



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 12, Issue, 12, pp. 61041-61044, December, 2022

<https://doi.org/10.37118/ijdr.26033.12.2022>



CASE REPORT

OPEN ACCESS

QUALITATIVE ANALYSIS OF THE USE OF VIRTUAL LABORATORIES AND DIDACTIC VIDEOS IN PHYSICS CLASSES

M. G. S. N. Perreira, E. L. Oliveira, L. L.L. Sousa and J. Costa e Silva*

Membro do grupo de pesquisa MATIEF, Departamento de Ciências Naturais, Matemática e Estatística, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 17th September, 2022

Received in revised form

04th October, 2022

Accepted 11th November, 2022

Published online 25th December, 2022

KeyWords:

Laboratório virtual; Aprendizagem;

Phet; OVA.

*Corresponding author: J. Costa e Silva

ABSTRACT

Este artigo apresenta uma proposta de uso dos vídeos e dos laboratórios virtuais para motivar e dinamizar as aulas de Física. A metodologia escolhida para uso destes recursos foi a sala de aula invertida, com atividades realizadas em dois encontros. O conteúdo escolhido foi o de circuitos elétricos. O público-alvo desta pesquisa foram alunos do 3º ano do Ensino Médio que nunca tiveram contato com laboratórios virtuais, mas com possibilidade de acesso à essa tecnologia. Foram aplicados questionários qualitativos para avaliar o uso destes recursos. Os resultados mostraram que foi possível identificar uma maior motivação e autonomia em estudar o apontamento. O professor foi capaz de identificar possíveis pontos de maior dificuldade.

Copyright©2022, M. G. S. N. Perreira et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: M. G. S. N. Perreira, E. L. Oliveira, L. L.L. Sousa and J. Costa e Silva. 2022. "Qualitative analysis of the use of virtual laboratories and didactic videos in physics classes", *International Journal of Development Research*, 12, (12), 61041-61044.

INTRODUCTION

Para uma maior compreensão da Física, é importante que os estudantes tenham competências relacionadas ao uso das diferentes ferramentas matemáticas, à compreensão e interpretação das leis e das teorias. Tudo isso para melhor compreender a natureza que nos cerca. O novo Ensino Médio traz consigo a necessidade de readequação docente e da forma como ensinar, desenvolvendo competências e habilidades, dentro de uma perspectiva mais independente e reflexiva. Muitas vezes, a Física é vista como disciplina difícil, com aulas centradas na matematização, sem conexão com o cotidiano, gerando desmotivação e pouca participação dos discentes nas aulas (FREIRE, 2007). Os avanços tecnológicos chegam gradativamente em todos os setores da sociedade, e a educação não pode ficar à margem desse processo, sendo de suma importância a inserção dos recursos tecnológicos ao processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os estudantes explorem os fenômenos científicos. Neste contexto, o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) como, por exemplo, os Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA) e Ambientes Virtuais (AVA) pode ser uma alternativa para suprir as dificuldades citadas e tentar estimular o interesse dos alunos pela ciência. Tais ferramentas fornecem representações virtuais de objetos reais usados em laboratórios físicos, proporcionando mais dinamismo ao fluxo de informação entre estudantes e docentes, além disso, pode

oferecer aos estudantes a oportunidade de visualizar vários conceitos abstratos e fornece visualização e habilidades de análise gráfica. Escórcio (2018) afirma que o uso de experimentos reais ou virtuais pode contribuir para amenizar essa situação, pois o experimento desperta a curiosidade e estimula o debate científico, tornando o aprendizado mais rico e desperta o um senso crítico no discente. Nersessian (1991) aborda a importância das aulas práticas laboratoriais e acredita que está no cerne da aprendizagem da ciência. Clough (2002) declara que as experiências de laboratório tornam o conhecimento aplicado e Santos (2019) enfatiza que seu uso oportuniza o alcance de conhecimentos e de compreensão dos conteúdos. É importante aglutinar a teoria e a prática laboratorial, de forma que uma complemente a outra, pois a prática permite que o discente visualize os fenômenos estudados e assim haja uma melhor compreensão dos fenômenos (SANTOS, 2019). No entanto, são poucas escolas que possuem laboratórios físicos, além disso, na sua maioria são utilizados com o acompanhamento dos professores, não permitindo que o aluno possa testar suas hipóteses, devido a preocupação de ocasionar danos aos experimentos, em razão aos altos custos de manutenção. Outro fator que intervém é a limitação de horários dos laboratórios, que só podem ser utilizados em horários em que a escola está funcionando, diferentemente dos laboratórios virtuais onde não há essa problemática. Os alunos podem acessar a qualquer hora e de qualquer lugar que tenha acesso à internet, removendo as dificuldades como disponibilidade do docente para

acompanhar a realização das atividades experimentais, precariedade de materiais, falta de espaço e de recursos humanos apropriados (BUENO, 2008). Dentro deste contexto, o projeto PhET Interactive Simulations (*Physics Education Technology*), oferece simulações interativas gratuitas de física, química, matemática e biologia, através do *site* da Universidade do Colorado Boulder (<https://phet.colorado.edu/>), pode ser utilizado como ferramenta didática para os estudantes fazerem conexões entre fenômenos reais, ciência e o conhecimento científico em geral (PERKINS et al., 2006; CARRARO, 2014). As simulações são ambientes animados, interativos e cada simulação acompanha vários materiais complementares que mergulham os alunos em uma investigação guiada baseada em atividade de aprendizagem, permitindo assim que o aluno observe a aplicação dos conceitos, leis e teorias que não seria possível somente com aulas teóricas, facilitando a compreensão dos princípios das Ciências. Uma qualidade desse objeto virtual é que apresenta muita fidelidade às práticas realizadas em um laboratório real físico tradicional e além disso, permite explorar cenários irreais; por exemplo, removendo completamente a Força Gravitacional, permitindo que os alunos testem suas habilidades mentais em mais cenários (WIEMAN et al., 2008). Na literatura, há vários trabalhos que testaram e constataram a efetividade do PhET para o ensino de física (WIEMAN et al., 2008). Feitosa e Lavor (2018) utilizaram simulações da plataforma PhET para o ensino de ensino de circuitos elétricos para 11 jovens universitários na região do semiárido potiguar, e obtiveram resultados indicando que oitenta por cento dos alunos envolvidos ficaram satisfeitos e os demais ficaram parcialmente satisfeitos com o roteiro e com a aprendizagem. Neste trabalho relatamos a experiência do uso de vídeos e da implementação de laboratórios virtuais, o PhET, como complemento às aulas teóricas do conteúdo de circuito elétrico para os alunos do 3º ano do ensino médio com o objetivo de facilitar a compreensão no processo de construção do conhecimento através de diferentes atividades em ambientes virtuais de aprendizagem. Foi utilizado a metodologia da sala de aula invertida, onde o conteúdo era previamente disponibilizado para os alunos de forma que na sala de aula as discussões aconteciam de forma mais ativa e os dados foram obtidos por meio de perguntas abertas.

Concepção Pedagógica: A concepção pedagógica utilizada foi a sala de aula invertida, que é uma proposta fundamentada em mesclar o ensino presencial e o ensino a distância, buscando novos meios de interação, aprendizagem e possibilitando o desenvolvimento do senso crítico dos alunos. Segundo (MORAN, 2017), a metodologia da sala de aula invertida traz uma abordagem diferente do ensino tradicional, onde a sala de aula serve para o professor fazer discussões, resoluções de exemplos, atividades de simulação, projetos, trabalhos em grupos e debates. Desta forma, o professor tem o papel de mentor dos estudantes. Na sala de aula invertida, o acesso ao conteúdo acontece inicialmente em casa. É neste local que o aluno estuda todo o conteúdo que seria transmitido na aula, sejam eles vídeos, apostilas, atividades experimentais, simulações computacionais e/ou resolução de problemas. Todas essas opções, quando realizadas pelo aluno que, por sua vez está no controle espaço-temporal destas ações, poderá avançar a compreensão no seu tempo de aprendizagem. O que dá liberdade para voltar aquela parte ou momento de dúvida, incerteza ou de não entendimento, podendo melhorar a compreensão e a reflexão do apontamento estudado ou ter conhecimento dos entraves que impediram o avanço. Nesta perspectiva, o estudante é o centro do controle da velocidade em que o conhecimento é adquirido, saindo do modo passivo, recebendo as informações apresentadas pelo professor e se tornando um aluno ativo, com subsídios para refletir, discutir e fazer suas conclusões. Ao inverter a aula, e colocar o aluno como protagonista de sua aprendizagem, o papel do professor em sala de aula é ressignificado, como afirma Silva (2021). A sala de aula, também, ganha nova função significativa. Ela torna-se um lugar de aprendizagem ativa, assim, recomenda-se que o professor sugira aos alunos que escrevam e enviem suas dúvidas previamente para que ele possa abordá-las neste momento. É um momento de efetividade. E, por consequência, a sala de aula passa a ser um local de maior interação entre professor e aluno, beneficiando os mesmos, fazendo esse espaço um local de se trabalhar as dificuldades de aprendizagem, ao invés de aulas sequenciadas sem tempo de abstração, com o

professor no controle do apontamento e na velocidade em que ele é transmitido. Para Pavanelo (2017), a sala de aula invertida é uma modalidade *e-learning*, ou seja, uma modalidade de ensino a distância que usa diferentes recursos tecnológicos para garantir a aprendizagem. E, devido ao crescente avanço tecnológico e popularização da internet, bem como a disponibilização de novos recursos didáticos de simulação, o uso de laboratórios virtuais e vídeos educacionais. O estudante tem no celular, no *tablet* ou no computador acesso às simulações e a informações que podem garantir melhor aprendizado.

METODOLOGIA

Com o objetivo de analisar qualitativamente o uso dos laboratórios virtuais e vídeos instrutivos dentro da metodologia da sala de aula invertida, foi utilizado o simulador PhET para trabalhar apontamentos de circuitos elétricos. A aplicação da proposta aconteceu em uma turma de 3º ano do Ensino Médio, da Escola Estadual Professor Lourenço Gurgel de Oliveira, na cidade de Caraúbas-RN. Houve dois encontros, com duração média de três horas no total, com participação de nove estudantes. Os vídeos instrutivos e uma apostila com informações sobre o conteúdo foram previamente disponibilizados para os estudantes. Os vídeos tinham duração de 10 minutos, no máximo, já que alguns autores citam que, em média, esse tempo de exposição à tela são ideais para manter a atenção do aluno (ALMEIDA, 2018). No primeiro encontro inicialmente foi aplicado um questionário sobre o conteúdo previamente disponibilizado e, em seguida, foi apresentando o conteúdo de circuito elétrico usando o simulador interativo PhET. No segundo encontro foi aplicado um questionário sobre o uso de laboratórios virtuais e discutida as diferentes percepções que os estudantes tiveram. Nesse momento houve bastante discussões sobre o conteúdo explanados, os discentes participaram ativamente, fazendo relação com aplicações no cotidiano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão organizados por parte. Inicialmente com perguntas abertas sobre os circuitos elétricos, seguindo para a definição de corrente e por último a diferença entre associação em série e em paralelo. Foi feita uma análise qualitativa sobre o uso dos vídeos e do PhET como recursos.

Questionário sobre Circuito Elétrico: Aplicamos um questionário sobre o conteúdo de circuito elétrico, através da metodologia da sala de aula invertida, pelo uso de vídeos e textos, e a utilização do laboratório virtual com o objetivo de verificar se houve uma melhor compreensão dos conteúdos propostos. Na análise qualitativa das questões discursivas foi considerado o método de agrupamento, em que foi reunida as questões de maior aproximação com a solução esperada como corretas, e as de menor aproximação como erradas. No Quadro 1 são mostradas as respostas dos alunos, classificadas entre corretas e erradas.

Diante das respostas obtidas analisamos que o estudo prévio dos alunos colaborou para as respostas deles, assim responderam às perguntas de acordo com o conhecimento adquirido com a metodologia da sala de aula invertida. Dentro de nossa perspectiva, apesar de existir alguns estudantes que não conseguiram definir corretamente o circuito elétrico, ainda assim, é possível notar que as respostas usam de elementos utilizados no conteúdo, indicando certo grau de interesse e atenção, mesmo que parcialmente. Neste caso, é possível que pequenas intervenções pelo professor possam melhorar a compreensão. De todo modo, é possível notar que mais da metade dos alunos conseguem, com suas palavras, definir corretamente, utilizando de uma linguagem apropriada, em alguns casos de modo simplificado, mas, com coerência. Seguindo, no Quadro 2, a pergunta é direcionada ao conceito de corrente elétrica. As respostas indicam maior grau de acerto em mais da metade dos estudantes. Os que foram classificados como respostas erradas, não conseguiram expressar toda a proposta de reflexão sobre a proposta, contudo, elas

Quadro 1. Respostas dos alunos da pergunta ‘O que é circuito elétrico?’

CORRETAS	ERRADAS
Aluno A: <i>Ligação de vários elementos elétricos.</i> Aluno C: <i>Ligação de dispositivos elétricos como fio, bateria, lâmpada, resistor, interruptor etc.</i> Aluno E: <i>Circuitos elétricos são ligação de elementos como gerador, interruptor, bateria, realizados por meio de fios condutores permitindo a circulação da corrente elétrica.</i> Aluno F: <i>Circuito é um caminho fechado que passa a corrente elétrica.</i> Aluno H: <i>É a ligação de vários elementos, ligação da lâmpada com o fio, bateria e resistor.</i> Aluno I: <i>É um circuito fechado, ligado por vários elementos.</i>	Aluno B: <i>É o que dá o circuito nos objetos para gerar energia.</i> Aluno D: <i>É um circuito de energia que usa bateria para gerar energia.</i> Aluno G: <i>É quando os fios estão dando uma carga elétrica e provoca choque.</i>

Quadro 2. Respostas dos alunos da pergunta ‘O que é corrente elétrica?’

CORRETAS	ERRADAS
Aluno B: <i>Elétrons circulando no circuito.</i> Aluno C: <i>Movimentos dos elétrons no circuito.</i> Aluno E: <i>A corrente elétrica designa o movimento ordenado dos elétrons particularmente eletrizados, chamados ions ou prótons dentro de um sistema condutor.</i> Aluno G: <i>É a energia que passa pelos fios e a energia vai passando dentro dos fios que é ligado a uma bateria.</i> Aluno I: <i>Passagem de elétrons saindo da fonte e percorrendo todo o circuito e voltando para fonte de energia que é a bateria.</i>	Aluno A: <i>É onde passa os elétrons e forma a corrente e a corrente fica mais forte.</i> Aluno D: <i>Onde passa uma corrente elétrica por uma bateria e para passar para a lâmpada.</i> Aluno F: <i>Corrente é aquilo que vai passar pelo objeto como a lâmpada.</i> Aluno H: <i>É a corrente de elétrons que circula no circuito.</i>

Quadro 3. Respostas dos alunos da pergunta ‘O que é um circuito em série?’

CORRETAS	ERRADAS
Aluno B: <i>Tem um caminho para a corrente passar.</i> Aluno C: <i>Só tem um caminho para passar a corrente.</i> Aluno E: <i>É um circuito com duas ou mais cargas que estão sendo alimentados em série uma com a outra, ligando em sequência havendo apenas um único caminho para passagem de corrente elétrica.</i> Aluno H: <i>É um circuito simples que apenas uma corrente passar por ele.</i> Aluno I: <i>Circuito em série simples que forma apenas um caminho para a corrente passar.</i>	Aluno A: <i>É um circuito de corrente em série do fio.</i> Aluno D: <i>É quando uma lâmpada liga a uma bateria e acende.</i> Aluno F: <i>Quando cria energia para passar.</i> Aluno G: <i>Energia que vem através do gerador que esse gerador gera energia.</i>

Quadro 4. Respostas dos alunos da pergunta ‘O que é um circuito em paralelo?’

CORRETAS	ERRADAS
Aluno E: <i>O circuito em paralelo deve-se a ligação de duas ou mais cargas em que há um ponto em comum, de direção.</i>	Aluno A: <i>É um circuito que tem 2 lâmpadas e que a corrente fica mais alta em que um fio do que no outro.</i> Aluno B: <i>Mais de um caminho para a corrente passar.</i> Aluno C: <i>A corrente tem mais de um caminho para passar.</i> Aluno D: <i>É um circuito em paralelo onde não fica perto de outro.</i> Aluno F: <i>É um circuito em composto exclusivamente por componentes.</i> Aluno G: <i>É uma onda de energia ligada a várias baterias ou um gerador forte que possa aguentar.</i> Aluno H: <i>Circuito em paralelo ele é paralelo um ao outro ligando essas cargas que são lâmpadas.</i> Aluno I: <i>São lâmpadas ligadas nos elementos de maneira paralela uma a outra.</i>

ainda trazem elementos que precisam ser fortalecidos. Como por exemplo, a resposta do aluno A, indicando a corrente como um local e a falta de objetividade do aluno F, tratando a corrente como uma ‘coisa’. São situações que podem ser mais bem trabalhadas, reforçando os conceitos e como eles se apresentam. No grupo de estudantes com respostas certas, é possível notar maior compreensão. Um melhoramento no uso da linguagem científica e na conexão entre pontos específicos, como por exemplo, associar corrente elétrica à bateria. Elevando o nível de percepção, foi perguntando sobre a classificação dos circuitos em série e em paralelo, com as respostas mostradas no Quadro 3 e Quadro 4, respectivamente. Quando perguntado sobre os tipos de circuito, os estudantes ainda têm certo grau de dificuldade na definição que, por muitas vezes, não vem explícita na literatura. As respostas consideradas corretas no Quadro 3, trazem informações associadas à corrente, como geralmente é tratada. Por outro lado, os estudantes que erraram, trouxeram mais informações do que foi usado como exemplo para fortalecer conhecimentos, ou seja, puderam apontar a situação usada situação ilustrativa e não à característica que a define. Como exemplo, o aluno D, descreve o exemplo visto, composto por uma bateria e uma lâmpada. Neste caso, ele associa a definição ao que foi apresentado como circuito em série.

Talvez seja um recurso utilizado quando não se sabe definir corretamente ressaltar o que foi usado como exemplo, isso é fortalecido pelas respostas do Quadro 4, quando perguntado sobre a definição de circuitos em paralelo. há uma dificuldade clara na definição de circuito em paralelo. Em sua maioria, os estudantes não conseguiram definir corretamente, mas apresentaram características dos exemplos vistos. De certo modo, isso é importante. Mostra que houve interesse no material sem a necessidade da cobrança em sala de aula, como indica a metodologia da sala de aula invertida. Contudo, dá melhor suporte à essa necessidade de complementação das informações é um passo a ser seguido com as discussões em sala de aula. Essas percepções fortalecem o uso do recurso utilizado. Os laboratórios virtuais trazem melhor desenvolvimento. Chegar ao completo aprendizado tem seus limites, contudo, a utilização dos laboratórios virtuais, e o envio prévio de vídeos, associado a metodologia da sala de aula invertida, foi de grande importância para o entendimento dos conteúdos e aprendizado do alunado.

Questionário sobre os vídeos e PhET: Após a aula, foi aplicado um questionário com perguntas abertas sobre os objetos virtuais, a fim de mapear a relação dos alunos com esse recurso. Todos os alunos confirmaram que os vídeos previamente enviados sobre o conteúdo

contribuíram para melhorar a compreensão. Talvez pela objetividade ou pelo uso de recurso mais próximo de uma prática muito comum atualmente, que é a visualização de vídeos.

Aluno A: *Sim, ajudaram bastante para entender o conteúdo, foi bem explicativo.*

Aluno C: *Sim, ajudou bem.*

Aluno D: *Sim, ajudaram muito a entender muito bem o conteúdo.*

Aluno G: *Sim, ajuda a entender mais sobre a circulação de energia.*

A pergunta seguinte era direcionada se os estudantes já conheciam o PhET. Todos eles responderam que não tinham conhecimento sobre laboratórios virtuais, tornando àquela aula a primeira com o uso desse recurso. MENDES (2020) relata a importância de recursos didáticos que facilitam a compreensão dos alunos sobre o assunto estudado como: simuladores, roteiros, sequências didáticas, aula prática, além de experimentação. Quando perguntado se os laboratórios virtuais puderam complementar as aulas, houve unanimidade de que o PhET auxiliou o aprendizado, trazendo motivação e engajamento.

Aluno B: *Bem interessante quando usa os objetos para ajudar a entender o conteúdo ainda mais.*

Aluno D: *Acho bem legal usar objetos virtuais para o conteúdo e explicação para corrente e ver as coisas do circuito elétrico.*

Aluno G: *Muito bom, pode ser usado em experimentos e pode aprender mais.*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi proposto o uso de vídeos e do simulador virtual, o PhET, para estudar o conteúdo de circuito elétrico usando a metodologia de sala de aula invertida. Grande parte dos alunos ficaram confortáveis com o uso de tecnologias no ambiente escolar, já que é algo comum no seu cotidiano, portanto, trazê-la para a sala de aula pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem. O fato de os estudantes terem contato com o conteúdo previamente, por vídeos e pela possibilidade de uso do simulador virtual, realizando as próprias atividades, fez com que a discussão na aula na sala, acontecesse de forma mais participativa, dinâmica e construtiva. Por fim, acreditamos que o uso de vídeos e da experimentação simulada na sala de aula invertida, com orientação do docente, é capaz de estimular uma nova visão ao estudante.

Agradecimento: Agradecemos à UFERSA pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.M.; CARVALHO, A.N. Avaliação da duração das videoaulas na perspectiva dos alunos do consórcio CEDERJ, 2018. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2018/anais/trabalhos/4360.pdf>>. Acesso em :17 de maio 2022.

- BACICH, L & MORAN, J. (Orgs). Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BUENO; KOVALICZN. Regina de Souza Marques; Rosilda Aparecida. O ensino de ciências e as dificuldades das atividades experimentais. Dia a dia Educação, 2008.
- CARRARO, F.L.; PEREIRA, R.F; O uso de simuladores virtuais do Phet como metodologia de ensino de eletrodinâmica, Cadernos PDE, V. 1, 2014.
- CLOUGH, M. P. 2002. Using the laboratory to enhance student learning. In Learning Science and the Science of Learning, R. W. Bybee, Ed. National Science Teachers Association, Washington, DC, 85–97.
- ESCÓRCIO, C.R. utilização do software phetsimulation como ferramenta de incremento no ensino do tema propriedade dos gases, 2018. Disponível em: <<https://rosario.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/2408/1/Cl%C3%A1udioEsc%C3%B3rcio.pdf>>. Acesso em: 05 de maio 2022.
- FEITOSA, M. C.; LAVOR, O. P. ensino de circuitos elétricos com auxílio de um simulador do phet. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 125-138, 2020. DOI: 10.26571/reamec.v8i1.9014. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9014>. Acesso em: 14 jul. 2022.
- FREIRE, J. C.A; E.C. Ricardo, A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório, Rev. Bras. Ensino Fis. 29 (2007).
- SANTOS, J.M.N.; A utilização do laboratório virtual PHET para o ensino de Física no nono ano do ensino fundamental, 2019. Disponível em: <<https://www.ri.unir.br/jspui/bitstream/123456789/2884/1/JOS%C3%89%20MAUR%C3%8dCIO%20NERIS%20DOS%20SANTOS.pdf>>. Acesso em 12 de maio de 2022.
- MENDES, T. C.; SOUZA FILHO, M. P. Análise do influxo de um programa estatístico no ensino de física por meio da engenharia didática. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 11546-11554, 2020.
- MORAN, J.; BACHICH L. Metodologias Ativas para uma educação inovadora, 2017.
- NERSESSIAN, N. J. 1991. Conceptual change in science and in science education. In History, Philosophy, and Science Teaching, M. R. Matthews, Ed. OISE Press, Toronto, Canada, 133–148.
- PAVANELO, E; LIMA, R. Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bolema/a/czkXrB369jBLfrHYGLV4sbb/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 28 de abril de 2022.
- Perkins, K.; Adam, W.; Dubson, M.; Finkeilstein, N.; Reid, S.; Wieman, C. & Lemaster, R. Phet: interactive simulations for teaching and learning physics. *The Physics Teacher*, 44, 18-23, 2006.
- SILVA, M.C.B.S. Título do artigo Sala de aula invertida: Reconstruindo o processo de ensino e de aprendizagem por meio de uma metodologia ativa, 2021. Disponível em: <<file:///C:/Users/Corrinha/Downloads/712-Article%20Text-3772-2-10-20210524.pdf>>. Acesso em 21 de junho de 2022.
- Wieman, C. E., Adams, W., & Perkins, K.; PhET: Simulations that enhance learning. *Science Education Forum*, 322(5902), 682-683 (2008).
