

Práticas Pedagógicas auxiliadas por Laboratórios Virtuais no Processo Ensino-Aprendizagem de Física: uma revisão sistemática da literatura

Pedagogical Practices supported by Virtual Laboratories in the Teaching-Learning Process of Physics: A systematic review of the literature

Prácticas Pedagógicas asistidas por Laboratorios Virtuales en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Física: una revisión sistemática de la literatura

Recebido: 31/10/2022 | Revisado: 14/11/2022 | Aceitado: 15/11/2022 | Publicado: 27/11/2022

Dúlcio Joaquim António Timóteo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1765-7434>
Universidade do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: djatimoteo@gmail.com

Manuel Joaquim Silva de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1918-5351>
Universidade Pedagógica, Moçambique
E-mail: jocasiloliveira79@gmail.com

Alberto Bastos do Canto Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0822-3797>
Universidade do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: alberto.canto@ufrgs.br

José Valdeni De Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7266-4856>
Universidade do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: valdeni@inf.ufrgs.br

Liane Margarida Rockenbach Tarouco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8436-7835>
Universidade do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: liane@penta.ufrgs.br

Resumo

O Presente artigo apresenta resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre as possíveis práticas pedagógicas empregadas durante as aulas experimentais ou em laboratórios de Física. Para o avanço da pesquisa, primeiramente procurou-se perceber da literatura as RSL feitas até agora sobre práticas experimentais no ensino de Física e posteriormente se fez a RSL com o objectivo de pesquisar quais procedimentos estratégicos pedagógicos empregados durante as aulas experimentais para que possam trazer maior benefício em termos de aprendizagem no alunos. Foram revisados, artigos, testes em revistas e periódicos, plataformas digitais como Google académico, trabalhos publicados nos compreendidos entre 2011 a 2021, em línguas portuguesa e inglesa. Para tal recorreu-se ao Parsifal que é uma ferramenta on-line projectada para apoiar os pesquisadores na condução de revisões sistemáticas da literatura. A RSL seguiu o protocolo proposto por (Kitchenham, 2004), seguindo três etapas, nomeadamente: planeamento, execução e análise dos resultados. Como resultados constatou-se o maior número de pesquisas sobre o uso de actividades experimentais nas escolas tem a preocupação de fazer um estudo comparativo do aproveitamento pedagógico dos que participam em aulas experimentais em relação aos alunos que não utilizam este tipo de ferramenta, por meio pré-teste e pós-teste sem se preocupar em estudar a eficácia e eficiência das práticas pedagógicas utilizadas na realização das actividades experimentais. E também concluiu-se que as estratégias mais empregadas durante as aulas experimentais sé o ciclo POE onde o aluno é orientado a predizer alguns fenómenos esperadas durante uma experimentação antes da sua realização.

Palavras-chave: Práticas pedagógicas; Laboratórios virtuais de física; Revisão sistemática da literatura.

Abstract

This article aimed to make a Systematic Literature Review (RSL) on the pedagogical practices used in the teaching-learning process of Physics, assisted by Virtual Laboratories. For the advancement of the research, we first tried to realize that related research was done and subsequently the RSL was done in the period between 2011 and 2021, in Portuguese and English. To this end, Parsifal is used, which is an online tool designed to support researchers in conducting systematic reviews of the literature. The RSL followed the protocol proposed by (Kitchenham, 2004), composed three steps, namely: planning execution and analysis of results. As results, it was found that most of the studies have the purpose of comparing the pedagogical performance of students comparing two groups (experimental

and control) using pre-test and post-test without worrying about studying the effectiveness and efficiency of pedagogical practices used in the performance of experimental activities. Of the 28 articles analyzed, it was found that differentiated pedagogical practices were used and the one that stood out was the POE strategy (Predict, Observe and Explain) with a total of 7 articles.

Keywords: Pedagogical practices; Virtual physics labs; Systematic literature review.

Resumen

El presente artículo tuvo como objetivo realizar una Revisión Sistemática de Literatura (RSL) sobre las prácticas pedagógicas utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, auxiliado por Laboratorios Virtuales. Para avanzar en la investigación, primero buscamos comprender que se realizaron investigaciones relacionadas y luego se realizó la LSR en el período comprendido entre 2011 y 2021, en portugués e inglés. Para ello se utilizó Parsifal, que es una herramienta en línea diseñada para apoyar a los investigadores en la realización de revisiones sistemáticas de la literatura. La RSL siguió el protocolo propuesto por (Kitchenham, 2004), compuesto por tres etapas, a saber: planificación, ejecución y análisis de resultados. Como resultado se encontró que la mayoría de los trabajos tienen como finalidad comparar el desempeño pedagógico de los estudiantes comparando dos grupos (experimental y de control) utilizando pre-test y post-test sin preocuparse por estudiar la eficacia y eficiencia de las prácticas pedagógicas utilizadas en la realización de las actividades experimentales. De los 28 artículos analizados se encontró que se utilizaron prácticas pedagógicas diferenciadas y la que se destacó fue la estrategia POE (Predecir, Observar y Explicar) con un total de 7 artículos.

Palabras clave: Prácticas pedagógicas; Laboratorios virtuales de física; Revisión sistemática de la literatura.

1. Introdução

A Física é uma ciência que aborda alguns conceitos abstratos e que se encontram presentes no cotidiano, nesse âmbito, para que o processo ensino-aprendizagem desta ciência seja afetivo é necessário que os professores encontrem alternativas didáticas de forma a aproximá-la a realidade dos alunos.

O uso de experimentos laboratoriais é uma das estratégias fundamentais para auxiliar o processo ensino-aprendizagem dessa ciência que necessita de laboratórios para a sua melhor compreensão, uma vez se tratar de uma ciência de caráter experimental. Os laboratórios têm um papel fundamental no processo ensino-aprendizagem, especialmente para a elaboração de soluções de problemas bem como preparação dos alunos para aplicar os conhecimentos teóricos na prática (Da Silva, et al., 2020). Devido a vários fatores, como a precariedade dos instrumentos e alto custo de aquisição, sua implementação fica comprometida.

Ao longo dos anos, com várias descobertas e avanços tecnológicos, tornou-se mais flexível o trabalho de muitos profissionais do ensino de Física. Os recursos multimídia que são o conjunto dos mais variados meios de comunicação (meios digitais, tais como texto, gráfico, imagem, áudio, animação, simulação, vídeo) que visam transmitir de alguma forma as informações (Schnotz & Bannert, 2003), podem ser instrumentos de apoio na mediação do processo de ensino-aprendizagem.

Através de animações e simulações educacionais é possível criar experimentos virtuais capazes de visualizar conceitos abstratos e de modelos mais complexos e próximos da realidade, facilitando a compreensão dos mesmos, contribuindo para despertar interesse e motivação nos alunos na aprendizagem da disciplina, tornando aprendizagem de Física mais significativa (Da Silva, 2020).

Os laboratórios virtuais fazem-se presente em diversos níveis de ensino, sobretudo nas disciplinas que requerem necessidade de investigação em aulas práticas, como um recurso de apoio e mesmo motivação no processo de ensino-aprendizagem, tanto em ambientes presenciais, quanto no ensino à distância (Dos Santos, et al., 2017).

De acordo com (Amaral, et al., 2011), o uso do laboratório virtual poderá contribuir para auxiliar as intervenções do professor e favorecer a autonomia dos alunos, estimulando-os na construção de conhecimentos significativos, fato que proporciona ao aluno ser o protagonista no processo de aprendizagem.

Segundo (Silva, 2006), laboratórios virtuais são simuladores que mostram o funcionamento de equipamentos e instrumentos que se encontram em um laboratório físico ou tradicional, proporcionando a aprendizagem ativa dos alunos. Estes

laboratórios podem ser acessados por vários alunos ao mesmo tempo, permitindo-os simular qualquer tipo de experimento gerando sempre o mesmo resultado. Permitem a reprodução fictícia do mundo real, criando ambientes imersivos e com alta interatividade.

De acordo com os pesquisadores (Da Costa, 2017; Da Silva Beraldo, 2020; Dos Santos, et al., 2017), a utilização de laboratórios virtuais não só acontece no ensino superior e básico, mas também no ensino de formação de professores. Estudos sobre LV buscam o ganho da sua utilização no aprendizado conceitual dos alunos, bem como a sua contribuição no aumento de motivação e interesse em aprender uma disciplina.

(Tulha, et al., 2019), destaca a ausência de políticas públicas que estimule o uso deste tipo de laboratórios sobre tudo em ensino a distância, semipresencial ou híbrida. Nota-se a falta de estratégias comuns para a avaliação quantitativa da efetividade do uso dos laboratórios, a falta de métricas de avaliação, dificultando o entendimento da potencialidade desta ferramenta no processo ensino aprendizagem.

Segundo (Nicolete, et al., 2020), poucos estudos exploram as técnicas e aspectos pedagógicos usados em laboratórios virtuais, maior número de pesquisas apresenta resultados de seu desenvolvimento e avaliação da aceitação da ferramenta. É nesse âmbito que o que esta RSL pesquisa as possíveis estratégias, metodologias, técnicas e aspetos pedagógicos existentes na literatura que contemplem o uso de laboratórios virtuais em suas abordagens.

2. Metodologia

Com a crescente utilização dos laboratórios virtuais no processo ensino-aprendizagem de Física, torna relevante conhecer as estratégias e metodologias pedagógicas que os professores empregam nas aulas experimentais auxiliadas por laboratórios virtuais. Para tal, realizou-se uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) de trabalhos produzidos e publicados em periódicos, no período compreendido entre os anos de 2011 e 2021, nas línguas portuguesa e inglesa.

O desenvolvimento de uma (RSL) adota regras e ações que tornam a pesquisa válida, por possuir resultados consistentes possível de ser replicadas, utiliza métodos sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar todas as pesquisas disponíveis relacionadas a uma pesquisa específica, busca encontrar respostas de uma pergunta ou problema previamente formulada (Clarke, 2000).

A pergunta de pesquisa norteia todo o seguimento de revisão através de termos de busca definidas, os dados são coletados e analisados de modo que a questão possa ser respondida (Dos Santos et al., 2016).

Esta RSL seguiu o roteiro proposto por (Kitchenham, 2004) constituído em três etapas: planejamento, execução e análise dos resultados.

Planejamento: são definidos os critérios de seleção (inclusão e exclusão) de trabalhos, termos de busca, métodos que serão usados para nortear a informação e as perguntas de pesquisa que se pretende responder;

Execução: realiza-se o levantamento dos trabalhos através dos termos de busca e a inclusão e exclusão definidos na etapa anterior;

Análise dos resultados: realiza-se a leitura dos textos dos trabalhos para a aceitação ou rejeição e em seguida elabora-se uma síntese avaliativa.

Foram elaborados para esta RSL os seguintes termos de busca: (("Laboratórios virtuais") OR ("Virtual Laboratories") OR ("Experimentos virtuais") OR ("virtual experiments")) AND (("ensino de física") OR ("Physics Teaching")) AND (("Estratégias" OR "Strategies") OR ("Metodologia" OR "Methodology")) com o objetivo de filtrar os trabalhos a fim de permitir a seleção de trabalhos mais adequados.

Para nortear e delimitar o escopo de análise da pesquisa, foram definidas duas questões de pesquisa. Q1) Quais estratégias/metodologias pedagógicas são usadas no processo ensino-aprendizagem de Física através de laboratórios virtuais?

Q2) Quais são as Teorias de Aprendizagem são empregues para o embasamento teórico nas aulas experimentais auxiliadas por laboratórios virtuais?

Para responder as questões do trabalho foram selecionados trabalhos que possuíam conteúdos relacionados com experimentos virtuais, laboratórios virtuais, estratégias e metodologias pedagógicas de aprendizagem empregados no processo de ensino-aprendizagem de Física e alguns critérios de inclusão e exclusão foram usados na pesquisa. Os critérios de inclusão e exclusão estão listados nas Tabelas 1 e 2 respetivamente.

Tabela 1 - Critérios de Inclusão.

Código	Critério de inclusão
CI1	Artigos que exploram apenas a utilização dos experimentos em ambientes virtuais para o processo ensino-aprendizagem de Física
CI2	Artigos que exploram estratégias, metodologias de ensino aprendizagem com auxílio de laboratórios virtuais Física
CI3	Artigos revisados por pares
CI4	Publicados no período entre 2011 e 2021

Fonte: Autores.

Os critérios de inclusão buscaram pela seleção de estudos que fossem publicados em periódicos que realizassem revisão por pares, em trabalhos realizados nos últimos dez anos, no idioma inglês, principalmente por sua abrangência e no idioma português, por considerar o cenário de atuação dos pesquisadores, considerando apenas os artigos que relacionassem a utilização de laboratórios virtuais no ensino de Física. Para o atendimento deste critério, realizou-se análise dos resumos (*abstract*), seguida de uma leitura diagonal, considerando a introdução, principais tópicos e considerações finais, buscando identificar relações relevantes para o estudo.

Tabela 2 - Critérios de Exclusão.

Código	Critério de Exclusão
CE1	Artigos repetidos;
CE2	Trabalhos que não trazem as teorias de aprendizagem, as estratégias/metodologias pedagógicas;
CE3	Estudos em outros idiomas além do Português e Inglês
CE4	Acesso pago ou incompleto

Fonte: Autores.

Em relação aos critérios de exclusão, foram utilizados para delimitar os trabalhos ao domínio educacional e a relação com o propósito do estudo, contemplando apenas trabalhos que fossem relacionados ao processo ensino-aprendizagem; eliminar trabalhos duplicados em diferentes bases de dados; eliminar os trabalhos de impossibilidade ao acesso gratuito do texto original completo.

a) Identificação e Seleção

A identificação dos trabalhos efetuou-se em três fases: na primeira fase, fez-se a seleção dos trabalhos através da leitura dos títulos e resumos; a segunda fase, buscou-se identificar entre os trabalhos selecionados que apresentam o uso de laboratórios virtuais no processo ensino-aprendizagem de Física, operando os critérios de inclusão e exclusão. Na terceira fase identificou-se os artigos que apresentam claramente a aplicação de laboratórios virtuais no processo ensino-aprendizagem de Física e que descrevem o roteiro pedagógico na sua implementação em sala de aula.

b) Fontes de Dados

A busca dos artigos foi realizada em bases de dados com alta relevância para o tema em estudo, foram pesquisadas as fontes apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Trabalhos encontrados em cada etapa da busca.

Biblioteca	Identificados	Selecionados	Lidos na íntegra	Excluídos	Extraídos
Scopus	25	17	10	6	4
Periódicos da Capes	116	50	21	2	19
Science Direct	32	23	15	10	5
Total	173	90	46	18	28

Fonte: Autores.

3. Resultados e Discussão

Ao se realizar a busca nas fontes de pesquisa com ajuda das *strings* de busca retornaram 173 artigos. Fez-se a leitura e análise dos títulos, resumos e as palavras-chave dos artigos retornados, nesta etapa foram excluídos 83 artigos por não apresentaram informações relevantes para o escopo desta pesquisa e 90 artigos foram selecionados para a fase seguinte. Dos artigos selecionados, 8 artigos se encontravam duplicados, fez-se uma leitura vertical sobre os conteúdos dos artigos e identificou-se 36 artigos que não respondiam ao objetivo da pesquisa, totalizando 44 artigos rejeitados, restando 46 artigos. Os 46 artigos restantes foram lidos na íntegra e depois disso excluiu-se mais 18 artigos por não apresentaram de forma clara as estratégias ou metodologias pedagógicas empregues durante a execução dos experimentos, restando apenas 28 artigos. Dos restantes artigos, fez-se o levantamento (extração dos dados) das estratégias ou metodologias pedagógicas aplicadas durante as aulas experimentais virtuais no processo ensino-aprendizagem de Física, respondendo assim ao objetivo da pesquisa (ver Tabela 4).

Tabela 4 - Publicações que definem a amostra final de análise e coleta de dados.

ID	Título	Autor/ano	Biblioteca
A01	Project-based teaching of the topic “energy sources” in physics via integrated e-learning-pedagogical research in the 9th grade at two primary schools in Slovakia	Gerhátová, Zaneta; Peričta, Peter; Palcut, Marián. 2020.	Scopus
A02	Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio	Santos, José Carlos dos; Dickman, Adriana Gomes, 2019.	Scopus
A03	O uso do aplicativo socrative como ferramenta de engajamento no processo de aprendizagem: uma aplicação das tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino de física	Anastacio, Marco Anastacio, António Sanches; Voelzke, Marcos Rincon, 2020.	Periódicos da Capes
A04	Laboratório virtual de física moderna: atenuação da radiação pela matéria	Da Silva, Nelson Canzian, 2012.	Periódicos da Capes
A05	O laboratório virtual: uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica	Fonseca, Monaliza et al, 2013.	Periódicos da Capes
A06	Argumentação em ambiente de realidade virtual: uma aproximação com futuros professores de física	Ferreira, Fernando Cesar et al, 2021.	Periódicos da Capes
A07	O uso de simuladores via smartphone no ensino de física: o experimento de oersted	Barbosa, c. D., gomes, l. M., das Chagas, M. L., & Ferreira, f. C. L. 2017.	Periódicos da Capes
A08	O experimento virtual da dupla fenda ao nível do ensino médio (parte ii): uma análise quântica do comportamento corpuscular e ondulatório da luz	Ferreira, Danilo Cardoso; De Souza Filho, Moacir Pereira. 2019.	Science Direct
A09	Physics teaching with simulations in html5	Aveleyra, Ema Elena; Racero, Diego; Vega, Andrea, 2016.	Science Direct

A10	Learning by designing instruction in the context of simulation-based inquiry learning	Vreman-de Olde, Cornelise; de Jong, Ton; Gijlers, Hannie, 2013.	Periódicos da Capes
A11	Um estudo da relação entre as imagens mentais utilizadas por estudantes de mecânica quântica e seu perfil epistemológico: uma investigação pela metodologia report aloud	Trevisan, Robson et al. 2016.	Periódicos da Capes
A12	O uso das tecnologias computacionais aliadas à prática de ensino de eletrodinâmica para alunos do 3º ano do ensino médio	Vidal, Natália Ferreira, 2014.	Periódicos da Capes
A13	Laboratório virtual versus laboratório material: a aprendizagem de física com intervenções tradicionais e investigativas ap xavier - repositório.ufba.br	Xavier, Agamenon Pereira, 2018.	Periódicos da Capes
A14	Desenvolvendo um software com animações computacionais para o ensino de fenômenos ondulatórios	Martins, Fernando Alves, 2016.	Periódicos da Capes
A15	A inserção do laboratório virtual como recurso didático no curso de licenciatura em física	Santos, Paloma Silva dos et al, 2015.	Periódicos da Capes
A16	O uso do software de terminologia no ensino de física no 2º ano para uma Aprendizagem Significativa	Silva, Francisca Aretusa, 2012.	Periódicos da Capes
A17	Compreendendo a lei de indução de faraday com objeto de aprendizagem da plataforma phet	De Aquino, Adelmo Artur et al. 2019.	Periódicos da Capes
A18	Atividades computacionais e experimentais para o estudo da indução eletromagnética com alunos do ensino médio	Rodrigues, José Jorge Vale; Neide, Italo Gabriel, 2017.	Periódicos da Capes
A19	Construindo um motor elétrico de corrente contínua como aprendizagem ativa da lei de faraday	Santiago, A. J. et al, 2018.	Periódicos da Capes
A20	Contribuições para o entendimento da indução eletromagnética por meio de atividades experimentais e computacionais integradas	Rodrigues, José Jorge Vale; Neide, Italo Gabriel, 2018.	Periódicos da Capes
A21	Ensino e aprendizagem de hidráulica através de um laboratório virtual de aprendizagem	Guillermo, Oscar Eduardo Patrón et al., 2017.	Periódicos da Capes
A22	Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade	De Macêdo, Josué Antunes; Dickman, Adriana Gomes; de Andrade, Isabela Silva Faleiro, 2012.	Periódicos da Capes
A23	Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico	De Oliveira Cardoso, Stenio Octávio; Dickman, Adriana Gomes., 2012.	Periódicos da Capes
A24	Recursos de simulação computacionais como prática Pedagógica no ensino e aprendizagem das engenharias	Neckel, Fagner Alexandre Sotorriva - De Oliveira Daniel Paiter - 2018.	Periódicos da Capes
A25	Uma proposta de ensino do princípio de stevin Através do método predizer – observar – explicar (poe)	Cid, Alberto Silva; Sasaki, Daniel Guilherme Gomes, 2018.	Periódicos da Capes
A26	Sala de aula invertida: um estudo exploratório sobre as leis de newton	De Oliveira, Josemar da Silva; Martini, Adenauro; De Araujo Ribeiro, José Adriano, 2020.	Science Direct
A27	Guided inquiry model through virtual laboratory to enhance Students' science process skills on heat concept	Gunawan, et al., 2019.	Scopus
A28	Fontes de auto-eficácia e atividades experimentais de física: um estudo exploratório	Ferreira Selau, et al., 2019.	Scopus

Fonte: Autores.

Com base nos artigos selecionados, a Tabela 5 apresenta as categorias das estratégias aplicadas e a identificação dos artigos para cada estratégia e a quantidade de artigos em cada categoria e os respectivos trabalhos.

Tabela 5 - Categorias das estratégias aplicadas.

Estratégia	Artigo N°	Quantidade
Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)	[A01]	1
Foram elaborados roteiros de estudo com atividades experimentais reais e virtuais, acompanhadas ou não por aulas expositivas e debates	[A02], [A04], [A13], [A14], [A17], [A19]	6
Laboratório virtual vista como estratégia	[A05], [A08]	2
Simulação (método socrático, roteiro das atividades experimentais, discussão em pequenos grupos)	[A03], [A06], [A07]	3
Abordagem POE ¹ , discussão em pequenos grupos, roteiro experimental	[A09], [A10], [A11], [A12], [A18], [A20], [A25]	7
Modelo de inquérito guiado	[A27]	1
Questionamentos e esclarecendo dúvidas sobre os modelos teóricos, montagens e coleta de dados	[A28]	1
Aprendizagem Baseado em Problemas	[A22]	1

Fonte: Autores.

Dos trabalhos analisados, os resultados indicam que o desenvolvimento de práticas experimentais virtuais no ensino de Física, são acompanhadas por estratégias pedagógicas diferenciadas, destaca-se a estratégia POE (Prediz, Observe e Explique) acompanhado por um roteiro previamente definido pelos professores, 7 trabalhos empregaram esta estratégia, em 6 trabalhos empregaram a combinação dos experimentos reais e virtuais acompanhados por um roteiro sequencial, 3 trabalhos usaram o método socrático, combinado com roteiro experimental e discussão em pequenos grupos, 2 apresentam o laboratório virtual como sendo uma estratégia pedagógica para o melhoramento do ensino de Física não apresentando uma metodologia pedagógica na execução dos experimentos apresentado, mais 4 estratégias que foram apresentados em um trabalho para cada estratégia são eles Aprendizagem Baseada em Projeto, Aprendizagem Baseados em Problemas, modelo de inquérito guiado e questionamentos e esclarecendo dúvidas sobre os modelos teóricos, montagens e coleta de dados. Outros trabalhos apresentaram algumas teorias como embasamento teórico, destacando-se a teoria de aprendizagem significativa que consta em 6 trabalhos e a teoria de Vygotsky em 2 trabalhos, segundo a Tabela 6.

Tabela 6 - Teorias de aprendizagem.

Teoria	Artigo N°	Quantidade
Aprendizagem significativa	[A07], [A16], [A21], [A23], [A26], [A15]	6
Ausubel, Lapa, Medeiros, Paulo Freire, PCNEM (2000), Perrenoud (1993), Prensky, Moreira (1997), Silva (2005), Vygotsky (1991) e Wolfgram (1994)	[A15]	1
Vygotsky	[A15], [A24]	1
Teoria de equilíbrio das estruturas cognitivas de Piaget	[A25]	1

Fonte: Autores.

Na estratégia P.O.E. (Predizer-Observar-Explicar) os estudantes são chamados a predizer o comportamento de uma situação-problema ou de um experimento, observar a simulação e, após essas etapas, explicar possíveis diferenças entre suas

¹ A abordagem Predizer, Observar, Explicar, (POE), é uma estratégia pedagógica constituída de três etapas: o PREDIZER, os alunos, divididos em pequenos grupos ou individualmente, discutem o problema proposto e, através da troca de experiências, predizem o resultado esperado. A seguir os alunos deverão OBSERVAR o que ocorrerá durante a realização do experimento e por fim, tentam EXPLICAR os resultados obtidos, comprovando ou não o que foi predito no início (Oliveira, 2003)

concepções iniciais e o observado (WU et al., 2001). Esta estratégia é implementada por vários professores no ato da realização do experimento seguindo três etapas:

Na primeira etapa, os alunos recebem do professor ou o tutor apresenta o problema, a identificação do objetivo principal a ser observado e analisado. Espera-se que os alunos estabeleçam hipóteses e abordem o problema qualitativamente para resolver seus conhecimentos fundamentais que podem não ser suficientes para entender o núcleo conceitual dos fenômenos físicos e resolver qualquer mal-entendido antes de começar a interagir com o experimento.

Na segunda etapa, os alunos manipulam o experimento, variando os parâmetros, analisam dados e tiram conclusões.

Na terceira etapa, os alunos, apresentam formalmente as conclusões sobre suas observações, explorações e análises, bem como socializar e interagir informalmente com outros alunos e tutores sobre o experimento e tópicos relacionados que possam surgir dessa experiência.

Emprega-se a estratégia POE com o objetivo de investigar como a atividade experimental virtual mediada por computador pode modificar a estrutura cognitiva dos estudantes.

4. Considerações Finais

Observou-se que na maioria dos trabalhos os autores fazem uma avaliação inicial (pré-teste) e terminam com uma avaliação final (pós-teste), com a finalidade de comparar o aproveitamento pedagógico dos grupos experimental e grupo de controle. Por outro lado, verificou-se também que nos estudos selecionados houve preocupação de medir a influência dos Laboratórios Virtuais na aprendizagem dos alunos. Além disso, notou-se que a estratégia mais usada é a POE e destaca-se a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel como a teoria que embasou a maioria dos artigos.

Em nenhum dos estudos seleccionados houve preocupação em se estudar a eficácia e eficiência das práticas pedagógicas utilizadas na realização das actividades experimentais. Assim, deixa-se em aberto a possibilidade de se fazer estudos envolvendo esses aspectos salientados.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da UFRGS, corpo docente e colegas do PPGIE no geral em especial aos estudantes da disciplina De Trajetórias de Aprendizagem do PPGIE matriculados no 1º Semestre de 2022.

Referências

- Amaral, É., Ávila, B., Zednik, H., & Tarouco, L. (2011). Laboratório virtual de aprendizagem: uma proposta taxonômica. *RENOTE*, 9(2).
- Anastacio, M. A. S., & Voelzke, M. R. (2020). O uso do aplicativo Socrative como ferramenta de engajamento no processo de aprendizagem: uma aplicação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no ensino de Física. *Research, Society and Development*, 9(3), 17.
- Veleyra, E. E., Racero, D., & Vega, A. (2016). Physics teaching with simulations in HTML5. *Journal of Computer Science and Technology*, 16(01), 47-51.
- Barbosa, C. D., Soares, N. D. N., das Chagas, M. L., & Ferreira, F. C. L. (2017). O uso de simuladores via smartphone no ensino de ciência como ferramenta pedagógica na abordagem de conteúdos contextualizados de física. *Scientia Plena*, 13(1).
- Cid, A. S., & Sasaki¹, D. G. G.(2018). Uma proposta de ensino do princípio de stevin através do método predizer–observar–explicar (poe) a teaching proposal about stevin principle through predict–observe–explain method.
- Clarke, M., & Oxman, A. (2000). *Cochrane reviewers' handbook*. Update Software.
- Costa, M. (2017). Simulações computacionais no ensino de física: revisão sistemática de publicações da área de ensino. Comunicação. In *Anais do XIV Congresso Nacional de Educação. Pontifícia Universidade Católica do Paraná-PUCPR, Curitiba, Paraná*.
- Da Silva Beraldo, A. L., de Oliveira, T. D. O. T., & Stringini, D. (2020). Laboratórios remotos de fpga com foco no ensino: uma revisão sistemática da literatura. *Renote*, 18(1).

- Da Silva, I. P., & Mercado, L. P. L. (2019). Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de Física. *Ensino & Pesquisa*.
- Da Silva, N. C. (2012). Laboratório virtual de física moderna: atenuação da radiação pela matéria. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 29(3), 1206-1231.
- Da Silva, S. J. D. N. (2020). Experimentação Virtual no Ensino de Física: Revisão Sistemática de Literatura. *RACE-Revista de Administração do Cesmac*, 8, 54-77.
- De Aquino, A. A., Feitosa, M. C., Fernandes, A. V., Lavor, O. P., & Farias, A. D. S. Compreendendo a lei de indução de faraday com objeto de aprendizagem da plataforma PHET.
- De Macêdo, J. A., Dickman, A. G., & de Andrade, I. S. F. (2012). Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 29.
- De Oliveira, J. D. S., Martini, A., & de Araujo Ribeiro, J. A. (2020). Sala de aula invertida. *Arquivos do Mudi*, 24(3), 180-187.
- Dos Santos, A. C., Fernandes, F. S., & da Silva, J. B. (2017). O uso de laboratórios online no ensino de ciências: uma revisão sistemática da literatura. *ScientiaTec*, 4(1), 143-159.
- Ferreira Selau, F., Espinosa, T., Solano Araujo, I., & Angela Veit, E. (2019). Fontes de autoeficácia e atividades experimentais de física: um estudo exploratório. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 41(2).
- Ferreira, D. C., & de Souza Filho, M. P. (2016). O experimento virtual da dupla fenda ao nível de ensino médio (Parte I): uma análise clássica do comportamento corpuscular e ondulatório e o desenvolvimento de um software computacional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(2), 697-716.
- Ferreira, F. C., Lourenço, A. B., Cruz, A. J. A. D., Paza, A. H., Botero, E. R., & Rocha, E. M. (2021). Argumentação em ambiente de realidade virtual: uma aproximação com futuros professores de Física. *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia*.
- Fonseca, M., Maidana, N. L., Severino, E., Barros, S., Senhora, G., & Vanin, V. R. (2013). O laboratório virtual: Uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35.
- Gerhátoová, Ž., Perichta, P., & Palcut, M. (2020). Project-Based Teaching of the Topic “Energy Sources” in Physics via Integrated e-Learning—Pedagogical Research in the 9th Grade at Two Primary Schools in Slovakia. *Education Sciences*, 10(12), 371.
- Gunawan, G., Harjono, A., Hermansyah, H., & Herayanti, L. (2019). Guided inquiry model through virtual laboratory to enhance students' science process skills on heat concept. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 38(2), 259-268.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004), 1-26.
- Martins, F. A. (2016). Desenvolvendo um software com animações computacionais para o ensino de fenômenos ondulatórios.
- Nicolete, P. C., Herpich, F., da Silva, M. A. M., & Tarouco, L. M. R. (2020). Realidade Aumentada para aprimoramento de Laboratórios Remotos uma revisão sistemática da literatura. *RENOTE*, 18(2), 439-449.
- Oliveira Cardoso, S. O. D. (2012). Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 29.
- Guillermo, O. E. Patrón, Schlatter, G. V., Rockenbach Tarouco, L., & Behar, P. A. (2017). Ensino e aprendizagem de hidráulica através de um Laboratório Virtual de Aprendizagem. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 12(1), 43-54.
- Rodrigues, J. J. V., & Neide, I. G. (2017). Atividades computacionais e experimentais para o estudo da indução eletromagnética com alunos do ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, 12(8), 101-120.
- Rodrigues, J. J. V., & Neide, I. G. (2018). Contribuições para o entendimento da indução eletromagnética por meio de atividades experimentais e computacionais integradas. *Experiências em Ensino de Ciências*, 13(1), 169-186.
- Santiago, A., Machado, A., Silva, C., Pinheiro, L., & Tavares jr, a. D. (2018). Construindo um motor elétrico de corrente contínua como aprendizagem ativa da lei de faraday. *Revista do Professor de Física • Brasília*, 2(2).
- Santos, J. C. D., & Dickman, A. G. (2018). Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41.
- Santos, P. S. D. (2015). A inserção do laboratório virtual como recurso didático no curso de licenciatura em Física.
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and instruction*, 13(2), 141-156.
- Silva, F. A. D. (2012). O uso do software de terminologia no ensino de Física no 2º ano para uma aprendizagem significativa.
- Silva, J. B. D. (2006). A Utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem.
- Trevisan, R. (2017). Um estudo da relação entre as imagens mentais utilizadas por estudantes de mecânica quântica e seu perfil epistemológico: uma investigação pela metodologia report aloud. *Teses e Dissertações PPGECIM*.
- Tulha, C. N., de Carvalho, M. A. G., & Coluci, V. R. (2019). Uso de Laboratórios Remotos no Brasil: uma revisão sistemática. *Informática na educação: teoria & prática*, 22(2).
- Vidal, N. F. (2014). O uso das tecnologias computacionais aliadas à prática de ensino de eletrodinâmica para alunos do 3º ano do ensino médio.
- Vreman-de Olde, C., de Jong, T., & Gijlers, H. (2013). Learning by designing instruction in the context of simulation-based inquiry learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(4), 47-58.
- Xavier, A. P. (2018). Laboratório Virtual versus Laboratório Material: a aprendizagem de física com intervenções tradicionais. Universidade Federal da Bahia.