

Uso de simulações computacionais em aulas de Física: uma Revisão Sistemática de Literatura – RSL

Use of Computer Simulations in Physics Classes: A Systematic Literature Review - RSL

Uso de simulaciones por computadora en las clases de Física: una revisión sistemática de la literatura - RSL

Cristiana Maria dos Santos Silva (cristiana.maria.santos68@aluno.ifce.edu.br)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Brasil.

Mairton Cavalcante Romeu (mairtoncavalcante@ifce.edu.br)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Brasil.

Maria Cleide da Silva Barroso (ccleide@ifce.edu.br)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Brasil.

Resumo: Este artigo tem como objetivo compreender as potencialidades da utilização de simulações computacionais, descrevendo características apontadas a partir da análise de produções científicas que despertem o interesse do aluno e facilite o processo de aprendizagem no ensino de Física. Para tanto, foi utilizada uma metodologia fundamentada em uma Revisão Sistemática de Literatura - RSL, com abordagem qualitativa descritiva, a partir da leitura e consultas em artigos, dissertações e trabalhos publicados em anais de congressos. A coleta de dados foi realizada através do Portal Periódicos da CAPES e *Google Acadêmico*. O período de busca foi de 2015 a 2021. Para filtrar as pesquisas, foram utilizadas palavras-chave “Simulações computacionais - Ensino de Física” (145); “Simulações computacionais *PhET* - Ensino de Física” (05) e “*Tinkercad* - Ensino de Física” (47). Foi possível identificar 197 trabalhos iniciais, somente 19 representaram uma amostra significativa. Quanto as informações, optou-se pela a análise de conteúdo, visto que se trata de uma abordagem com RSL. Desse modo, apenas 10 publicações objetivaram mapear as intenções pedagógicas da pesquisa com intuito de sintetizar o que está sendo discutido nas publicações dos últimos cinco anos. Consequente conclui-se, que foi plausível constatar a significância de apresentar nesta RSL, trabalhos que mostram o desenvolvimento das simulações virtuais fundamentados no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: simulação computacional; ensino de física; *PhET*; *Tinkercad*.

Abstract: This article aims to understand the potential of the use of computer simulations, describing characteristics pointed out from the analysis of scientific productions that arouse student interest and facilitate the learning process in Physics teaching. Therefore, a methodology based on a Systematic Literature Review - RSL was used, with a descriptive qualitative approach, based on reading and consulting articles, dissertations and works published in conference proceedings. Data collection was carried out through the CAPES

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

Periodicals Portal and Google Scholar. The search period was from 2015 to 2021. To filter the searches, keywords were used such as: “Computer simulations - Physics Teaching” (145); “Computer simulations “PhET - Teaching Physics” (05) and “Tinkercad - Teaching Physics” (47). It was possible to identify 197 initial works, only 19 represented a significant sample. As for the information, content analysis was chosen, since it is an approach with RSL. Thus, only 10 publications aimed to map the pedagogical intentions of the research in order to synthesize what is being discussed in the publications of the last five years. Consequently, it was concluded that it was plausible to verify the significance of presenting in this RSL, works that show the development of virtual simulations based on the teaching and learning process.

Keywords: computer simulation; teaching physics; PhET; Tinkercad.

Resumen: Este artículo tiene como objetivo comprender el potencial del uso de simulaciones por computadora, describiendo características señaladas a partir del análisis de producciones científicas que despiertan el interés de los estudiantes y facilitan el proceso de aprendizaje en la enseñanza de la Física. Por lo tanto, se utilizó una metodología basada en una Revisión Sistemática de Literatura - RSL, con un enfoque cualitativo descriptivo, basado en la lectura y consulta de artículos, disertaciones y trabajos publicados en actas de congresos. La recolección de datos se realizó a través del Portal de Publicaciones Periódicas de la CAPES y Google Scholar. El período de búsqueda fue de 2015 a 2021. Para filtrar las búsquedas se utilizaron palabras clave como: “Simulaciones por computadora - Enseñanza de la física” (145); “Simulaciones informáticas “PhET - Enseñanza de la física” (05) y “Tinkercad - Enseñanza de la física” (47). Fue posible identificar 197 trabajos iniciales, solo 19 representaron una muestra significativa. En cuanto a la información, se optó por el análisis de contenido, ya que es un abordaje con RSL. Así, solo 10 publicaciones tuvieron como objetivo mapear las intenciones pedagógicas de la investigación para sintetizar lo que se discute en las publicaciones de los últimos cinco años. En consecuencia, se concluyó que era plausible verificar la importancia de presentar en esta RSL, trabajos que muestren el desarrollo de simulaciones virtuales basadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Palabras-clave: simulación por ordenador; enseñanza de la física; PhET; Tinkercad.

INTRODUÇÃO

As simulações computacionais podem ser exemplos de materiais potencialmente significativos que estão ao alcance do docente, permitem que os alunos estejam sujeitos a participar de modo ativo, na busca de soluções para os problemas que lhes são propostos (MORO; NEIDE; REHFELDT, 2016).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prescreve a utilização de recursos tecnológicos que possibilite o protagonismo do educando, como é o caso das plataformas

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

virtuais *PhET*¹, *Tinkercad*², entre outros repositórios de apoio ao ensino e aprendizagem. Conhecimentos digitais devem ser desenvolvidos a partir do ensino infantil (NOVA ESCOLA, 2019). Consoante Brasil (2017),

aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica (BRASIL, 2017, p. 474).

A ciência que se aprende na escola se encontra muito distante da realidade dos nossos estudantes. Assim como também, para os currículos dos antigos e atuais cursos de formação dos professores. Esta concepção não é apenas atribuída aos conteúdos, mas também quanto a recusa no uso de metodologias de aprendizagem que se apoiam na construção coletiva do saber, no desenvolvimento da criatividade e de habilidades socioemocionais (CAVALCANTE; SANTOS, 2021).

O propósito desta pesquisa é compreender as potencialidades da utilização de simulações computacionais, descrevendo características apontadas a partir da análise de produções científicas que despertem o interesse do aluno e facilite o processo de aprendizagem no ensino de Física. Para os autores Pastorio, Alves e Fragozo (2021), a importância da utilização de ferramentas computacionais, além de proporcionar o ensino continuado, contribuem consideravelmente no desenvolvimento de atividades que oportunizam experiências de aprendizagem que não se limitam somente às salas de aula.

É sabido que o ensino de Física, ainda constitui em resoluções de listas de exercícios, por muitas vezes em leitura de textos que se apresentam nos próprios livros didáticos utilizados pelos estudantes, por meio de fórmulas matemáticas sem despertar nos aprendizes um interesse diferenciado pela ciência como algo além de equações prontas (PEREIRA *et al.*, 2017).

¹ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>. Acessado em 13 de agosto de 2021.

² O Tinkercad é uma plataforma online e gratuita de design de modelos 3D e também de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais, desenvolvida pela empresa Autodesk. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acessado em: 30 de ago. de 2021.

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

Em frente a esta problemática é premente a necessidade de novas estratégias didáticas, que associem o conteúdo ao cotidiano dos alunos. Cossetin e Frison (2021, p. 243) declaram que “[...] o professor é o responsável por organizar as atividades de estudo que primem pelas condições adequadas e que favoreçam a apropriação dos conceitos”.

Atualmente a sociedade é influenciada por consideráveis avanços tecnológico em todos os ramos da ciência. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) se apresentam como ferramentas culturais primordiais para determinar uma mudança essencial de paradigmas. “[...] Essas novas tecnologias trouxeram grande impacto sobre a Educação, criando novas formas de aprendizado, disseminação do conhecimento e especialmente, novas relações entre professor e aluno” (FERREIRA, 2014, p.15). Porém, é necessário explorar as potencialidades pedagógicas e cognitivas oportunizadas pelas TICs, para que docentes e discentes tenham uma formação crítica, reflexiva e autônoma (VARGAS; ARAÚJO, 2020).

De forma direta ou indireta, a utilização das TIC, estão inseridas no cotidiano do aluno, dessa forma torna-se indispensável a utilização desse recurso no ambiente escolar, como instrumento de apoio às disciplinas e aos conteúdos estudados, uma vez que, desperta o interesse nos aprendizes e estimulam o desenvolvimento no processo de ensino e aprendizagem.

Melo (2010), evidencia:

Este desenvolvimento tecnológico tem modificado profundamente o cotidiano das pessoas, e a escola não pode ficar alheia a essa realidade, ela precisa se adaptar e ensinar ao aluno como conviver com essas novas tecnologias (TIC’S) também dentro da escola, para que ele possa atuar como cidadão participante dentro e fora do contexto educacional. (MELO, 2010, p. 3).

Posto isto, o trabalho apresenta a importância do uso de simulações no ensino de Física, como uma ferramenta didática que pode auxiliar alunos e professores durante o processo de aprendizagem. A inserção de atividades virtuais durante as aulas de Física pode ser uma oportunidade para o educador converter o ensino baseado único e exclusivamente em aulas expositivas.

METODOLOGIA

A metodologia fundamenta-se em uma Revisão Sistemática de Literatura, com conceitos e ponderações de autores como: Ausubel (2020), Brasil (2017), Moreira (2021), Vargas e Araújo (2020), Pastorio, Alves e Frágoso (2021), Galvão e Ricarte (2019), entre outros

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

estudiosos que discutem a temática em questão. A abordagem é qualitativa, a partir da leitura e consultas em artigos, dissertações e trabalhos publicados em anais de congressos.

A coleta de dados foi realizada nas seguintes fontes: Portal Periódicos da CAPES e *Google Acadêmico*. Foram selecionados trabalhos publicados nos periódicos: *Informática na Educação: Teoria & Prática*; *Informatic In Education; Theory & Practice*; *Revista Educação e Emancipação*; *Scientia Plena*. *Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)*; *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia (TEAR)*; *Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)*; *Ensino de Ciências: Revista de Pesquisa e Experiências Didáticas*; *Scientia Plena*.

O período de busca foi de 2015 a 2021. Para filtrar a investigação, utilizou-se das palavras-chave “Simulações computacionais - Ensino de Física” (Plataforma CAPES) apareceram 145 trabalhos publicados. Em seguida foram selecionadas duas plataformas de simulações: *Phet* e *Tnkercad*, o motivo dessa escolha foi o fato delas serem gratuitas e intuitivas.

Dessa forma, a filtragem inicial foi refinada com as palavras-chave: “Simulações computacionais *PhET* - Ensino de Física” (Plataforma CAPES) foram identificados 05 trabalhos. Para concluir a análise, as últimas palavras-chave verificadas foram, “*Tinkercad* - Ensino de Física” (*Google Acadêmico*) com 47 trabalhos publicados. Desse modo, esses resultados somam um total de 197 publicações, com relação indireta com a temática desta pesquisa.

Posteriormente, foi considerado 19 publicações que representavam uma amostra significativa de indicativos que discutissem as possibilidades e limitações da utilização de simulações para o ensino de Física. Vale ressaltar que a seleção das produções científicas ocorreu mediante leitura dos títulos, resumos, percursos metodológicos e conclusão. Porém, foi concluída uma síntese e análise de apenas 10 trabalhos que contribuem para uma reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem contemporâneo despertando assim um melhor aprendizado aos alunos.

No decorrer da pesquisa, optou-se pela a análise de conteúdo, visto que se trata de uma abordagem qualitativa com Revisão Sistemática de Literatura. Tendo em vista alcançar o objetivo proposto, realizou-se uma pesquisa qualitativa descritiva. Esse tipo de abordagem se preocupa com o nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, corresponde a um

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

universo de significados, de motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes (MINAYO, 2014). Para tanto, realizou-se um levantamento sistemático da literatura em algumas bases de dados, que “é um termo genérico, que compreende todos os trabalhos publicados que oferecem um exame da literatura abrangendo assuntos específicos” (GALVÃO; RICARTE, p.58, 2019).

No decurso das leituras, as produções foram analisadas de forma a destacar em cada trabalho um recorte dos objetivos principais, procedimentos metodológicos e conclusões, visto que, a RSL consiste em uma visão panorâmica da temática investigada. Em seguida, foi realizada uma triangulação de dados para identificar potencialidades e problemas, a fim de garantir a pertinência com o tema pesquisado.

DAS PRODUÇÕES CIENTÍFICAS SOBRE O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA

Nesta seção do artigo, será feita uma condensação de 10 trabalhos selecionados (Quadro 1), incluindo artigos, dissertações e trabalhos publicados em anais de congressos da temática em estudo. Dessarte, considera-se que esses trabalhos simbolizam uma amostra significativa de indicativos, a fim de garantir sua pertinência com o tema pesquisado para o ensino de Física. Cabe destacar que se procurou organizar o quadro abaixo, por ordem crescente de período dos trabalhos com os seguintes elementos: título do trabalho científico, autor (es/as), tipo de pesquisa (dissertação ou artigo) e ano de publicação.

Quadro 1- Trabalhos que abordam a utilização de simulações computacionais no ensino de Física.

Título	Autor (es/as)	Tipo	Ano da publicação
Uma Aplicação do Software Educacional <i>PhET</i> Como Ferramenta Didática no Ensino da Eletricidade.	Francisco Vanderli de Araújo; Francisco Augusto Silva Nobre; José Adauto Andrade Junior; Claudio Rejane da Silva Dantas.	Artigo	2015
A utilização da simulação “força e movimento” da plataforma <i>PhET</i> , como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem no Ensino Médio.	Swéle Rachel da Silva; Cláudia Adriana de Sousa Melo.	Artigo	2016

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio.	Fernanda Teresa Moro; Italo Gabriel Neide; Márcia Jussara Hepp Rehfeldt.	Artigo	2016
Atividades didáticas de Física para o desenvolvimento de conteúdos conceituais e procedimentais no ensino médio.	Dioni Paulo Pastorio; Josemar Alves; Muryel Pyetro Vidmar; Inés Prieto Schmidt Sauerwein; Ricardo Andreas Sauerwein; Bruna Roberta Wagner; Diego do Nascimento Loreto; Emanoela Decian; Franciele Roani Pedro; Pedro Schmitt Neves; Willian Grecillo dos Santos; Jardel Antonio Guidolin.	Artigo	2017
Uma abordagem sobre PCHs no ensino médio como ferramenta introdutória para o ensino sobre energias renováveis.	Leo Sousa Santiago Oliveira; Fernanda Carla Lima Ferreira; Luiz Moreira Gomes.	Artigo	2019
A utilização de tecnologias e atividades experimentais no ensino de queda livre: um estudo de caso.	Vicente Kinalski Júnior.	Dissertação	2020
Uma análise das influências da cultura <i>maker</i> e <i>tinkercad</i> no ensino de Física.	Adriana de Andrade; Marcio Vinicius Corrallo.	Artigo	2020
Eletrônica Criativa: Uma estratégia metodológica para o Ensino e Aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade Híbrida de Ensino: Introdução	Marisa Almeida Cavalcante; Elio Molisani Ferreira Santos.	Artigo	2021
Interdisciplinaridade no Ensino de Física e Computação na Educação Básica: Relato de Experiência de um curso de Formação Inicial e	Veruska Ribeiro Machado; Thiago Batista Amorim; Petrus Marcelino Barros.	Artigo	2021

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

Continuada sob a Perspectiva na Construção de Experimentos.			
Uso de simulações computacionais em aulas de Física: um estudo sobre a sua influência no processo de aprendizagem dos estudantes com deficiência.	Patrícia Sousa Carvalho; Ana Carolina Sales Oliveira.	Artigo	2021

Fonte: Autores (2021).

O trabalho de Araújo *et al.* (2015), de título **Uma Aplicação do Software Educacional PhET Como Ferramenta Didática no Ensino da Eletricidade**, tem como objetivo avaliar possibilidades e limitações do Portal Tecnologia Educacional em Física (*PhET*) nas aulas de Física, investigando melhorias na aprendizagem de conceitos básicos de eletricidade, a luz da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e do uso das TIC.

A pesquisa é de natureza qualitativa, uma vez que o propósito não foi quantificar a fala dos educandos, e sim ressaltar o modo como eles relatavam o objeto de pesquisa. Para isso, foi aplicado um questionário com o intuito de registrar os conhecimentos prévios dos alunos. Durante todo o processo foi produzido um Diário de Campo, onde foi caracterizado tanto os avanços dos alunos, sobre a temática de eletricidade, como a motivação dos mesmos para assimilar o conteúdo proposto, e ainda sua percepção sobre o uso do Portal *PhET - Interactive Simulations* da Universidade do Colorado. Para finalizar, foram realizadas entrevistas com uma parcela dos alunos, o que aperfeiçoou as percepções do Diário de Campo (ARAÚJO *et al.*, 2015).

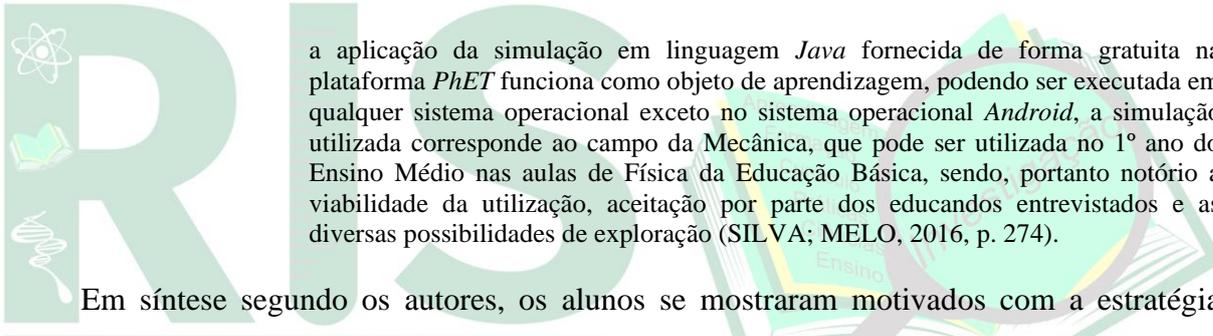
De acordo com os autores, o uso das Tecnologias Digitais de Comunicação - TIC, em particular do Portal *PhET*, influenciou satisfatoriamente os aprendizes a um melhor aprendizado sobre os conteúdos de eletricidade apontados nesta pesquisa. Para Araújo *et al.* (2015), o uso desta plataforma pode contribuir significativamente na percepção dos demais conteúdos de Física, além de estimular o interesse e motivação dos estudantes no processo de aprendizagem.

O artigo de Silva e Melo (2016) intitulado **A utilização da simulação “força e movimento” da plataforma PhET, como recurso didático no processo de ensino-**
 Recebido em: 12/20/2021
 Aceito em: 01/06/2022

aprendizagem no Ensino Médio. O estudo tem como propósito, divulgar junto aos professores de Física da série inicial do Ensino Médio a utilização de objetos de aprendizagem fundamentados nas TICs.

Na metodologia foi realizada a aplicação de uma sequência didática sobre a temática “Trabalho de uma força”, utilizando-se a simulação disponível na Plataforma *PhET*. O estudo foi dividido em quatro etapas: a catalogação de simulações disponíveis para a área da Mecânica na plataforma *PhET*; a construção de dois questionários direcionado aos estudantes e o outro ao professor para investigar suas opiniões com relação ao conhecimento acerca dessa ferramenta didática, e por último a aplicação da simulação em uma sala de 1º ano do Ensino Médio (SILVA; MELO, 2016).

Conforme Silva e Melo (2016);



a aplicação da simulação em linguagem *Java* fornecida de forma gratuita na plataforma *PhET* funciona como objeto de aprendizagem, podendo ser executada em qualquer sistema operacional exceto no sistema operacional *Android*, a simulação utilizada corresponde ao campo da Mecânica, que pode ser utilizada no 1º ano do Ensino Médio nas aulas de Física da Educação Básica, sendo, portanto notório a viabilidade da utilização, aceitação por parte dos educandos entrevistados e as diversas possibilidades de exploração (SILVA; MELO, 2016, p. 274).

Em síntese segundo os autores, os alunos se mostraram motivados com a estratégia distinta ao modelo tradicional de ensino, onde o método da aprendizagem deixa de estar apenas na abordagem verbal do educador passa a ser um processo de aprendizagem mais atrativo e construtivo.

No estudo de Moro, Neide e Rehfeltdt (2016), que tem como título **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio.** A pesquisa buscou investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes no tópico transferência de energia térmica.

No percurso metodológico, “partindo das vivências profissionais da prática de um dos autores, surgiu o questionamento: Como articular atividades experimentais e simulações por computadores, para a compreensão das formas de transferência de energia térmica?” (MORO; NEIDE; REHFELDT, 2016, p. 993). Dessa forma, os autores elaboraram vários objetivos para a pesquisa. Para alcançar tais propósitos, foram desenvolvidas três atividades experimentais sobre condução, convecção e radiação, em sala de aula.

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

Na prática experimental foi adotado um diário de bordo, método da investigação qualitativa, onde consiste em observações do pesquisador como, fotos e atividades dos estudantes. Vale salientar que as atividades experimentais foram planejadas buscando sua interação com as simulações disponíveis, enfatizando as relações entre as atividades realizadas com material concreto e as explorações advindas das simulações do *Energy2D - Interactive Heat Transfer Simulations for Everyon do National Science Foundation -The Concord Consortium* (EUA)³ e do *Simulation*, da Universidade do Colorado (EUA).

No trabalho, foram utilizadas três simulações computacionais. E por fim, os aprendizes em duplas, produziram um Mapa Conceitual (utilizando o programa *Cmap Tools*) que simultaneamente com o diário de bordo, filmagens, atividades experimentais, simulações virtuais e questionário semiestruturado mais um mecanismo para auxiliar e analisar se a proposta metodológica potencialmente significativa para os alunos (MORO; NEIDE; REHFELDT, 2016).

Para os autores Moro, Neide e Rehfeldt (2016), as práticas experimentais, reais e virtuais são uma possibilidade para envolver e motivar os aprendizes nas temáticas propostas. Visto que, podem romper com o formalismo existente na estrutura curricular das escolas. Ao final da pesquisa, foi disponibilizado um produto educacional para amparar os demais educadores em suas práxis pedagógicas.

Posteriormente, outro trabalho que merece destaque é o artigo **Atividades didáticas de Física para o desenvolvimento de conteúdos conceituais e procedimentais no ensino médio**, de Pastorio *et al.* (2017). Os autores procuraram investigar em que medida atividades didáticas de Física de resolução de problemas mediada por simulações computacionais contemplam o desenvolvimento dos conteúdos conceituais e procedimentais em alunos do ensino médio.

Consoante Pastorio *et al.* (2017), a pesquisa foi estruturada nas seguintes etapas: desenvolvimento de oficinas que abordaram a elaboração de Atividades Didáticas (AD) de Resolução de Problema (RP) de Física (mediada por simulações computacionais), com o intuito de desenvolver os tipos de conteúdo abordados, e elaboração, implementação e avaliação de

³ Disponível em: <http://energy.concord.org/>. Acessado em: 13 de ago. 2021.

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

atividades didáticas. As oficinas foram realizadas quinzenalmente e estruturadas em dois momentos: presencial, em que foi explanado o assunto da oficina, onde ocorreu a realização e discussão de atividades pelos participantes; e a distância, em que os participantes realizaram nova atividade de leitura e análise de referenciais teóricos relacionados aos temas. De acordo com Pastorio et al. (2017):

Os resultados indicam que a estruturação proposta nas atividades didáticas permitiu, em parte, desenvolver os conteúdos conceituais e procedimentais nesse contexto. Entretanto, não foi possível identificar o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais, devido ao seu caráter mais geral (PASTORIO et al., 2017, p. 1135).

O trabalho de Oliveira, Ferreira e Gomes (2019), intitulado **Uma abordagem sobre PCHs no ensino médio como ferramenta introdutória para o ensino sobre energias renováveis**, soma-se a esta pesquisa enfatizando no ensino sobre pequenas centrais hidrelétricas como um assunto gerador inicial para a abordagem dos conceitos físicos de Hidrostática, Hidrodinâmica e Eletromagnetismo para alunos no ensino médio da rede pública estadual de ensino.

A metodologia deste trabalho, foi mediante uma análise qualitativa e quantitativa onde foram utilizados questionários sobre energias renováveis e, especificamente, sobre os conhecimentos prévios que os alunos possuem (ou não) a respeito das Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs. Para a coleta de dados, aplicou-se o Termo de Assentimento Livre e Esclarecimento (TCLE) com os estudantes envolvidos na pesquisa. O Quadro 2, apresenta o desenvolvimento do trabalho realizado em cinco etapas (OLIVEIRA; FERREIRA; GOMES, 2019).

Quadro 2 - Etapas desenvolvidas no percurso metodológico das aulas.

Etapas	Atividades
01	Realização de um questionário inicial (triagem) com alunos e professores da disciplina Física.
02	Abordagem sobre energias renováveis com o foco nas PCHs. Como ferramenta foram utilizadas as simulações virtuais Hidrostática e Hidrodinâmica, Eletricidade e Magnetismo e PCHs com o uso do <i>Software Phet</i> . As turmas foram divididas em dois grupos (A e B). No caso do grupo B (piloto), as aulas foram realizadas sem a simulação virtual.
03	Realização de provas para aferir o rendimento dos alunos dos grupos A e B.

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

04	Aplicação de um 2º questionário, para averiguar o nível de compreensão crítica dos alunos sobre as PCHs, com o intuito de analisar possíveis mudanças nas concepções dos aprendizes comparadas ao 1º questionário.
05	Análise dos resultados da pesquisa.

Fonte: Autores (2021), adaptada de (OLIVEIRA; FERREIRA; GOMES, 2019).

Para os autores Oliveira, Ferreira e Gomes (2019), de acordo com os resultados mostrados na pesquisa, ficou claro que os educandos e educadores não tinham um domínio significativo sobre a temática em questão. Posto isto, foi possível mostrar que é plausível através das simulações virtuais, assimilar melhor o conhecimento e interagir com os conteúdos explorados, uma vez que esse recurso integraliza teoria/prática. Sendo assim, os resultados obtidos apresentaram avanços significativos quando comparados aos resultados do grupo piloto.

Dentre os trabalhos pesquisados, têm-se a dissertação de Kinalski Júnior (2020) intitulada **A utilização de tecnologias e atividades experimentais no ensino de queda livre: um estudo de caso**. O objetivo geral desse estudo é analisar de que forma, na percepção dos alunos, as tecnologias digitais e as atividades experimentais podem contribuir para o ensino de Física, a partir da aplicação de atividades referente ao conteúdo de queda livre.

Para alcançar o objetivo proposto o autor Kinalski Júnior (2020), desenvolveu uma sequência de atividades voltadas à utilização de tecnologias e atividades experimentais, com o auxílio do *software Tracker*⁴ e de simulações da plataforma *PhET*, para explicar os conceitos de queda livre no 9º ano do Ensino Fundamental. Amparou-se como referencial teórico, na Teoria da Aprendizagem Significativa e alguns pressupostos do ensino de Física. Os procedimentos metodológicos são baseados em uma pesquisa qualitativa, especialmente no que diz respeito ao estudo de caso na perspectiva de Lüdke e André (2013); Bogdan e Biklen (1982).

Para estudo dos dados, o autor adotou o método de Análise de Conteúdo proposto por Moraes (1999). Em seguida foram aplicadas as técnicas de unitarização, categorização, descrição e interpretação. Para coleta de dados, foram utilizados dois questionários com

⁴ É uma ferramenta gratuita de modelagem e análise de vídeo baseada na estrutura Java Open Source Physics (OSP). Ele é projetado para ser usado no ensino de Física. Disponível em: <https://translate.google.com/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=https://physlets.org/tracker/&prev=search&pto=aue>. Acessado em: 06 set. de 2021.

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

questões abertas e fechadas para identificar as percepções dos alunos. Ressaltar que, os registros dos participantes durante as atividades e as observações do pesquisador efetuadas em sala de aula também foram utilizados para potencializar a investigação (KINALSKI JÚNIOR, 2020).

Segundo Kinalski Júnior (2020), como resultado desta investigação, foi observado na percepção dos alunos, que o uso de tecnologias e atividades experimentais contribui na compreensão dos conteúdos, despertando o interesse e a curiosidade destes, no aprendizado de Física.

As concepções dos estudantes sobre o conceito de queda livre foram modificadas no decorrer da aplicação das atividades, principalmente no que se refere à influência da gravidade e da resistência do ar no tempo de queda de um corpo. Os alunos também observaram, com o auxílio da simulação computacional da plataforma *PhET* e dos resultados obtidos na atividade experimental desenvolvida com o *software Tracker*, que a massa de diferentes corpos não influencia no tempo de queda (KINALSKI JÚNIOR, 2020, p.5).

A pesquisa de Andrade e Corrallo (2020), com o título **Uma análise das influências da cultura maker e tinkercad no ensino de Física**, tem como objetivo mapear as intenções pedagógicas dos autores de trabalhos acadêmicos, publicados nos últimos cinco anos, sobre o ambiente virtual *Tinkercad*, em apoio ao ensino de Física.

A metodologia deste artigo se fundamenta em uma pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa, alicerçada nos princípios da Teoria das Representações Sociais - TRS, a partir da seleção de 56 resumos de trabalhos entre o período de 2015 e meados de 2020. Buscou-se reconhecer a influência da cultura *maker*, bem como a similaridade com os documentos oficiais (ANDRADE; CORRALLO, 2020).

Para Andrade e Corrallo (2020), os resultados apontaram uma forte aproximação dos discursos dos autores com os temas que valorizam a participação ativa do educando durante o processo de ensinagem. Porém, faz-se necessário estudos mais expandidos, para que se consiga estabelecer difundir melhor a temática analisada.

O artigo de Cavalcante e Santos (2021) que tem como título, **Eletrônica Criativa: Uma estratégia metodológica para o Ensino e Aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade Híbrida de Ensino: Introdução**, apresenta uma proposta metodológica e recursos didáticos para o ensino híbrido de conteúdos e conceitos na área de eletricidade e eletrônica, integrando arte, ciência e cultura.

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

A pesquisa foi aplicada em dois cursos de formação continuada para professores do ensino básico da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, com carga horária de 20 horas. Sendo 12 horas de encontros síncronos, 4 horas de atendimento personalizado online e 4 horas de atividades assíncronas. O planejamento das atividades foi alicerçado no modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*)⁵. Os cursos foram realizados remotamente em 2020 e deu origem a publicação de um livro digital interativo que contém atividades, em diferentes áreas de conhecimento, mediado por diferenciadas tecnologias que podem ser aplicadas em sala de aula, tanto no formato presencial como virtual (CAVALCANTE; SANTOS, 2021).

Tendo por base estratégias de aprendizagem ativa, foram utilizadas dinâmicas envolvendo o desenvolvimento de narrativas aliadas à construção de painéis interativos 2D, trazendo à tona a concepção de arte interativa, onde diferentes representações do objeto surgem a partir da interação humana com a obra observada (CAVALCANTE; SANTOS, 2021, p. 1).

Para os autores a interação destes painéis é decorrente da prototipação de sistemas eletrônicos que integram sensores, atuadores e outros dispositivos controlados com Arduino, virtualmente simulados através da plataforma *Tinkercad* em aulas remotas. Com isso, o estudo integra significado para a aprendizagem de eletrônica, tornando a atividade motivadora para o aprendiz. A natureza lúdica e híbrida desta pesquisa permitiu que os professores envolvidos desenvolvessem projetos e atividades dos quais foram aplicados em suas aulas remotas (CAVALCANTE; SANTOS, 2021).

Outro artigo examinado é o de Machado, Amorim e Barros (2021), intitulado **Interdisciplinaridade no Ensino de Física e Computação na Educação Básica: Relato de Experiência de um curso de Formação Inicial e Continuada sob a Perspectiva na Construção de Experimentos**. Este trabalho teve como objetivo geral planejar, desenvolver e aplicar um curso de curta duração na modalidade de Formação Inicial e Continuada (FIC) para desenvolver os letramentos científico e digital em alunos do Ensino Médio, através do ensino de Física e computação. Machado, Amorim e Barros (2021) relatam que:

Os projetos que foram desenvolvidos pelos estudantes durante as aulas consistiam na criação de experimentos físicos através da plataforma Arduino e seus respectivos

⁵ P. Mishra e M.J. Koehler, Teach. Coll. Rec. 108, 1017 (2006).

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

sensores, utilizando conceitos de computação, programação e robótica (MACHADO; AMORIM; BARROS, 2021, p. 246)

O percurso metodológico foi centrado no desenvolvimento de projetos interdisciplinares por meio da realização de experimentos físicos produzidos pelos educandos, utilizando conceitos de computação implementados na plataforma Arduino, seus sensores e atuadores. Foi substancial organizar uma equipe multidisciplinar, integrada por docentes orientadores e discentes licenciandos na área da Física e Computação (MACHADO; AMORIM; BARROS, 2021).

Como descreve Machado, Amorim e Barros (2021), o curso FIC, intitulado “Robótica e Física para estudantes do ensino médio”, foi desenvolvido nas redes pública e privada com duração de 40h/a. Como proposta, foi empregada a aprendizagem baseada em projetos, sendo planejado em duas frentes, uma direcionada para a sala de aula com os alunos e outra para o planejamento contínuo do curso pelos professores, com os licenciandos das Áreas de Física e Computação.

De acordo com Machado, Amorim e Barros (2021), os resultados da pesquisa indicam que o desenvolvimento dos experimentos preparados pelos alunos proporcionou uma melhor aprendizagem das temáticas de Física e Computação. Também foi notado um crescente engajamento dos estudantes no decorrer das aulas, já que estes foram os propulsores de seus próprios artefatos tecnológicos, desempenhando um papel ativo na construção do próprio aprendizado.

Por fim, Carvalho e Oliveira (2021) intitulou seu trabalho **Uso de simulações computacionais em aulas de Física: um estudo sobre a sua influência no processo de aprendizagem dos estudantes com deficiência**. Esta pesquisa buscou compreender as potencialidades do uso das TICs, especialmente das simulações computacionais, para o processo de aprendizagem dos estudantes - em específico dos estudantes Público-Alvo da Educação Especial (PAEE), nas aulas de Física de uma escola regular da educação básica.

Conforme apresentado por Carvalho e Oliveira (2021), este estudo é uma abordagem de natureza qualitativa, baseada principalmente nas pesquisas de Flick (2009). Este estudo também é caracterizado como uma pesquisa participante, pois implica no envolvimento dos pesquisadores e dos pesquisados no processo. O estudo foi desenvolvido com uma turma do 1º

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

ano do Ensino Médio de uma escola pública, mediante diário de campo, questionários, atividades efetuadas pelos alunos e gravações.

A investigação foi estruturada em três etapas, sendo algumas delas realizadas simultaneamente. Na primeira etapa, foi desenvolvido um estudo do referencial teórico pertinente às potencialidades da utilização das simulações computacionais e às dificuldades do uso dessas ferramentas de aprendizagem em aulas de Física. Na segunda fase, foi elaborado um conjunto de atividades com o intuito de explanar conceitos de cinemática e dinâmica através das simulações computacionais. Questionários também foram aplicados com os educadores, buscando entender os problemas e capacidades dos estudantes PAEE. Por fim, realizou-se a coleta dos dados que, adiante, foram analisados (CARVALHO; OLIVEIRA, 2021).

Desta forma, Carvalho e Oliveira (2021) declaram que, as simulações computacionais se caracterizam como recursos relevantes para auxiliar e superar algumas limitações dos alunos com deficiência. A pesquisa realçou que estratégias didáticas associadas a tecnologias digitais são significativas para o processo de ensino e aprendizagem destes alunos. Também foi analisado pelos autores que “[...] ao longo das intervenções lúdicas, os recursos tecnológicos favoreceram o processo de aprendizagem, trazendo significado para os conceitos que os discentes estavam estudando” (p. 15). O aluno passou a ser um sujeito ativo na construção da sua própria aprendizagem. Sendo isso uma transformação importante, especialmente para os estudantes PAEE, pois estes demonstram bastante interesse em participar e interagir com as atividades propostas (CARVALHO; OLIVEIRA, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista, a síntese dessas 10 produções científicas, considera-se importante destacar algumas reflexões. Desse modo, foi observado que a quantidade de estudos, sobre “Simulações computacionais - Ensino de Física” (145) teve um quantitativo mais relevante de trabalhos. Para a procura “*Tinkercad* - Ensino de Física” (47) o quantitativo foi expressivo, comparando com a busca “Simulações computacionais *PhET* - Ensino de Física” (5), onde foi mostrado a menor quantidade de trabalhos.

Vale salientar que, considerando as dezenove (19) publicações que representavam uma amostra significativa de indicativos nas consultas e leituras sobre a utilização de simulações

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

para o ensino de Física, 52,6% dessas pesquisas estão presentes no estudo deste artigo, pois apresentam relevância no processo de ensinagem deste estudo.

Nessa perspectiva, cabe enfatizar que dos 10 trabalhos desatacados no levantamento sistemático desse estudo: 06 tem como público alvo os alunos do Ensino Médio; 01 se refere a uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental; 01 aos professores do ensino básico da Secretaria Municipal de Educação; 01 aos estudantes de graduação em Física e professores supervisores de um subprojeto de Física, e por fim um (01) artigo que não menciona nenhum público alvo em específico. Como resultado, sublinha que 70% dos trabalhos analisados, sinalizam a participação do estudante como público alvo. Recordando que todas essas produções selecionadas ancoram a utilização de simulações computacionais no ensino de Física.

Na busca cometida durante os últimos 05 anos do período entre 2015 e meados de 2021 nas fontes escolhidas para esta pesquisa, dos 10 trabalhos selecionados, apenas 01 dissertação apontada a meio das produções científicas destacadas no quadro 1. Constatando que não se tem uma produção científica mais avolumada, em formato de dissertações dentro da temática. Essa carência de pesquisas, seria uma motivação para a fomentação de mais estudos neste nível acadêmico de trabalhos científicos, visto que essas apresentam uma maior robustez na pesquisa científica.

Foi observado que 50% das produções desenvolveram suas atividades pedagógicas com base em alguma teoria de aprendizagem ou referencial epistemológico e 50% dos trabalhos não alicerçaram fundamentação teórica explícita, de acordo com o Quadro 3.

Quadro 3 - Trabalhos que se fundamentaram em Teoria de Aprendizagem ou referencial epistemológico ou sem base teórica explícita.

Teoria de aprendizagem ou referencial epistemológico ou sem embasamento.	Trabalhos	Quantidade
Aprendizagem Significativa	Araújo <i>et al.</i> , (2015); Moro, Neide e Rehfeldt (2016); kinalski júnior (2020).	03
Teoria das Representações Sociais (TRS)	Andrade e Corrallo (2020).	01
Flick	Carvalho, Oliveira (2021).	01

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

Nenhuma teoria de aprendizagem ou referencial epistemológico.	Pastorio <i>et al.</i> , (2017); Oliveira, Ferreira e Gomes (2019); Cavalcante, Santos (2021); Machado, Amorim e Barros (2021); Silva e Melo (2016).	05
---	--	----

Fonte: Autores (2021).

A ausência de alguma teoria é prejudicial ao embasamento dos trabalhos, considerando o fato que as teorias de aprendizagem objetivam reconhecer a dinâmica envolvida nos atos de ensinar e aprender, buscando novas práticas de ensino que facilitem a aprendizagem dos estudantes. Cabe ressaltar que os trabalhos ponderados abordavam a utilização de simulações computacionais para ensino de Física.

Dos 05 trabalhos (50%) mencionados com base em alguma teoria de aprendizagem ou referencial epistemológico, 03 destes têm em comum, a luz da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel como fundamento teórico para a organização das intervenções pedagógicas.

Em conformidade com Ausubel (2000, p. 1),

a aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem. Exige, quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz.

Segundo Moreira (2012) “ [...] é importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária” (p.2). Dessa forma, as condições para que uma aprendizagem venha se tornar substancialmente significativa, são duas: o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e o aluno deve apresentar uma tendência para aprender (MOREIRA, 2012).

Em resumo aos resultados dos trabalhos lapidados para esta RSL, foi plausível constatar a significância de apresentar trabalhos que mostram o desenvolvimento das simulações virtuais embasados no processo de ensinagem. Pois tanto o discente como o docente, elencam uma série de possibilidades amparadas por essas ferramentas de aprendizagens educacionais, tais como: engajamento e interatividades nas atividades, visualização do contexto nos fenômenos

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

apresentados, análise de dados em um curto intervalo de tempo e abstração nos conteúdos explanados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A RSL concluída neste trabalho, possibilita apresentar considerações pertinentes ao ensino de Física. Foi constatado através das análises de dados dos trabalhos, assim como os pressupostos apresentados pelos autores desta revisão, que a utilização de simulações computacionais como *PhET*, *Tinckercad*, entre outras, como ferramenta didática de aprendizagem resulta no aluno um avanço significativo em sua aprendizagem.

Entende-se que o uso das TIC's é relevante na busca de novas práticas pedagógicas pois, tornam-se aliadas ao ensino e aprendizado, uma vez que são inseridas e ajustadas de acordo com o que o estudante vai aprendendo. As novas tecnologias no ensino de Física são uma importante ferramenta para tornar dinâmica a aprendizagem. Se aplicada de modo responsável, apresenta diversos benefícios para os aprendizes assim como para os professores.

Entretanto, esta pesquisa com revisão de literatura, traz um pequeno recorte da produção de um quantitativo de 10 trabalhos publicados nos últimos cinco anos sobre o uso de simuladores virtuais no aprendizado de Física. Dessa maneira, entende-se que as publicações encontradas apresentam desafios quanto aos processos de ensino e de aprendizagem em Física, uma vez que o uso de simulações computacionais aliada a outras atividades, podem proporcionar uma participação mais ativa dos educandos frente ao processo de aprendizagem.

Além disso, podem ainda permitir uma conexão entre o estudo do fenômeno e os experimentos de laboratório, pois possibilita que as conclusões alcançadas através das simulações sejam observadas notadamente, por inúmeras vezes e com implicações em diferentes contextos.

Deste modo, em conformidade com a utilização das simulações computacionais, as mesmas oportunizam e respeitam as diferenças dos alunos, produzindo ambientes de aprendizagem de acordo com a necessidade de cada estudante. Com base no exposto, segundo os autores supracitados nesta pesquisa, é perceptível, o grande potencial das simulações no auxílio ao processo de ensino e aprendizagem no âmbito escolar.

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.; CORRALLO, M. V. Uma análise das influências da cultura *maker* e *tinkercad* no ensino de Física. **SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO LITORAL NORTE**. 2020.
- ARAÚJO, F. V.; NOBRE, F. A. S.; ANDRADE JUNIOR, J. A.; DANTAS, C. R. S. Uma Aplicação do *Software* Educacional *PhET* Como Ferramenta Didática no Ensino da Eletricidade. **Informática na educação: teoria & prática**. Porto Alegre, v. 18, n. 2, 2015.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 2000.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1982.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.
- CARVALHO, P. S.; OLIVEIRA, A. C. S. Uso de simulações computacionais em aulas de Física: um estudo sobre a sua influência no processo de aprendizagem dos estudantes com deficiência. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 10, n. 1, 2021.
- CAVALCANTE, M. A.; SANTOS, E. M. F. Eletrônica Criativa: Uma estratégia metodológica para o Ensino e Aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade Híbrida de Ensino: Introdução. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, (2021).
- COSSETIN, S.; FRISON, M. Concepções de professores de física e engenharia quanto à formação de conceitos científicos. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 6, 2021.
- FERREIRA, M. J. M. A. **Novas tecnologias na sala de aula**. Monografia (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares). Universidade Estadual da Paraíba. 2014.
- FLICK, U. Qualidade na pesquisa qualitativa. In: **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Grupo A, 2009.
- GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão Sistemática da Literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, Rio de Janeiro, v. 6 n. 1, 2020.
- JÚNIOR, V. K. **A utilização de tecnologias e atividades experimentais no ensino de queda livre: um estudo de caso**. 2020. 107f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: GEN, 2013.
- Recebido em: 12/20/2021
Aceito em: 01/06/2022

MACHADO, V. R.; AMORIM, T. B.; BARROS, P. M.; Interdisciplinaridade no Ensino de Física e Computação na Educação Básica: Relato de Experiência de um curso de Formação Inicial e Continuada sob a Perspectiva na Construção de Experimentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (EDUCOMP), 1. 2021, On-line. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021.

MELO, R. B. F. A. Utilização das TIC'S no Processo de Ensino e Aprendizagem da Física. In: SIMPÓSIO HIPERTEXTO E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO: REDES SOCIAIS E APRENDIZAGENS, 3., Recife, 2010. **Anais Eletrônicos**. [Recife]: UFP, 2010.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14^a ed. Rio de Janeiro: Hucitec, 2014.

MORAES, R. Análise de Conteúdo. **Revista Educação**. Porto Alegre, v.22, n.37, 1999.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna Espanha, 2012.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M. J. H. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 987-1008, dez. 2016.

NOVA ESCOLA. São Paulo, abr. 2019.

OLIVEIRA, L. S. S.; FERREIRA, F. C. L.; GOMES, L. M. Uma abordagem sobre PCHs no ensino médio como ferramenta introdutória para o ensino sobre energias renováveis. **Scientia Plena**, v. 15, n. 7, 2019.

PASTORIO, D. P.; ALVES, J.; FRAGOSO, T. A. Uma revisão bibliográfica sobre o uso de software de análise de dados: um olhar para o Octave. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 3, 2021.

PASTORIO, D. P. Atividades Didáticas de Física para o desenvolvimento de conteúdos conceituais e procedimentais não ensino médio. **Ensino de Ciências: Revista de Pesquisa e Experiências Didáticas**. [online], 2017.

PEREIRA, N. V.; OLIVEIRA, T. I.; BOGHI, C.; SCHIMIGUEL, J.; SHITSUKA, D. M. História da física: uma proposta de ensino baseada na evolução de suas ideias. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 4, n. 4, 2017.

SILVA, S. R.; MELO, C. A. S. A utilização da simulação “força e movimento” da plataforma PhET, como recurso didático no processo de ensino-aprendizagem no Ensino Médio. **Revista Educação e Emancipação**, São Luís, v. 9, n. 2, 2016.

VARGAS, R. S.; ARAÚJO, M. C. P construção de um novo paradigma educacional e sua relação com as tecnologias de informação e comunicação. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 1, 4 jun. 2020.

Recebido em: 12/20/2021

Aceito em: 01/06/2022