

# Um estudo sobre o Potencial Pedagógico do Laboratório Virtual de Energia na pista de skate da Plataforma PhET

**Carlos Henrique Pagel**  
Universidade Federal do  
Rio Grande (FURG)  
Pelotas, Brasil  
carlos.pagel@hotmail.com

**Paulo Pinho**  
Universidade Federal de  
Pelotas (UFPEL)  
Pelotas, Brasil  
paulo@pinho.etc.br

**Letícia Alaiça Fonseca  
de Oliveira**  
Universidade Federal do  
Rio Grande (FURG)  
Rio Grande, Brasil  
leleualaice@gmail.com

**Regina Barwaldt**  
Universidade Federal do  
Rio Grande (FURG)  
Pelotas, Brasil  
regina.floresta@gmail.com

## RESUMO

Este artigo trata-se de um recorte de dissertação sobre as potencialidades pedagógicas presentes em laboratórios virtuais para o Ensino de Física, mais especificamente para o estudo da Mecânica. Neste trabalho foi analisado o laboratório virtual Energia na pista de skate, presente na plataforma *PhET*. A metodologia de análise utilizada é a Trianálise do Potencial Pedagógico, uma ferramenta metodológica de análise. Este método funciona à luz de três critérios pré-definidos: viabilidade técnica, níveis de aprofundamento e índice de contato. A análise do laboratório indicou porcentagem de 93,6% sobre o índice que contabiliza a relação de interação do laboratório com o usuário.

## Palavras-chave

Laboratório virtual; Mecânica; Ensino de Física; plataforma *PhET*.

## ABSTRACT

This article is a part of a dissertation about the pedagogical potentialities present in virtual laboratories for Physics Teaching, more specifically for the study of Mechanics. In this work, the virtual laboratory Energy on the skateboard track, present in the PhET platform, was analyzed. The analysis methodology used is the Trianalysis of Pedagogical Potential, a methodological tool for analysis. This method works in light of three pre-defined criteria: technical feasibility, depth levels, and contact index. The lab analysis indicated a percentage of 93.6% on the index that accounts for the lab's interaction relationship with the user.

## Author Keywords

Virtual Laboratory; Mechanics; Physics Teaching; PhET platform.

## ACM Classification Keywords

- Human-computer interaction;
- Physical sciences and engineering;
- Education.

## INTRODUÇÃO

A constante evolução das tecnologias causa uma sensação de incessante busca por adequação aos novos meios tecnológicos e quando se pensa em educação, imagina-se que as ferramentas ideais possuam caráter motivador para a aprendizagem, contudo, com a análise das ferramentas tecnológicas, surgem preocupações no ensino, pois, como comenta Kenski [11], as tecnologias empregadas na educação se caracterizam pelo envolvimento de diversos procedimentos, em um processo de síntese e o surgimento de novos estilos de raciocínio, além do estímulo ao uso de novas percepções e sensibilidades.

Marc Prensky [24], um pesquisador e escritor educacional, estabeleceu o conceito de nativo digital para se referir a crianças e adolescentes nascidos após 1980, que tinham contato diário com objetos tecnológicos.

Com os nativos digitais vieram grandes imposições ao sistema de Ensino, onde a Educação deveria usar ferramentas tecnológicas para expandir os conhecimentos dos estudantes [28]. Mas o fato é que este processo é um fenômeno que deve ocorrer naturalmente em todos os campos, mas a Educação, notadamente, é mais lenta em inovar-se.

Educação e Tecnologia estavam em um caminho natural de integração [11]. Entretanto, com a pandemia causada pela COVID-19 no final do ano de 2019, este processo se tornou emergente. Professores, estudantes e profissionais da Educação, em todo o mundo e em todos níveis de Ensino, tiveram que adaptar, se ainda não o tinham feito antes, seus métodos de Ensino/Aprendizagem ao contexto pandêmico, aumentando o uso de recursos tecnológicos dentro das atividades acadêmicas.

Durante este período pandêmico, as Tecnologias da Informação e Comunicação tornaram-se fatores inevitáveis para a continuidade do Ensino e manipulação dos espaços digitais de Aprendizagem ([4], [9]). Pensando nos ambientes de Ensino atuais, o trabalho prático é uma característica importante da Educação científica [22]. O processo prático não pode ser separado do processo teórico, pois proporciona um ambiente contextualizado e potencializador de Aprendizagem [13].

O Ensino das Ciências da Natureza nos moldes tradicionais, inclusive no Ensino de Física, na qual o professor é o centro do processo [5], não atende mais aos interesses dos alunos, muito menos às necessidades da sociedade [35].

Além de que, o avanço tecnológico da sociedade moderna torna inadequado o uso exclusivo, somente, de ferramentas clássicas de Ensino, como quadro e pincel [19].

O mercado de trabalho exige habilidades avançadas em recursos tecnológicos, e isto reflete em sala de aula, onde professores devem habilitar seus alunos para os problemas encontrados na sociedade atual [1]. Neste contexto é necessário tornar o aluno como parte integrante da construção de seu conhecimento [12] torná-lo agente ativo na sua formação.

Embora a disciplina de Física tenha a proposta de auxiliar no entendimento dos fenômenos presentes no mundo, ela ainda é vista, por muitos alunos, como uma objeção em sua formação [6], tornando-os alunos passivos. Esta dificuldade é enfrentada pelos professores, porém, a disciplina de Física tem um extenso conteúdo programático para um número reduzido de aulas semanais, o que dificulta o processo de Ensino-Aprendizagem [16].

Segundo Moreira [16], o uso de recursos tecnológicos dentro do Ensino pode proporcionar um avanço educacional necessário na área da Educação, contribuindo para superar a crise que existe em áreas como a Física, onde professores, dos mais diversos níveis de Ensino, enfrentam problemas ao lecionar, especialmente no que diz respeito ao uso de tecnologias educacionais no Ensino.

Com base em Moreira [15], há vários problemas enfrentados ao conduzir uma atividade laboratorial em espaços físicos, tais como instalações limitadas, alocação de tempo limitada e condições laboratoriais insuficientes para trabalhar conceitos específicos. Isto acaba levando a experiências laboratoriais em espaços lotados, que não são muito encorajadoras e estão longe de qualquer construção de conhecimento.

Problemas de segurança, tais como danos físicos e manuseio de material perigoso, também são considerados em laboratórios físicos, dependendo da instrumentação utilizada. Ao considerar os problemas enfrentados neste tipo de ambiente, os laboratórios virtuais podem ser uma alternativa viável para superar estes problemas [34].

Os laboratórios virtuais simulam o ambiente e os processos de laboratoriais físicos e são definidos como um ambiente de Aprendizagem no qual os estudantes convertem seus conhecimentos teóricos em conhecimentos práticos através da realização de experimentos [3]. São projetados e sequenciados de tal forma que simulam a realidade, e podem às vezes ser uma alternativa preferível, ou simplesmente um ambiente de Aprendizagem de apoio aos laboratórios físicos [34].

Por acreditar na importância da implementação das simulações virtuais como uma estratégia de Ensino capaz de auxiliar os alunos na construção de conhecimentos significativos, utiliza-se, neste trabalho, a plataforma *PhET Interactive Simulations*<sup>1</sup> da Universidade do Colorado, que trabalha com a elaboração e divulgação de simuladores educacionais para o Ensino de Ciências.

Pretende-se com este trabalho compreender quais são as potencialidades pedagógicas presentes em um laboratório virtual para o Ensino de Física. Para isto foram delimitados os seguintes objetivos específicos.

## CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

As principais contribuições que emergiram desta pesquisa, no âmbito científico, tecnológico e social são:

- Elaboração de uma metodologia de análise que irá auxiliar profissionais da Educação em estudos sobre ferramentas educacionais;
- Propiciar discussões sobre o uso de tecnologias na Educação;
- Fornecer estudos sobre a aplicação de laboratórios virtuais para o Ensino de Mecânica;
- Desenvolver material científico para desenvolvimento de estratégias para a Educação tecnológica

## LABORATÓRIOS DE ENSINO DE FÍSICA

Os estudos sobre a utilização de instrumentalizações em laboratórios percorrem mais de cem anos dentro dos estudos sobre as Ciências, na década de 1880 as atividades de laboratório já foram utilizadas para o Ensino de Química [7]. O Ensino com auxílio de laboratórios era considerado parte essencial, tendo em vista o provimento de treinamento para a observação do estudante, além de fornecer informações mais detalhadas dos processos científicos e estimular o interesse dos alunos. Estas considerações ainda são aceitas nos dias atuais [29].

Os laboratórios online são instrumentos tecnológicos que permitem ao usuário explorar atividades experimentais e essa interação é mediada por tecnologias digitais [3].

Existem diferentes categorias de laboratórios online: virtuais, remotos e híbridos. Os virtuais são simulações onde é possível reproduzir qualquer situação encontrada em ambientes físicos, os remotos são ambientes em que o aluno pode manipular equipamentos reais de um local diferente, ou seja, à distância e os híbridos misturam os componentes virtuais e remotos em um esforço para aproveitar as vantagens de ambos [29].

Segundo Pyatt & Sims [29], às experiências em laboratórios físicos nem sempre promovem mudanças conceituais nos

---

<sup>1</sup> [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)

conhecimentos dos usuários e os laboratórios físicos também podem propiciar os processos de ensino-Aprendizagem de Física, mas sem resolver os problemas de entendimento dos fenômenos pelos alunos.

Um laboratório online é projetado e sequenciado de tal maneira que possibilita ao usuário sensações reais do manuseio e interação com equipamentos e/ou substâncias, este tipo de laboratório pode ser uma alternativa preferível, ou simplesmente um ambiente de Aprendizagem de suporte para laboratórios físicos [34].

### REVISÃO SISTEMÁTICA E PLATAFORMA PHET

Ao realizar uma revisão sistemática da Literatura nos seguintes bancos de dados, revistas e periódicos: *ACM*, *ACAAP*, *SciELO*, *Educitec*, *Renote*, *RBEF*, *Redalyc*, *RBPEC*, *FIE*, *IEEE explore*, *OasisBR* e *SBIE*, pôde-se perceber que os laboratórios virtuais mais utilizados na Literatura são os presentes na plataforma PhET, e por isso, neste trabalho será analisado o laboratório presente nessa plataforma.

A plataforma PhET oferece simulações de ciência e matemática, gratuitas, interativas e baseadas em pesquisa, onde são realizados testes e avaliações em cada simulação para garantir a eficácia educacional.

Nessas simulações, enfatiza-se as conexões entre os fenômenos da vida real e a ciência subjacente, e procura-se tornar os modelos visuais e conceituais de físicos especialistas acessíveis aos usuários. Utiliza-se uma abordagem baseada em pesquisa nos projetos, ou seja, incorporando os resultados de pesquisas anteriores para criar ambientes que apoiam o envolvimento dos estudantes e a compreensão dos conceitos de física.

Os laboratórios virtuais presentes na plataforma utilizam a linguagem de marcação de *hypertexto* versão 5 HTML5 (*Hypertext Markup Language*), com algumas simulações nas linguagens de programação *Java* ou *Flash* (estão em processo de atualização para HTML5), e podem ser executadas online ou instaladas em seu computador.

### TRIANÁLISE DO POTENCIAL PEDAGÓGICO

A constante evolução das tecnologias causa uma sensação de incessante busca por adequação aos novos meios tecnológicos e quando se pensa em Educação, imagina-se que as ferramentas ideais possuam caráter motivador para a Aprendizagem, contudo, com a análise das ferramentas tecnológicas, surgem preocupações no Ensino, pois, como comenta Kenski [11], as tecnologias empregadas na Educação se caracterizam pelo envolvimento de diversos procedimentos, em um processo de síntese e o surgimento de novos estilos de raciocínio, além do estímulo ao uso de novas percepções e sensibilidades.

A Trianálise do Potencial Pedagógico foi desenvolvida para suprir a necessidade de analisar as potencialidades pedagógicas de uma ferramenta educacional, usando

critérios pré-definidos para estudar as características presentes nestas ferramentas e, neste trabalho, investigar os laboratórios virtuais da plataforma PhET para o ensino de Mecânica, que estuda o movimento dos corpos.

Esta ferramenta metodológica de análise foi desenvolvida em um **grupo de pesquisa** financiado com bolsa de desenvolvimento tecnológico CNPq, no qual o **autor** deste artigo fez parte.

Os critérios pré-definidos são viabilidade técnica, níveis de aprofundamento e índice de contato e servem como instrumentos de análise e irão alicerçar as discussões realizadas no presente trabalho. Abaixo estará a contextualização dos critérios.

### VIABILIDADE TÉCNICA

O uso de laboratórios virtuais e remotos apresentam resultados promissores pois são recursos que proporcionam excelente estratégia para potencializar a Aprendizagem sem os altos custos da criação, elaboração e manutenção de laboratórios físicos.

Destaca-se, que seu uso é indicado para qualquer disciplina que necessite de laboratório, pois, são recursos que permitem, também, o acesso com distanciamento requerido pelos protocolos de saúde, em situações de emergência, como as causadas pela pandemia de Covid-19, que inviabiliza a presença de estudantes em laboratórios físicos [29].

Compreender as formas de acesso a uma ferramenta é um critério importante na análise de um recurso educacional [8] e com o auxílio da viabilidade técnica é possível investigar como utilizar uma ferramenta pedagógica, com informações importantes sobre esse recurso a ser explorado, estes dados estão associados ao maquinário necessário para seu uso, sobre sua utilização ser de forma online ou offline, dos requisitos específicos necessários para seu funcionamento, recursos inclusivos e outras funções que dependem de cada recurso educacional analisado.

## NÍVEIS DE APROFUNDAMENTO

A experimentação remota é uma aplicação educacional que permite que os usuários busquem informações do mundo real a partir de um computador, permitindo executar ações em dispositivos externos a este, a fim de obter resultados instantâneos [2].

Este processo visa coletar dados para orientar como os usuários devem utilizar o laboratório, em uma tarefa específica, em determinado ambiente, sendo parte fundamental determinar quais os pressupostos pedagógicos presentes na ferramenta, para cada usuário. Compreender suas funcionalidades, aplicações e propriedades, é parte essencial do estudo sobre tecnologias empregadas na Educação [18].

## ÍNDICE DE CONTATO

O índice de contato é uma medida quantitativa que contabiliza o percentual de interação entre o usuário e um determinado conteúdo estudado mediado por uma ferramenta educacional.

Ao inspecionar uma interface, o avaliador assume a posição de usuário final (aluno) e leva em consideração seu conhecimento e experiência em algumas atividades oferecidas pelo recurso, com a finalidade de identificar problemas, erros nestas propostas, ou seja, caminhos pedagógicos que o usuário pode percorrer e ajudá-lo no processo de Aprendizagem. Este método de inspeção permite examinar um recurso tecnológico e prever as possíveis consequências de seu uso.

A **fórmula 1** apresentada abaixo demonstra como é calculado o índice:

$$INDICE DE CONTATO = \frac{TEMPO DE CONTATO DO USUÁRIO (segundos)}{TEMPO TOTAL (segundos)} \times 100$$

## ANÁLISE DO LABORATÓRIO

O quadro 1 detalha a Trianálise do Potencial Pedagógico, onde será apresentado os critérios pré-definidos e seus resultados, utilizando o laboratório virtual Energia na pista de skate<sup>2</sup> presente na Plataforma *PhET*.

CRITÉRIO	ANÁLISE
Viabilidade Técnica	O acesso pode ser realizado on-line ou off-line se o download do laboratório tenha sido feito anteriormente;  Compatível com plataforma <i>Google class room</i> ;  Simulações em HTML5 funcionam em computadores portáteis (iPads e <i>Chromebooks</i> ), e navegadores atualizados independente do Sistema

<sup>2</sup> [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/energy-skate-park](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/energy-skate-park)

	Operacional (Windows, Mac ou Linux).
Níveis de aprofundamento	O laboratório possui muitas funcionalidades, possibilitando a análise de diferentes propriedades presentes no estudo de cinemática, tais como:  Explicar o conceito de Conservação de Energia Mecânica usando energias cinética, potencial gravitacional e térmica; Descrever como a alteração da massa, fricção ou gravidade afeta a energia do skatista;  Prever a posição ou estimar a velocidade a partir da energia em gráficos; Calcular a velocidade ou altura em uma posição a partir de informações fornecidas pelo laboratório; Descrever o que ocorre com a energia no sistema quando a altura de referência muda.
Índice de contato	Neste experimento o valor de 93,6% foi encontrado para o índice de contato. Para o cálculo foi usada a fórmula 1 apresentada anteriormente com os valores abaixo:  Tempo de contato do usuário: 562 segundos, Tempo total: 600 segundos;  $IC = \frac{562 s}{600 s} \times 100 = 93,6\%$

**Quadro 1 - Análise do Laboratório Energia na pista de skate**

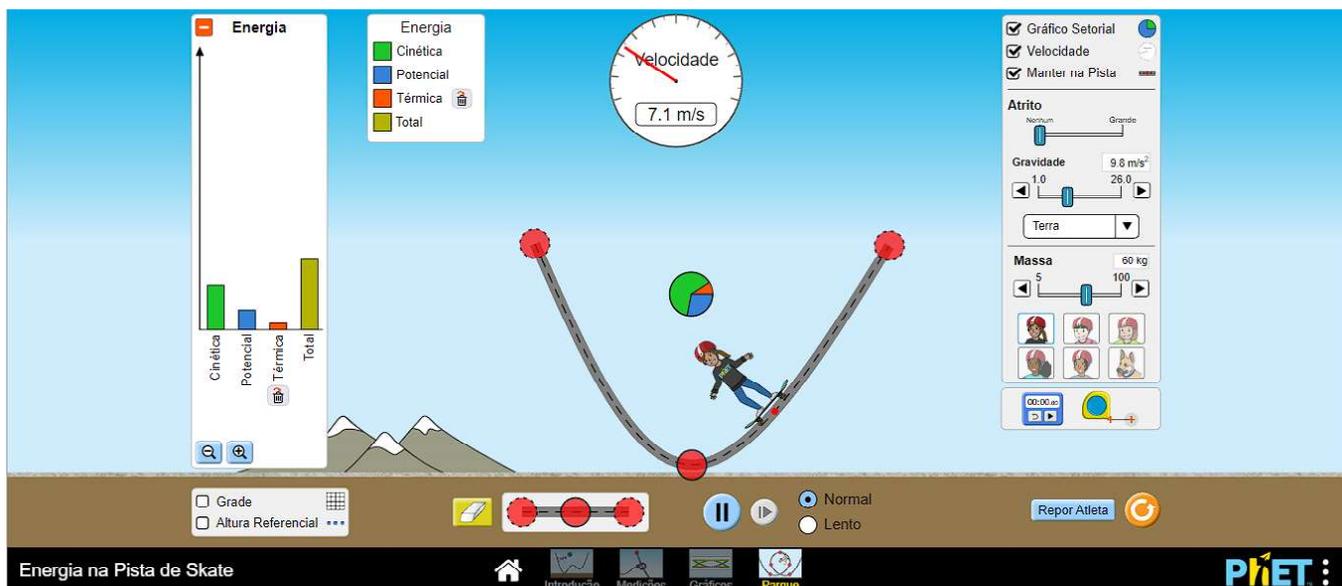
Destaca-se também algumas observações realizadas para cada critério de análise.

CRITÉRIO	OBSERVAÇÃO
Viabilidade Técnica	O usuário consegue modificar diversas funções dentro do laboratório, modificações na visualização, nas medições, nos conceitos físicos (velocidade, gravidade, massa e outros) e na realização do movimento.  As alterações realizadas pelo usuário, durante as simulações, utilizam controles deslizantes localizados no menu lateral do laboratório, ou por movimentação manual dos skatistas e das pistas.  A interface de acesso é auto explicativa e com muita interação com os conceitos de cinemática.

Níveis de aprofundamento	<p>Existem quatro diferentes maneiras de utilizar o laboratório: Introdução, Medições, Gráficos e Parque. Cada uma dessas maneiras possui singularidades que permitem ao usuário explorar diversas funções trabalhando os conceitos de cinemática.</p> <p>Diversos fatores modificam os acontecimentos do laboratório, por exemplo, as mudanças de pista, massa, gravidade e atrito.</p> <p>O laboratório permite que seu usuário tenha contato com situações beirando a realidade de uma pista de skate, com todas características presentes na mesma, isso é parte essencial de tornar o usuário sujeito ativo nas ações educacionais, permitindo-o vivenciar eventos cotidianos.</p>
--------------------------	---

	<p>Pode ser utilizado em diversificados níveis de Aprendizagem, de maneira mais superficial e introdutória para a ideia de movimento, como mais aprofundada para cálculos.</p>
Índice de contato	<p>Os valores foram encontrados a partir de simulações realizadas pelos autores no laboratório virtual e, dependendo do usuário, este valor pode sofrer alterações.</p> <p>O usuário é influenciador e controla as ações dentro do laboratório, alterando todos os acontecimentos.</p> <p>O valor alto de índice de contato afirma que este laboratório é uma ferramenta potencializadora para o Ensino de Física.</p>

**Quadro 2 – Observações sobre os critérios do laboratório virtual**



**Figura 1 – Experimento realizado no laboratório virtual Energia na pista de skate**

A figura 1 demonstra uma simulação realizada no laboratório virtual da plataforma *PhET*. Na imagem é possível visualizar o painel lateral com as configurações da simulação, com botões, caixas e controles deslizantes que alteram visualmente e usualmente os acontecimentos na simulação.

Ao centro é o ambiente onde o usuário desenvolve sua pista de skate da maneira que preferir. As demonstrações de Energias e velocidade, são opcionais e dependem se o usuário quer visualiza-las.

Neste ambiente é possível trabalhar os conteúdos de: Energia (Térmica, Cinética e Gravitacional), Trabalho e Velocidade.

O laboratório virtual Energia na pista de skate é uma ferramenta flexível em suas operações e pode ser utilizado em diversos níveis do conhecimento e de diferentes formas, sendo um recurso introdutório ou um objeto presente dentro de avaliação.

Este laboratório torna o usuário altamente influenciador dos acontecimentos dentro da experimentação, tornando-o um sujeito ativo dentro das ações educativas [17].

Moran [14] comenta que diversas vezes as tecnologias na Educação acabam se tornando apenas uma demonstração de conteúdo, porém quando se analisa o laboratório, verifica-se que o mesmo possui 93,6% de índice de contato.

Percebe-se que o usuário pode alterar e controlar o que ocorre na simulação, permitindo uma exploração livre, sem

um conteúdo pré-estabelecido, oferecendo ao usuário uma gama altíssima de situações prováveis e não, apenas, uma demonstração de conteúdo.

Pode ser utilizado como um recurso, inicialmente, demonstrativo, mas com potencial para construções futuras do conteúdo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estudar e compreender as relações existentes entre as numerosas variáveis relacionadas ao Ensino da Física, tais como Energia, Trabalho e velocidade, tende a se tornar mais fácil quando os laboratórios virtuais são utilizados para auxiliar na construção do conhecimento.

A prática sendo realizada com o auxílio da teoria acaba criando o chamado significado, que permite ao estudante compreender melhor o mecanismo com o qual o fenômeno ocorre. Certamente, o significado promove um aprendizado mais sustentável, gerando novos conhecimentos e melhores alunos. Como resultado, tendemos a ter professores mais autoconfiantes e mais realizados em sua profissão, e que buscam complementar sua profissão.

Espera-se que este trabalho possa contribuir para a criação de políticas públicas escolares que permitam a melhoria do ambiente escolar.

Seria, também, de grande importância que os professores pudessem participar de cursos de treinamento contínuo como forma de reciclar seus conhecimentos teóricos e práticos, possibilitando-lhes conduzir aulas mais elaboradas e produtivas.

Para estudar a utilização de tecnologias empregadas na Educação, foi realizada uma coleta de dados, com foco na execução de tarefas, disponibilizadas dentro dos ambientes virtuais, esta busca teve como objetivo determinar quais as características presentes no laboratório que possam ser utilizadas em ambientes reais de Ensino, de forma a auxiliar alunos e professores na construção de conceitos.

O processo interativo que fundamenta a utilização de um laboratório virtual, permite que este recurso possa ter um alto nível de índice de contato, corroborando com ([21], [20], [10] [22] e possibilita alfabetizar os cidadãos na Ciência e formar pessoas capacitadas para as necessidades atuais da sociedade como Santos & Schnetzler [32] trazem como necessidade para a vida contemporânea.

Muitos pesquisadores se utilizam de avaliações por meio de inspeção para prever as consequências de utilizar recursos tecnológicos em ambientes educacionais ([27], [36], [31]) e consideram este recurso fundamental para melhorar os mecanismos de interação tecnológica.

Fica evidente que os laboratórios virtuais permitem aos seus usuários a manipulação de ambientes e processos distintos de forma eficiente e com baixo custo, também auxilia os usuários em associações da teoria com a prática. Este processo é possível graças ao planejamento e construção

deste recurso que é pensado diretamente na utilização por parte do usuário, visando sua interação, seu aporte teórico e seu dinamismo [34].

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É preciso fazer com que os conteúdos de Física possibilitem a criação de competências nos estudantes e tornar necessário a busca por novas alternativas didáticas capazes de provocar mudanças conceituais no Ensino de Física, bem como desenvolver um conjunto de estratégias. Sendo assim o objetivo deste trabalho é analisar as potencialidades pedagógicas de laboratórios virtuais para o Ensino de Mecânica.

Quando pensamos em aulas com o aporte de tecnologias digitais, entender o ambiente de aplicação é uma questão chave. Tendo isso em vista, a Trianálise do Potencial Pedagógico possibilita um entendimento pleno das necessidades para sua utilização, do aprofundamento possível e da interação com os conceitos abordados na ferramenta.

O ambiente de Ensino e o docente possuem espaço para se aproximarem dos estudantes da geração atual, que estão cada vez mais inseridos no mundo das tecnologias virtuais.

O professor, como ser participante da sociedade e dos acontecimentos atuais, precisa estar ciente dos acontecimentos e das discussões presentes no mundo virtual, mas carregar consigo um aporte teórico, metodológico e pedagógico adequado para viabilizar a construção do conhecimento junto aos alunos.

Por fim, ressalta-se que a utilização desses ambientes contribui no estudo de fenômenos físicos e desenvolvem no usuário uma mudança conceitual dos temas estudados, alicerçada na utilização, exploração e interação dos recursos disponibilizados em um laboratório virtual.

## REFERENCES

1. Bastos, A. Tecnologias digitais: uso do Physics Education Technology Project (PhET) no ensino de eletrodinâmica. **Research Society and Development**. 9. 1-13. 10.33448/rsd-v9i9.6846, 2020.
2. Borges, A. P.; Peres-Lisboa, M.O. and Alexandre S.E. "Virtual Laboratory Associated to Intelligent Instrumentation," in **IES 2000 Internet Education Science**, Ucrânia.
3. Delamuta, B. H., Neto, J. C., Junior, S. L. S., Assai, N. D. de S. O uso de aplicativos para o ensino de Química: uma revisão sistemática de literatura. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 7, p. e145621, 2021.
4. Dos Santos, C.; Freitas S. P.; Lopes, M. M. Ensino remoto e a utilização de laboratórios virtuais na área de ciências naturais. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 12, n. 1, 2020.

5. Dos Santos, M. E. K.; Amaral, L. H. Avaliação de Objetos Virtuais de Aprendizagem no Ensino de Matemática. **Revista RENCiMa**, v. 3, n. 2, p. 83-93, jul/dez 2012.
6. Evald, T. C. Experimentação em circuitos elétricos como uma prática metodológica de Ensino - "Orientador: Cristiano da Silva Buss". 147 f. Dissertação (Mestrado profissional) - programa de Pós-graduação em Ciências e tecnologias na Educação, Instituto Federal Sul-rio-grandense, Câmpus Pelotas Visconde da Graça, Pelotas, 2021.
7. Fay, Paul J. The History of Chemistry Teaching in American High Schools. **Journal of Chemical Education**. v.8, n. 8, p. 1533-1562, August 1931.
8. Gadotti, M. Educação popular, educação social, educação comunitária. In: **Congresso Internacional de Pedagogia Social**. 2012.
9. German, N.; Niño, R.; Li, F.; Serquén, O. "A Didactic model for virtual education leading to the development of competences in higher education at universities," 2021 IEEE 1st International Conference on Advanced Learning Technologies on Education & Research (ICALTER), 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICALTER54105.2021.9675115.
10. Jakkola, T.; Nurmi, S.; Veermans, K. A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts. **Journal of research in science teaching**, v. 48, n. 1, p. 71-93, 2011.
11. Kenski, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista diálogo educacional**, v. 4, n. 10, p. 1-10, 2003.
12. Lima, M. de F. W. do P., Hecher, D., & Boff, E. Um Objeto de Aprendizagem para apoio a Aprendizagem de Física. **RENOTE**, 8(3). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.18079>, 2010.
13. Maulidah, S. S.; Prima, E. C. Using Physics Education Technology as Virtual Laboratory in Learning Waves and Sounds. **Journal of Science Learning**, v. 1, n. 3, p. 116-121, 2018.
14. Moran, J. M. Os novos espaços de atuação do Professor com as Tecnologias. **Revista Diálogo Educacional**, [S.l.], v. 4, n. 12, p. 13-21, jul. 2004.
15. Moreira, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.
16. Moreira, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.
17. Mota, F. A. C.; Mesquita, D. W. O.; Farias, S. A. Uso de materiais alternativos no Ensino de Química: o aluno como sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências—X ENPEC**, p. 1-8, 2015.
18. Nicolete, P. C.; Herrmann, R. F. D.; Herpich, F.; de Oliveira E. T.; Tarouco, L. M. R. A motivação de estudantes ao utilizar laboratórios online para aprendizagem experiencial de circuitos elétricos durante a pandemia do Covid-19. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 152–162, 2021. DOI: 10.22456/1679-1916.121200. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/121200>. Acesso em: 22 set. 2021.
19. Oliveira, K. K. de S., Fiovaranti, M. L., Barbosa, E. F., Souza, R. A. C. Avaliação dos Habilitadores da Educação 4.0: Transformação Digital da Educação Multidisciplinar em Mudanças Climáticas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 32. 2021, Online. Anais [...]. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Computação**, 2021. p. 58-67. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218386>.
20. Ortiz, J. O. de S., Kwecko, V., Tolêdo, F., Devincenzi, S., Botelho, S. S. da C. Recursos Educacionais Abertos: Uma Análise dos Objetivos de Aprendizagem Referenciados pela Taxonomia Digital de Bloom. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 31. 2020, Online. Anais [...]. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Computação**, 2020. p. 122-131. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie>.
21. Peres, F., Morais, D., Queiroz, S., Santana, B. Desenvolvimento de Artefatos Digitais por Estudantes na Educação do Campo: Uma Pesquisa-Ação em Comunidades de Prática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 31. 2020, Online. Anais [...]. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Computação**, 2020. p. 212-221. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.212>.
22. Pinheiro, A. J. M. Atividade lúdica e hábitos digitais: um estudo com acadêmicos em processo de formação no curso de Pedagogia EaD. 2020. 97 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Programa de Pós-Graduação em Metodologias para o Ensino de Linguagem e suas Tecnologias – Universidade Pitágoras Unopar, Londrina, 2020.
23. Porto, L. E. S. O uso do graxaim/LVT nos estudos de recuperação paralela no Ensino de Física para o Ensino Médio. Orientador: Ricardo Andreas Sauerwein. 85 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Química da vida de saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.
24. Prensky, M. Aprendizagem baseada em jogos digitais. São Paulo: **Editores Senac** São Paulo, 2012.
25. Ribeiro, J. P. M. Films and educational softwares in Physics teaching: A bivariate analysis. **Research**,

**Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e36984998, 2020.

Anais do **XII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais**, 2013, Brasil.

26. Pyatt, K., & Sims, R. Virtual and physical experimentation in inquiry-based science labs: Attitudes, performance, and access. **Journal of Science Education and Technology**, 21(1), 133-147, 2012. 2020.122.
27. Ribeiro, J. F.; Silva, B. S. da. Avaliação automática de acessibilidade do portal da UFRN. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 9, n. 1, 2020. DOI: 10.35819/tear.v9.n1.a3813. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3813>. Acesso em: 06 mar. 2022.
28. Ritta, Â. S., Piovesan, S. D., Siedler, M. da S. O uso da realidade virtual para ensino de astronomia: desenvolvimento e aplicação de um software para simulação de planetário. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 6, p. e096420, 2020.
29. Rodriguez-Gil, L.; Zubia, J. G.; Orduña, P.; Lopez-de-Ipina, D. Towards new multiplatform hybrid online laboratory models. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 10, n. 3, p. 318-330, 2017.
30. Sampaio, R.F., Mancini, M.C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**. 2007.
31. Santos, R.D.; Silva, B.S. Comparação de Métodos de Avaliação de IHC sob a Perspectiva do Autor da Interface. In: Anais do **CONGRESSO PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN**, São Paulo: Blucher, 2019. p. 5302-5316. ISSN 2318-6968. DOI 10.5151/ped2018-7.2\_ACO\_06. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/27197>. Acesso em: 02 jun. 2022
32. Santos. W. L. P., Schnetzler, R. P. Educação em química: compromisso com a cidadania. Ijuí: **UNIJUÍ**, 1997.
33. Silva, I. P. da; Mercado, L. P. L. Laboratórios de ensino de física mediados por interfaces digitais. **EDUCA - Revista Multidisciplinar em Educação**, [S. l.], v. 7, n. 17, p. 3–22, 2020.
34. Tatli, Z., & Ayas, A. Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement. **Journal of Educational Technology & Society**, 16(1),159-170, 2013.
35. Tuyarot, R. D.; Tesseroli, de C. R. Objetos Educacionais Digitais na EAD e Educação Inclusiva na Área de Física. **RENOTE**, 14(2). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.70630>, 2016.
36. Valentim, N. M., da Silva, T. S., Silveira, M. S., & Conte, T. Estudo comparativo entre técnicas de inspeção de usabilidade sobre diagramas de atividades.