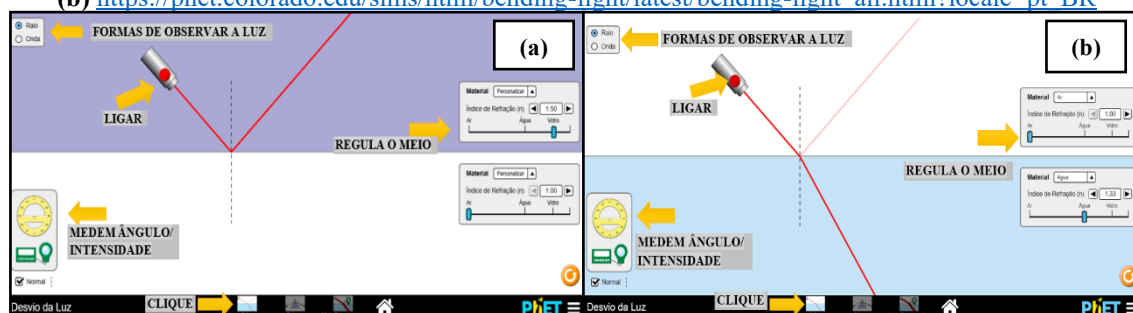
## Roteiro 3: Lei de Snell

Conforme o **Quadro 1**, vamos contextualizar e discutir na terceira aula os conceitos físicos da lei de Snell, usando a simulação “Desvio da luz”. Nesse sentido, propomos o seguinte roteiro para a aula 3.

- 1) Entre na simulação “Desvio da luz”, clicando no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/bending-light](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/bending-light).
- 2) Clique na opção “intro”, conforme **Figura 2a**, pressione o botão vermelho para ligar o laser. Nas duas janelas a direita na simulação é possível regular o meio no qual a luz vai se propagar. No lado esquerdo superior da simulação há a possibilidade de observar o feixe em forma de raio ou onda. Na parte inferior da simulação há opção de selecionar um transferidor para medir os

ângulos que a luz reflete ou refrata, e também um instrumento (luxímetro) que mede a intensidade do raio.

**Figura 2:** Desvio da Luz: (a) [https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light\\_all.html?locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html?locale=pt_BR);  
(b) [https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light\\_all.html?locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html?locale=pt_BR)



Fonte: Plataforma PhET.

De acordo com interesse do professor, este pode contextualizar e discutir os fenômenos físicos, fazendo o uso dessa simulação: quando um feixe de luz atinge uma superfície plana e lisa (similar a **Figura 2a**), como um espelho comum, o raio de luz é refletido com o mesmo ângulo de incidência. Isso é conhecido como a lei da reflexão da luz. Nesse caso, o ângulo de incidência, que é formado entre o raio de luz incidente e uma linha perpendicular à superfície do espelho (conhecida como reta normal) é igual ao ângulo de reflexão, formado entre a reta normal e o raio refletido. Além disso, é perceptível que o raio incidente, o raio refletido e a reta normal estão todos localizados no mesmo plano, como podemos observar na **Figura 2a** (PACCA, *et al.*, 2018).

#### Roteiro 4: Lei de Snell

Na aula 4, de acordo com o **Quadro 1**, visamos uma atividade para compreensão sobre a lei de Snell. Para tanto, usamos a simulação “Desvio da luz”. Nessa perspectiva, propomos o seguinte roteiro para aula 4.

- 1) Entre na simulação “Desvio da luz”, clicando no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/bending-light](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/bending-light).
- 2) Clique na opção “Intro”, conforme **Figura 2b**, pressione o botão vermelho para ligar o laser. Nas duas janelas a direita na simulação é possível regular o meio no qual a luz vai se propagar. No lado esquerdo superior da simulação há a possibilidade de observar o feixe em forma de raio ou onda. Na parte inferior da simulação há opção de selecionar um transferidor para medir os ângulos que a luz reflete ou refrata, e também um instrumento (luxímetro) que mede a intensidade do raio.

De acordo com suas observações em relação a simulação “Desvio da luz - intro”, responda o seguinte questionamento: o que ocorre se aumentarmos o ângulo de incidência de um meio “água” para um meio “ar”?

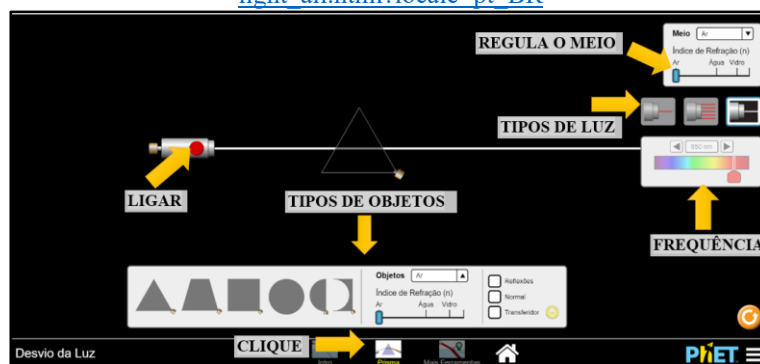
Ao propor esse questionamento, o professor possibilita ao aluno compreender sobre os fenômenos de incidência, reflexão e refração. A medida em que o ângulo de incidência é aumentado, o ângulo do raio refratado vai aumentando também, até chegar na superfície de separação dos dois meios, até um certo ponto que não há mais raio refratado, então pode-se dizer que aconteceu a reflexão interna total.

Na próxima aula, o professor pode explorar mais a simulação com o tópico sobre prisma, como mostra no exemplo do **Roteiro 5** a seguir.

### Roteiro 5: Prisma

Na aula 5, de acordo com o **Quadro 1**, propomos uma contextualização para compreensão do conceito sobre prisma. Para tanto, usamos a simulação “Desvio da luz” da plataforma PhET. Nessa perspectiva, propomos o seguinte roteiro para aula 5:

**Figura 3:** Desvio da Luz: [https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light\\_all.html?locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html?locale=pt_BR)



Fonte: Plataforma PhET.

- 1) Entre na simulação “Desvio da luz”, clicando no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/bending-light](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/bending-light).
- 2) Conforme **Figura 3** clique na opção “Prisma”, uma vez dentro da simulação teremos um laser, onde deve clicar no botão vermelho para ligá-lo. No canto superior direito, temos três ícones com as seguintes opções: alterar o tipo de meio, alterar o tipo de feixe luminoso e verificar a frequência de cada cor. Na parte inferior, encontra-se os objetos que podem ser utilizados, bem como o meio em que esses objetos podem estar.

Com base nas observações realizadas na simulação “Desvio da Luz”, responda a seguinte questão: O que ocorre quando um feixe de luz incide em um prisma imerso no ar?

Essa simulação permite ao aluno compreender o fenômeno da refração da luz. Quando um feixe de luz incide em um prisma imerso no ar, não ocorre desvio significativo, pois o feixe permanece em linha reta. Isso ocorre porque tanto o ar quanto o vidro do prisma são meios de mesma densidade óptica. Para que ocorra refração, é necessário que haja uma mudança de meio com diferentes densidades ópticas.

Agora, quando um raio de luz se desloca de um meio, como o ar, para outro meio, como a água, ocorre uma alteração em sua velocidade. Se a luz incidir perpendicularmente à superfície que separa os dois meios, haverá apenas uma mudança na velocidade. No entanto, se a luz incidir em um ângulo oblíquo, além da mudança de velocidade, também ocorrerá uma modificação na direção de propagação. Essa mudança na velocidade que ocorre quando um raio de luz passa de um meio para outro é conhecida como refração (PACCA, *et al.*, 2018).

Durante a construção da SD, a estudante-bolsista pode verificar que as simulações virtuais, como ferramenta de visualização dos fenômenos físicos, têm um papel fundamental na identificação e contextualização do conteúdo estudado. Isso ocorreu devido a observação direta dos resultados do uso dessas simulações, como a identificação e contextualização do conteúdo estudado, permitindo uma melhor compreensão do conteúdo pela estudante-bolsista no processo de construção da SD. Em adição, a estudante-bolsista percebeu, por exemplo, que o professor de Ciências pode utilizar a simulação virtual para ilustrar como o ser humano pode distinguir as cores e como estas estão sendo formadas, **Roteiro 1** e **Roteiro 2**. Assim sendo, a simulação virtual permite demonstrar de forma imediata como se dá o referido fenômeno.

As simulações do PhET são escritas em HTML5 (com algumas simulações legadas em Java ou Flash), e para que o professor desenvolva a SD apresentada, este pode executar as simulações *on-line* diretamente na página eletrônica do PhET, mas em caso de falta de um laboratório na escola ou falta de acesso à internet, o professor pode baixar as simulações e executá-las *off-line*, visto que podem ser executadas em qualquer equipamento (desktop, notebook, tablet, celular, etc), sem a necessidade de outros recursos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto, é possível concluir que o uso de atividades com simulações interativas pode proporcionar aulas mais dinâmicas, permitindo que os alunos aprendam de forma ativa e apliquem o conhecimento construído em diferentes contextos de aprendizagem. Assim, os simuladores enriquecem o processo educacional, tornando-o mais acessível e estimulante aos alunos. Essa percepção foi observada pela estudante-bolsista durante a construção da SD, contribuindo para sua profissionalização.

Considerando esse contexto, é possível afirmar que o uso de ferramentas didáticas, como simuladores virtuais, oferece uma excelente oportunidade para explorar de forma mais ampla o aspecto interdisciplinar. Por exemplo, um professor pode sugerir a análise da percepção das cores, pois esse tema envolve não apenas aspectos físicos, mas também biológicos. Dessa forma, os alunos podem compreender como a Física e a Biologia se entrelaçam e contribuem para a nossa compreensão dos fenômenos visuais. Além disso, verificou-se que o uso das TDICs são boas estratégias para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências/Física, haja vista que permite a melhorar compreensão dos alunos nas aulas de Ciências, e, conseqüentemente, “é uma estratégia de ensino que desenvolve a imaginação, desperta o interesse dos estudantes e os aproximam mais do professor, proporcionando aprendizagem ao estudante” (DURÃES *et al.*, 2017, p. 9 Apud ARAÚJO, *et al.*, 2021, p. 57).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos grupos de pesquisa: GETIC-UFPA (Grupo de Estudo e Pesquisa sobre Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação em Educação) e GPECF-UFPA (Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Física), bem como ao Programa PIBIC/PROPEP e Residência Pedagógica, pelo suporte financeiro. Aline Nascimento Braga agradece o apoio concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil, Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, F. O.; NETO, J. G. P.; DE OLIVEIRA RODRIGUES, F. L. Uso do software de simulação PhET como recurso metodológico no ensino de óptica. **Revista Docentes**, v. 6, p. 52-66, 2021.

BARBOSA, C. D.; SOARES, N. D. N.; DAS CHAGAS, M. L.; FERREIRA, F. C. L. O uso de simuladores via smartphone no ensino de ciência como ferramenta pedagógica na abordagem de conteúdos contextualizados de física. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2023.

PACCA, H.; GEWANDSZNAJDER, F. Teláris Ciências 9º ano. 3ª Ed. São Paulo: Ática, 2018.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)>. Acesso em: 31 mai. 2023.

VIVIAN, E. C. P.; LEONEL, A. A. Cultura Surda e Astronomia: investigando as potencialidades dessa articulação para o Ensino de Física. **Revista Contexto & Educação**, v. 34, p. 154-173, 2019.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. 1ª ed. - Porto Alegre: Penso Editora, 2014.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS**

O uso de atividades com simulações interativas tem o potencial de tornar as aulas mais dinâmicas, promovendo uma aprendizagem ativa e facilitando a aplicação do conhecimento em diferentes contextos educacionais. Os simuladores, ao enriquecer o processo de ensino, tornam o aprendizado mais acessível e estimulante para os alunos. A estudante-bolsista também observou essa percepção ao construir a SD, o que contribuiu para seu desenvolvimento profissional.

Por fim, como perspectiva, pretende-se fazer a aplicação da proposta da SD no Ensino Fundamental, com intuito de promover uma aprendizagem mais significativa e uma experiência enriquecedora para os alunos, corroborando assim para o processo de ensino – aprendizagem em Ciências/Física. Ademais, pretendo dar continuidade em minha formação em um programa de pós-graduação, seguindo a mesma linha de pesquisa explorada no presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

DE LACERDA, Andreson Lopes; DA SILVA, Tatiana. Avaliação de uso de AVA no ensino de física. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 293-314, 2016.

ZACARIOTTI, Marluce Evangelista Carvalho; DOS SANTOS SOUSA, José Luis. Tecnologias digitais de informação e comunicação como recurso de mediação pedagógica. **Revista Observatório**, v. 5, n. 4, p. 613-633, 2019.

## **AÇÕES DE EXTENSÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Durante o desenvolvimento desse trabalho, realizei outras atividades acadêmicas, tais como: iniciação científica, residência pedagógica, participação em eventos científicos, membro atuante do centro acadêmico de Ciências Naturais. Em destaque, ressalto a minha participação em eventos científicos durante o período de minha iniciação científica.

Na iniciação científica:

1. ORNELLAS, V. dos S. M.; PENHA, M. J. C.; **SANTOS, A. L.C.**; VIANA, D. M.; SARAIVA, L.de C. C. **A DIVERSIFICAÇÃO DE METODOLOGIAS COMO FERRAMENTA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS NATURAIS.** Apresentado no IV Congresso Nacional de Ciências Naturais/da Natureza e VI Encontro Nacional dos Estudantes de Ciências Naturais/da Natureza, 2019, Belém.
2. SANTOS, A. L. C.; BRAGA, A. N. **INVESTIGAÇÃO SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS.** Apresentado no XXXIII Seminário de Iniciação Científica da UFPA - no período de 7 a 11 de novembro de 2022.
3. SANTOS, A. L. C.; BRAGA, A. N. **INVESTIGAÇÃO SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS.** Apresentado no V Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão do Campus de Bragança – SIEPE, 2022.
4. SANTOS, A. L. C.; BRAGA, A. N. **O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS.** Apresentado no II Encontro de Ciências da Natureza no Marajó, realizado 10/06/2023 e 17/06/2023.

No Programa PIBIC/FAPESPA – PROPESP/UFPA

1. Participei como bolsista do projeto de pesquisa intitulado **“INVESTIGAÇÃO SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS”**. Aprovado pelo Edital 07/2021 - PROPESP, sob a coordenação de Alessandra Nascimento Braga no período de 2 de setembro de 2021 a 31 de agosto de 2022.

## ANEXO 1 – CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO DO PRESENTE TRABALHO

Verifique o código de autenticidade 18689377.88201188.022904.8.8689377882011880229048 em <https://www.even3.com.br/documentos>



### CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho "O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA PROPOSTA SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS", dos autores Adila Larissa Costa Santos, Carlos Alberto Brito da Silva Júnior, Aline Nascimento Braga e Alessandra Nascimento Braga foi apresentado de forma oral no 2º Encontro de Ciências da Natureza no Marajó, realizado 10/06/2023 a 17/06/2023 de maneira remota.

Coordenador KPI ACADEMY

CNPJ: 28.612.931/0001-60  
Rod. Aug. Montenegro, Nº 4300 - Parque Verde - Belém/PA  
Contato: (91) 98900-7710 / E-mail: [kpiacademy594@gmail.com](mailto:kpiacademy594@gmail.com)

## ANEXO 2 – CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO NO EVENTO II ENCONTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO MARAJÓ

Verifique o código de autenticidade 1550088.88201188.6.8.5533000023660070 em <https://www.even3.com.br/documentos>



### CERTIFICADO

Certificamos que **Ádila Larissa Costa Santos**,

participou com êxito do 2º Encontro de Ciências da Natureza no Marajó realizado em 10/06/2023 a 17/06/2023, contabilizando a carga horária total de 40 horas.

Coordenador KPI ACADEMY

CNPJ: 28.612.931/0001-60  
Rod. Aug. Montenegro, Nº 4300 - Parque Verde - Belém/PA  
Contato: (91) 98900-7710 / E-mail: [kpiacademy594@gmail.com](mailto:kpiacademy594@gmail.com)

## ANEXO 3 – CARTA DE ACEITE



### CARTA DE ACEITE E APROVAÇÃO – EBOOK COM ISBN

Formiga/MG, 07/06/2023 14:26:44.

Prezado (a).

Declaro para os devidos fins que o artigo intitulado **O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA PROPOSTA SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS O USO DE SIMULAÇÕES VIRTUAIS EM ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA PROPOSTA SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS**, de autoria de **Ádila Larissa Costa Santos, Carlos Alberto Brito da Silva Júnior, Aline Nascimento Braga e Alessandra Nascimento Braga**, foi **ACEITO E APROVADO PARA PUBLICAÇÃO** como capítulo da obra do livro em formato e-book (com ISBN), intitulado Educação, Ciências, Diálogos e Práticas da Editora Uniesmero do Grupo MultiAtual Educacional.

Declaro ainda que o ISBN da obra encontra-se em processo de emissão pela Câmara Brasileira do Livro (CBL).

Atenciosamente,

A handwritten signature in blue ink that reads 'Jader Luís da Silveira'.

Jader Luís da Silveira  
Editor Chefe - Editora Uniesmero

CNPJ 35.335.163/0001-00

**ANEXO 4 – CERTIFICADO DE BOLSA PIBIC – FAPESPA 2021**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DIRETORIA DE PESQUISA  
COORDENADORIA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

**CERTIFICADO**

A PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ certifica que o(a) discente **ADILA LARISSA COSTA SANTOS** foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), PIBIC 2021, orientado(a) pelo(a) Prof.(a) Dr.(a) **ALESSANDRA NASCIMENTO BRAGA**, vinculado(a) ao plano de trabalho "Investigação sobre o uso de Tecnologias Digitais Informação e Comunicação no ensino e aprendizagem de Ciências", com carga horária semanal de 20 horas, no período de 2 de Setembro de 2021 a 31 de Agosto de 2022.

Belém, 7 de Outubro de 2022

**Luana Roriz**

Coordenador(a) de Iniciação Científica

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigaa.ufpa.br/sigaa/documentos>, informando a matrícula, data de emissão do documento e o código de verificação.

Código de verificação: **6f324f5326**

Número do Documento: **65629**