



A Física por detrás da montagem cinematográfica: uma perspectiva de ensino da associação de espelhos planos focada no fomento das práticas epistémicas dos alunos através de excerto de um vídeo e trabalho experimental com material de baixo custo

The Physics behind film editing: a teaching perspective on the association of plane mirrors focused on fostering students' epistemic practices through a video excerpt and experimental work with low-cost material

Isaiás dos Santos Manuel Pedro¹

RESUMO

O presente artigo foi concebido a partir das evidências sobre o baixo número de produções científicas relativamente ao ensino da associação de espelhos planos a partir de materiais de baixo custo, tendo como foco as práticas epistémicas dos alunos. Para o efeito, identificou-se na literatura científica as características da mediação docente que permitem o fomento das práticas epistémicas dos alunos no ensino-aprendizagem da física seguindo a conceção do banco de ótica utilizado, bem como a identificação do vídeo cujo excerto foi utilizado para introduzir a tarefa-desafio. Assim sendo, questionou-se sobre que práticas epistémicas dos alunos podem ser induzidas através da aplicação das características da mediação docente identificadas e o uso do excerto do vídeo e banco de ótica construído a partir de materiais de baixo custo. Deste modo, realizou-se uma sessão letiva com alunos da 12^a classe de uma escola participada do município de Negage (Angola), a qual baseou-se no uso de algumas das características da mediação docente previamente identificadas utilizando os meios referenciados; pelo que coletou-se dados de dentro da sala de aula através de áudios, vídeos e fotografias; o que permitiu analisar os dados com recurso à análise textual descritiva e análise do discurso oral do professor e alunos, assim como concluir sobre o impacto dos procedimentos utilizados na mediação docente no fomento das práticas epistémicas dos alunos.

Palavras-chave: associação de espelhos planos; práticas epistémicas dos alunos; materiais de baixo custo.

ABSTRACT

This article was designed based on evidence about the low number of scientific productions regarding teaching the association of flat mirrors using low-cost materials, focusing on students' epistemic practices. To this end, the characteristics of teaching mediation that allow the promotion of students' epistemic practices in the teaching-learning of physics were identified in the scientific literature, following the design of the optical bank used, as well as the identification of the video whose excerpt was used to introduce the challenge task. Therefore, the question was asked about which students' epistemic practices can be induced through the application of the identified characteristics of teaching mediation and the use of the video excerpt and optical bank constructed from low-cost materials. In this way, a teaching session was held with students from the 12th class of a supported school in the municipality of Negage (Angola), which was based on the use of some of the characteristics of teaching mediation previously identified using the referenced means; Therefore, data was collected from inside the classroom through audios, videos and photographs; which made it possible to analyze the data using descriptive textual analysis and analysis of the oral discourse of the teacher and students, as well as to conclude on the impact of the procedures used in teaching mediation in promoting students' epistemic practices.

Keywords: association of plane mirrors; students' epistemic practices; low-cost materials.

¹ Mestre em Física Aplicada pela Universidad Europea del Atlántico (Espanha), doutorando em ciências físicas aplicadas, especialidade em Ensino da Física na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Docente no Instituto Superior de Ciências de Educação do Uíge, Assistente Estagiário. E-mail: isaiaspanzo@hotmail.com



INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, com realce ao período pós-Sputnik, o ensino da física vem conhecendo várias dinâmicas, podendo destacar nesta conformidade a deslocação do centro das atenções, isto é, de um ensino centrado no professor para outro centrado no aluno (Brum, 2015; Moreira, 2018; Sousa et al., 2018; Moreira, 2021), além da necessidade cada vez mais evidente de utilização de diferentes recursos mediadores da aprendizagem, isto é, manipuláveis e não manipuláveis.

Uma perspectiva cientificamente comprovada que contribui na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos em física prende-se com o envolvimento dos mesmos na construção de seus saberes científicos por intermédio de um conjunto de procedimentos instigados pela mediação do professor, os quais assemelham-se aos utilizados pela comunidade científica na senda de produção, validação e divulgação do conhecimento científico (Lopes & Cunha, 2017; Branco, 2018; Araújo et al., 2019; Costa et al., 2021); perspectiva essa designada por práticas epistémicas dos alunos ou práticas científicas dos alunos (Christodoulou, 2012; Sarabando, 2016; Bo, 2018; Saraiva et al., 2018; Silva & Silva, 2022); como por exemplo, identificar problemas, elaborar hipótese, recolher e organizar dados e/ou outras informações, questionar epistemicamente e/ou factualmente, realizar experiência, testar hipótese, validar e/ou invalidar ideias, dados e/ou informações; corroborar epistemicamente, refutar ou apoiar ideias epistemicamente, discutir entre pares e/ou com o professor, dividir tarefas entre pares, acessar diferentes fontes de informação, relacionar diferentes aspetos, usar linguagem representacional, mudar de linguagem representacional, deduzir conclusões, estender o raciocínio, solicitar apoio externo, dentre outras práticas (Pereira et al., 2016; Araújo et al. 2019; Silva & Silva, 2022; Grapin et al., 2023).

No entanto, apesar da relevância atribuída aos recursos de ensino manipuláveis e não manipuláveis, tais como, os equipamentos laboratoriais convencionais ou adaptados e as tecnologias de informação e comunicação (TIC) (Pereira et al., 2016; Moreira, 2018; Costa et al., 2021; Conley, 2022); para que se logrem práticas epistémicas pelos alunos no ensino-aprendizagem da física, há que se definir e utilizar corretamente algumas características da mediação docente, isto é, desde a planificação da aula à sua efetivação, sem descurar a componente de seguimento ou follow-up (Lopes et al., 2010; Cunha et al.,



2012; Lopes et al., 2017; Cravino, 2017; Cunha, 2017; Branco, 2018; Araújo et al., 2019), sendo as mais evidentes na literatura científica a elaboração da tarefa-desafio, a manutenção da tarefa-desafio através de diferentes sub-tarefas, a cedência da autonomia condicionada ao aluno, a solicitação de aspectos adicionais ao raciocínio apresentado por um ou vários alunos, a chamada à razão através de questionamentos epistêmicos e/ou factuais e a intervenção do professor em situações de bloqueio, dúvidas ou falta de consensos e/ou informações dos alunos (Lopes et al., 2010; Cunha et al., 2012; Lopes et al., 2017; Cravino, 2017; Cunha, 2017; Araújo et al., 2019); enquanto a ausência da tarefa-desafio ou tarefa-desafio mal concebida, a falta da manutenção da tarefa-desafio ao longo da aula, a falta do auxílio epistêmico do professor em situações de bloqueio, dúvidas ou falta de consenso dos alunos, a curto-circuitagem do trabalho do aluno e a falta de valorização de suas iniciativas; destacam-se dentre as características da mediação docente que mais contribuem na inibição das práticas epistêmicas dos alunos (Lopes et al., 2010; Cunha et al., 2012; Lopes et al., 2017; Cunha, 2017; Araújo et al., 2019).

Relativamente ao ensino da associação angular de espelhos planos, apesar dos vários estudos já realizados sobre essa matéria através de materiais de baixo custo os quais remontam alguns anos (Carmo, 2012; Makambua, 2013; Araújo, 2014; Pereira et al., 2016; Borrajo & Coelho, 2017; Pereira & Gomes, s.d.; Lobo, 2021; Galdino, 2022; Oliveira, 2022), não obstante alguns relacionem a experiência à sua aplicação na montagem cinematográfica para multiplicação do número de imagens (Pereira & Gomes, s.d.; Makambua, 2013; Lucas, 2016; Pereira et al., 2016; Oliveira, 2022); não associam os experimentos de forma viva à montagem cinematográfica através da análise de excerto de um vídeo que introduz a tarefa-desafio, seguindo a decomposição da mesma através de diferentes sub-tarefas realizadas com o material de baixo custo, assim como não estão focados na construção do formalismo matemático correspondente pelos próprios alunos através de diferentes práticas epistêmicas induzidas pela mediação do professor; aspectos na base da formulação da seguinte situação problemática:

Que práticas epistêmicas dos alunos podem ser induzidas partindo da apresentação de excerto de um vídeo sobre aplicação da associação angular de espelhos planos, avançando para a realização de experimento através de materiais de baixo custo; tendo como características dominantes da mediação docente a apresentação de uma tarefa-



desafio, a manutenção da tarefa-desafio por meio de diferentes sub-tarefas, a cedência da autonomia condicionada aos alunos e a intervenção docente em situações de bloqueio, dúvidas ou falta de consensos e/ou apresentação de informações adicionais aos alunos?

Com este estudo objetivou-se analisar o impacto das características da mediação docente «apresentação da tarefa-desafio, a manutenção da tarefa-desafio por intermédio de sub-tarefas, a cedência da autonomia condicionada aos alunos e a intervenção docente em situações de bloqueio, dúvidas ou falta de consensos e/ou informações aos alunos» e seus reflexos nas práticas epistêmicas dos alunos no ensino-aprendizagem da associação angular de espelhos planos através de excerto de um vídeo e materiais de baixo custo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Utilizou-se como materiais essenciais quatro (4) bancos de ótica adaptados a partir de placas de madeira retangulares com aproximadamente 1050 cm^2 ($30\text{ cm} \times 35\text{ cm}$), quatro (4) espelhos planos de sensivelmente 108 cm^2 ($12\text{ cm} \times 9\text{ cm}$) e quatro (4) porções de velas de iluminação de 7 cm de comprimento, além de um computador portátil e retroprojektor. Sobre as bases de madeira traçou-se ângulos de 30° , 60° , 90° , 120° e 180° ; colocando no vértice um espelho fixo sobre o ângulo de 0° através de finas escavações; enquanto o outro espelho é colocado sobre qualquer ângulo que se pretende analisar o número de imagens formadas.

Para determinação do número de imagens formadas entre os espelhos, a vela era colocada num ponto central já assinalado, o qual coincide com a bissetriz dos ângulos formados pelos espelhos segundo uma distância que permita com que a mesma se reflita inteira entre ambos espelhos.

Métodos

Trata-se de uma aula de física sobre associação de espelhos planos, a qual teve lugar na turma única da 12ª classe do curso de ciências físicas e biológicas do complexo escolar católico “São Francisco de Assis” da cidade de Negage (Angola), tendo envolvido vinte e três (23) alunos, os quais foram divididos em quatro (4) grupos de trabalho, sendo



três (3) de seis (6) elementos cada e um (1) com apenas cinco. A aula teve uma duração de aproximadamente sessenta e três (63) minutos.

A abordagem partiu da apresentação por via do computador e retroprojeter de um excerto do filme Ninja Condor, seguindo a apresentação de um questionamento central pelo professor sobre os fundamentos na base da multiplicação de uma mesma imagem em várias, sendo apenas uma tangível.

Em seguida, o professor colocou os dispositivos manipuláveis a disposição dos grupos, orientando-os igualmente a manusear e a coletar dados por cada ângulo, apresentando-os segundo as perspectivas achadas convenientes. Em resposta, os grupos reorganizaram-se através da distribuição de tarefas e modalidades de apresentação dos dados, seguindo a manipulação dos dispositivos e obtenção de tais dados.

Depois da obtenção dos dados, o passo seguinte consistiu na busca pelos alunos do correspondente formalismo matemático através da ação mediadora do professor, a qual consistiu essencialmente de questões reflexivas, cedência de autonomia, chamadas à razão de diversas formas, apresentação de informações aos alunos e solicitação de aspetos adicionais sempre que os alunos concluíssem uma sub-tarefa ou estivessem próximos da conclusão.

Assim sendo, com vista a analisar a relação entre mediação docente e seus reflexos nas práticas epistémicas dos alunos por meio do excerto do vídeo e manipulação de instrumentos montados a base de materiais de baixo custo; a aula foi gravada em áudio e audiovisual, coletando igualmente algumas fotos relacionadas ao trabalho dos alunos; o que permitiu analisar tais dados através da Análise Textual Descritiva e do discurso oral do professor e dos alunos; conforme os excertos mais relevantes descritos nos resultados através de diferentes episódios (E_N), os quais descrevem as interações que tiveram lugar em sala de aula para cada uma das tarefas; pelo que atribuiu-se nomes fictícios aos alunos intervenientes, representando igualmente as situações de silêncio ou bloqueio dos alunos na tarefa através de três (3) pontos de suspensão colocados entre parêntesis (...).

Contudo, para facilitar a análise sobre as características da mediação docente e seus reflexos nas práticas epistémicas dos alunos, elaborou-se uma tabela na qual classificou-se o tipo de característica mediadora utilizada pelo professor e as práticas epistémicas dos



alunos emergidas em cada episódio; sendo que “o episódio representa o início e fim de uma sub-tarefa apresentada pelo professor aos alunos” (Lopes et al., 2010, p. 5).

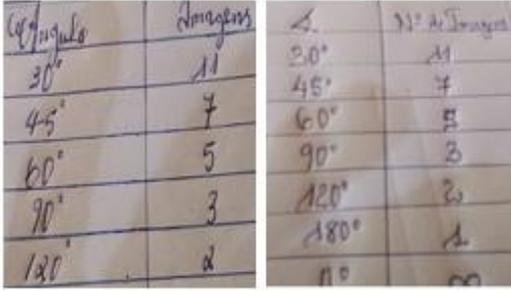
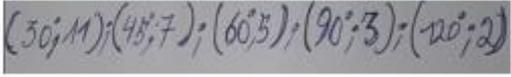
Apesar da inexistência de um código de ética sobre apresentação de informações que envolvem pessoas, com vista a garantir



RESULTADOS

a) Resultados

Tabela 1. Relação mediação docente e práticas epistêmicas dos alunos

Tarefa	Excerto da interação professor-aluno																																	
	Sub-tarefas	Diálogos e/ou evidências																																
No excerto do vídeo que acabamos de assistir, o vilão transforma-se em quatro Ninjas idênticos, mas somente uma imagem pode ser tangível pelo herói. Que fundamentos físicos está por detrás desse evento?	Que fundamento físico está por detrás desse evento?	<ul style="list-style-type: none"> - Bob: É magia dos Ninja professor! - Mary: Só pode ser montagem de computador. - Professor: Mas nessa montagem de computador não podemos encontrar fundamentos físicos? 																																
	[...] Analisem o que acontece com o número de imagens da vela a medida que mudam de amplitude. [...] Acendam e procurem coloca-la no centro entre os espelhos, aí onde está assinalado. Cada grupo quando terminar chame por mim.	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ângulo</th> <th>Imagens</th> <th>Â</th> <th>Nº de Imagens</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30°</td> <td>11</td> <td>30°</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>45°</td> <td>7</td> <td>45°</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>5</td> <td>60°</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>90°</td> <td>3</td> <td>90°</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>120°</td> <td>2</td> <td>120°</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>180°</td> <td>1</td> <td>180°</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0°</td> <td>0</td> <td>0°</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> 	Ângulo	Imagens	Â	Nº de Imagens	30°	11	30°	11	45°	7	45°	7	60°	5	60°	5	90°	3	90°	3	120°	2	120°	2	180°	1	180°	1	0°	0	0°	0
Ângulo	Imagens	Â	Nº de Imagens																															
30°	11	30°	11																															
45°	7	45°	7																															
60°	5	60°	5																															
90°	3	90°	3																															
120°	2	120°	2																															
180°	1	180°	1																															
0°	0	0°	0																															
Como relacionar o número de imagens e o ângulo formado entre dois espelhos planos?	(...) - Professor: Qual o maior ângulo que os espelhos podem descrever no caso de uma volta completa? - Rino: 360°. - Professor: E se tentarmos relacionar o máximo ângulo possível com o ângulo favorável entre os espelhos através de uma operação matemática; não podemos obter uma regra que permite relacionar o número de imagens e o ângulo entre os espelhos? - Miala: que tipo de operação professor? - Professor: dentre as quatro (4) operações fundamentais, procure uma saída jovem. (...) - Figo: professor, apesar de não obter os resultados exatos, a divisão de 360° por cada ângulo dá resultados muito próximos. Está dar uma imagem a mais apenas. - Professor: Vais mesmo tu ao quadro. Escreve o que você disse. Representa o número de imagens por N e o ângulo variável por θ .																																	



		<ul style="list-style-type: none">- Professor: se a expressão apresentada está dar uma imagem a mais. Para obter o número necessário de imagens, o que é necessário fazer?- Coro: subtrair um/uma unidade.- Professor: Ok. Escreve.  <ul style="list-style-type: none">- Miala: professor, então as fórmulas são obtidas assim?- Professor: Sim. Em muitas ocasiões é com estes procedimentos.
	Ok. Agora voltando ao questionamento inicial sobre o filme “Ninja Condor”, como explicar o fundamento físico por detrás do evento da multiplicação da imagem, sendo apenas uma possível de ser tangível?	<ul style="list-style-type: none">- Herlander: com o que analisamos, acredito que o fundamento é mesmo a utilização de espelhos planos.- Hossi: [...] Quanto as imagens não tangíveis estão relacionadas às imagens multiplicadas pelo espelho e a tangível é a verdadeira pessoa, ou seja, é o objeto. Neste caso, para ter três (3) imagens não tangíveis e uma (3) tangível, o ângulo entre os espelhos deve ser de 90°.- Bruno: Mas professor. Nem todos ângulos resultam, aliás alguns ângulos que dão números com vírgula apenas não resultado aproximado.- Professor: Isso mesmo. O melhor é trabalhar com ângulos que são múltiplos de 360°.

b) Discussão dos resultados

Tal como apresentado pela literatura científica, a apresentação da tarefa-desafio constitui o primeiro aspeto essencial para indução das práticas epistémicas aos alunos (Lopes et al., 2017; Saraiva et al., 2018; Costa et al., 2021 (a); Araújo et al., 2021; Costa et al., 2021 (b)). Mas, para o efeito, é necessário mantê-la ao longo da aula através de sua decomposição em sub-tarefas (Nzau, 2017 (a); Nzau, 2017 (b); Costa et al., 2021 (a); Araújo et al., 2021; Costa et al., 2021 (b)); daí a necessidade de apresentação da tarefa-desafio através de uma situação física de interesse prático para o aluno (Nzau, 2017 (a); Nzau, 2017 (b)), enquanto as sub-tarefas devem ser focadas nos aspetos técnico-científicos que fundamentam a tarefa-desafio com vista a permitir respondê-la de forma fundamentada, abrindo perspectivas para a curiosidade intelectual do aluno em diversas vertentes (Costa et al., 2021 (a); Araújo et al., 2021; Costa et al., 2021 (b); Grapin et al., 2023).



Assim sendo, as práticas epistêmicas dos alunos resultam da forma como o professor elabora a tarefa-desafio, as apresenta aos alunos através de sub-tarefas e a gere em função ao desempenho dos alunos e o tempo (Sarabando, 2016; Araújo et al., 2021; Costa et al., 2021; Silva & Silva, 2022; Grapin et al., 2023); o que oferece grandes possibilidades de registro de práticas similares ou muito próximas a partir das mesmas características da mediação docente para uma mesma tarefa, conforme descritas na tabela abaixo, a qual identifica as práticas epistêmicas dos alunos em função às características da mediação docente que foram verificadas por episódio.

Tabela 2. Relação entre mediação docente e práticas epistêmicas dos alunos

Episódio	Caraterísticas da mediação docente	Práticas epistêmicas dos alunos
E_1	<ul style="list-style-type: none">- Apresentar tarefa-desafio- Questionar factualmente	<ul style="list-style-type: none">- Levantar hipótese
E_2	<ul style="list-style-type: none">- Manter a tarefa-desafio- Ceder autonomia condicionada- Atribuir responsabilidade coletiva	<ul style="list-style-type: none">- Realizar experiência- Coletar dados- Organizar dados
E_3	<ul style="list-style-type: none">- Manter a tarefa-desafio- Questionar epistemicamente- Ceder autonomia condicionada- Propor vias de para solução da questão- Atribuir responsabilidade individual- Questionar factualmente- Valorizar as iniciativas dos alunos	<ul style="list-style-type: none">- Questionar epistemicamente- Realizar cálculos- Comparar dados- Construir representações visuais- Usar representações visuais- Formular conclusão- Estender raciocínio
E_4	<ul style="list-style-type: none">- Manter a tarefa-desafio- Questionar factualmente- Valorizar as iniciativas dos alunos- Dar informações	<ul style="list-style-type: none">- Invalidar hipótese- Deduzir conclusão- Complementar ideias- Estender raciocínio

Por outro lado, apesar do reconhecimento na literatura científica de certas práticas como inibidoras das práticas epistêmicas dos alunos (Araújo et al., 2021; Costa et al., 2021; Silva & Silva, 2022), como por exemplo, a curto-circuitagem do trabalho do aluno e/ou a retirada temporária da autonomia que lhe é dada; existem alguns momentos da mediação do professor que requer o recurso a tais práticas com vista a quebrar as



tendências de desvios de aprendizagem, pois, principalmente em situações de fadiga, os alunos são capazes de simularem envolvimento na resolução da tarefa-desafio ou parte dela de modos a iludir o professor enquanto o tempo avança, tal como verificou-se pela desistência dos alunos de dois grupos na busca de solução para a tarefa-desafio por via de operações matemática desde as primeiras tentativas falhadas. Deste modo, urge a necessidade da vigilância do professor e a coleta contínua dos dados de modos a evitar igualmente que alunos simulem informações ou resultados a partir das apresentações dos outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Refletir sobre as práticas de ensino através de informações coletadas de dentro da sala de aula constitui uma temática atual e desafiadora, pois, permite não apenas expressar sobre os sucessos alcançados, como também refletir sobre o trabalho docente segundo uma perspectiva de desenvolvimento profissional, assim como apresentar fundamentos teórico-práticos transponíveis e/ou adaptáveis para contextos análogos e/ou diferentes centrados no envolvimento do aluno na construção de suas próprias aprendizagens focadas no desenvolvimento pessoal e/ou profissional através da ciência. É nesse contexto que se destaca a importância das práticas epistêmicas dos alunos como uma perspectiva capaz de os transformar em cidadãos reflexivos em diferentes temáticas sobre ciência, tecnologia e sociedade.

No caso específico da associação angular de espelhos planos em contexto experimental através de materiais de baixo custo, pese embora um estudo várias vezes refletido, importa realçar a perspectiva abordada em função às características da mediação docente e seus reflexos nas práticas epistêmicas dos alunos, destacando a satisfação final por eles apresentada pela simples forma de construir uma fórmula física que os permitiu interpretar de forma prática um fundamento físico relacionado à montagem cinematográfica.



REFERÊNCIAS

- Araújo, F. M., Lopes, J. B., Soares, A. A., & Cravino, J. (Maio-Agosto de 2019). Eficácia da mediação do professor no ensino da estrutura corpuscular da matéria. *Comunicações*, pp. 259-276. <https://doi.org/10.15600/2238-121X>
- Araújo, M. N. (2014). *Ensinando óptica no ensino fundamental e médio: o uso de experimentos no ensino de Física*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- Bo, W. V., Fulmer, G. W., Lee, C. K.-E., & Chen, V. D.-T. (10 de Agosto de 2018). How Do Secondary Science Teachers Perceive the Use of Interactive Simulations? The Affordance in Singapore Context. *Journal of Science Education and Technology*, pp. 550-565. <https://doi.org/doi.org/10.1007/s10956-018-9744-2>
- Borrajó, T. B., & Coelho, A. d. (2017). Uma proposta investigativa para o ensino de associação de espelhos planos. Em C. R. Muniz, E. M. Vidal, & M. S. Cunha, *I Interpolos do MNPEF no Ceará: criando estratégias para o ensino de Física*. Fortaleza.
- Branco, M. J. (2018). *Desenvolvimento das práticas de mediação dos professores em contexto de ensino de Ciências Físicas*. Vila Real : Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Branco, M. J. (2018). Melhoria de práticas de ensino de C&T ao longo do tempo recorrendo a um processo de reflexão assente na mobilização articulada de Narrações Multimodais como ferramenta de ajuda. Em J. B. Lopes, C. Viegas, & A. Pinto, *Melhorar práticas de ensino de Ciências e Tecnologia* (pp. 227-238). Lisboa : Edições Sílabo.
- Brum, W. P. (2015). Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa no ensino de matemática: uma investigação na apresentação do tema volume do paralelepípedo a partir da ideia de eclusa. *Aprendizagem Significativa em Revista*, pp. 50-74.
- Carmo, A. K. (2012). *Atividades experimentais no ensino de óptica com materiais de baixo custo aplicado no segundo ano do ensino médio*. Aracati-CE: Universidade Federal do Ceará .
- Cavadas, B., & Aboim, S. (22 de Fevereiro de 2021). Using PhET™ interactive simulation plate tectonics for initial teacher education. *GeoScience Communication*, pp. 43-58. <https://doi.org/doi.org/10.5194/gc-4-43-2021>
- Christodoulou, A. (2012). *The science classroom as a site of epistemic talk: two case studies of teachers and their students*. University of Southampton : King's College London .



- Conley, S. N., Tabas, B., & York, E. (9 de Novembro de 2022). Futures labs: a space for pedagogiies of responsible innovation. *Journal of responsible innovation*, pp. 1-21. <https://doi.org/10.1080/23299460.2022.2129179>
- Costa, C., Cabrita, I., Martins, F., Oliveira, R., & Lopes, J. B. (21 de Dezembro de 2021). Qual o papel dos artefatos digitais no ensino e na aprendizagem da Matemática? *Ciência com vida*, pp. 29-44. <https://doi.org/0.48528/vt67-1729>
- Costa, C., Cravino, J. P., & Lopes, J. B. (2021). O software educativos nos processos de ensino e aprendizagem de Física. *Indagatio Didactica Universidade de Aveiro, 13 (1)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.34624/id.v13i1.23852>
- Cunha, A. E. (2017). Teacher mediation for productive engagement of students in experimental activities. Em J. B. Lopes, C. Viegas, E. Cruz, & A. Barbot, *Teaching Science: contributions of research for planning, practice and professional development* (pp. 101-118). New York: Nova.
- Cunha, A. E., & Marques, C. (2018). Lidar com situações inesperadas em sala de aula . Em J. B. Lopes, C. Viegas, & A. Pinto, *Melhorar práticas de ensino de ciências e tecnologia* (pp. 101-111). Lisboa: Edições Sílabo.
- Galdino, D. d. (2022). *As histórias em quadrinhos e suas potencialidades na mediação do conceito de Óptica Geométrica no Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Piauí (UFPI), Centro de Ciências, Pós-Graduação em Ensino de Física, Teresina.
- Grapin, S. E., Haas, A., Llosa, L., Wendel, D., Pierson, A., & Lee, O. (13 de Janeiro de 2023). Multilingual learners' epistemologies in practice in the context of computational modeling in an elementary science classroom. *Journal of Reaserch in Science Teaching*, pp. 1998-2041. <https://doi.org/10.1002/tea.21850>
- Lobo, R. L. (2021). *O banco óptico como ferramenta lúdica para o ensino de Óptica Geométrica*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física , Fortaleza .
- Lopes, J. B. (2017). Researching Science Teaching Practices in the Classroom over Two. Em J. B. Lopes, J. P. Cravino, E. d. Cruz, & A. Barbot, *Teaching Science: contributions of research for planning, practice and professional development* (pp. 1-26). New York: Nova.
- Lopes, J. B., & Cunha, A. E. (2017). Self-directed professional development to improve effective teaching: Key points for a model. *Teaching and Teacher Education, 68* , pp. 262-274.
- Lopes, J. B., Silva, A. A., Cravino, J. P., Clara Viegas³, A. E., Saraiva, E., Branco, M. J., . . . Santos, C. A. (2012). Instrumentos de ajuda à mediação do professor para promovera aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento profissional dos professores. *Sensos* , pp. 125-171.



- Lopes, J. B., Viegas, M. C., & Pinto, J. A. (2019). *Multimodal Narratives in Research and Teaching Practices*. Hershey PA, USA: IGI Global .
- Marques, C. (2017). Formative situation as a tool to plan teaching. Em J. B. Lopes, E. d. Cruz, & A. Barbot, *Teaching Science: contributions of research for planing, practice and professional developmente* (pp. 29-44). New York : Nova.
- Moreira, A. M. (2018). Uma análise crítica do ensino da Física . *Estudos avançados* , pp. 73-80.
- Moreira, M. A. (10 de Outubro de 2022). Aprendizagem ativa com significado. *Espaço pedagógico*, pp. 405-416. <https://doi.org/10.5335/rep.v29i2.13887>
- Moro, F. T. (2021). *Mentoring e o ensino de ciências: formação continuada nos anos finais do ensino fundamental com foco em atividades experimentais* . Universidade : Universidade do Vale do Taquari.
- Nunes, F. N. (2015). *Práticas experimentais de óptica para alunos do ensino fundamental utilizando material de baixo custo*. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido.
- Nzau, D. K. (2018). Desenvolver uma tarefa específica com professores para melhorar ensino em sala de aula . Em J. B. Lopes, C. Viegas, & A. Pinto, *Melhorar práticas de ensino de Ciências e Tecnologia* (pp. 85-100). Lisboa : Edições Sílabo.
- Oliveira, D. V. (2022). *O modelo de rotação por estações como estratégia para o ensino de conceitos de Ótica Geométrica*. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós Graduação em Física, Maceió.
- Oliveira, F. d. (2020). *Laboratório virtual como ferramenta estratégica na aplicação da sequência didática interativa no ensino de Biologia com enfoque na obesidade*. Vitória de Santo Antão : Universidade Federal de Pernambuco.
- Pereira, A. B., & Gomes, J. L. (s.d.). O ensino de Óptica através da experimentação: Uma abordagem de conceitos da associação de espelhos planos . *III CONEDU- Congresso Nacional de Educação* . Instituto Federal de Pernambuco – Campus Pesqueira .
- Pereira, A. B., Silva, M. G., & Silva, O. d. (2016). Laboratório demonstrativo: O uso da experimentação para o ensino da associação de espelhos planos . *III Congresso Internacional da Licenciaturas COINTER-PDVL2016*.
- Sarabando, C. M. (2016). *As Simulações Computacionais na Aprendizagem dos conceitos de Peso e de Massa no Ensino Básico*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Saraiva, E., Cunha, A. E., Santos, C. A., Lopes, J. B., & Cravino, J. P. (11 de Maio de 2017). Papel da mediação do professor na promoção do trabalho epistémico dos



-
- alunos durante o uso de simulações computacionais. *Metodologias de ensino da Física*, pp. 51-58.
- Saraiva, E., Lopes, J. B., & Cravino, J. P. (Dezembro de 2018). As representações visuais na construção do conhecimento científico em sala de aula. *Indagatio Didactica*, pp. 147-163.
- Saraiva, E., Lopes, J. B., Cravino, J. P., Santos, C. A., & Cunha, A. E. (28 de Dezembro de 2021). Teacher mediation of students learning using visual representations displayed by computer simulations. pp. 1-10.
- Silva, E. P., & Silva, F. C. (27 de Janeiro de 2022). Da simulação computacional ao uso das representações visuais: desenvolvendo práticas epistêmicas em aulas de Química. *Educação*, pp. 1-25.
- Sousa, A. C., Silva, E. D., Rocha, A. S., & Gomes, É. C. (2018). Unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS): a importância para as aulas de Óptica Geométrica no estado do Tocantins. *Aprendizagem Significativa em Revista*, pp. 1-20.
- Souza, V. B., Silva, L. F., Vicente, R. T., Cerqueira, N. A., Gallo, D. P., Lima, A. C., & Bartolazzi, V. T. (Fevereiro de 2022). Análise comparativa do lançamento de uma bola de futebol americano utilizando modelos matemáticos e computacionais. *Brazilian Journal of Development*, pp. 12446-12465.
- Vasconcelos, I. N. (2021). *Engajamento dos alunos e sua relação com o desenvolvimento de práticas epistêmicas em aulas de Ciências*. São Paulo: Universidade de São Paulo.