

# O uso de linguagem de programação no Ensino de Física: Uma revisão da literatura

## The use of programming language in physics teaching: a literature review

**Mateus Xavier Yamaguti**

Universidade Federal de São Carlos  
mateus.yamaguti@estudante.ufscar.br

**João Teles de Carvalho Neto**

Universidade Federal de São Carlos  
jteles@ufscar.br

### Resumo

Esta pesquisa tem como intuito apresentar o que se tem pesquisado sobre o uso de linguagem de programação como ferramenta potencializadora para o ensino de Física nos últimos 5 anos na América Latina. Para isso, utilizamos a pesquisa bibliográfica como metodologia e analisamos os dados por meio da análise de conteúdo de Bardin (1977). Para tanto, foram utilizadas como fonte da pesquisa as revistas categorizadas como Ensino de Física pela CAPES com classificação Qualis A1, A2, B1 e B2. E a partir da análise dos textos, foram construídas cinco categorias: i) simuladores e linguagem de programação, ii) criação de aparatos físico ou virtual, iii) ciência e tecnologia, iv) software como ferramenta para o ensino e aprendizagem e v) outras tecnologias. Concluímos que existem ferramentas consolidadas na aplicação do ensino e aprendizagem de Física, porém existem lacunas a serem preenchidas, como linguagem de programação como ferramenta para o ensino de Física.

**Palavras chave:** Tecnologia, linguagem de programação, ensino de Física, revisão bibliográfica, TIC.

### Abstract

The purpose of this work is to present what has been researched about the use of programming language as a potentiating tool for teaching physics in the last 5 years in Latin America. For this, we used the methodology of bibliographic research and analyzed the data through the content analysis methodology of Bardin (1977). For that, scientific journals categorized as Physics Teaching by CAPES with Qualis classification A1, A2, B1 and B2 were used as a research source. Thus, from the analysis of the texts, five categories were constructed: i) simulators and programming language, ii) creation of physical or virtual apparatus, iii) science and technology, iv) software as a tool for teaching and learning and v) other technologies. Therefore, we conclude that there are potentiating tools consolidated in

the application of physics teaching and learning, but there are still gaps to be filled, such as the teaching and use of programming language as a tool for teaching Physics..

**Key words:** Technology, programming language, physics teaching, literature review, ICT.

## Introdução

A disponibilidade e uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) só tem aumentado nos últimos anos, e tal cenário foi acelerado pela pandemia de COVID-19 que levou à interrupção das aulas presenciais e forçou a adaptação ao ensino remoto. Dessa forma, houve a necessidade de se buscar meios que permitissem o ensino e aprendizagem de forma não presencial. Por conta disso, as escolas iniciaram a utilização de várias ferramentas tecnológicas cibernéticas (SILVA, 2020).

Perante esse novo desafio docente, Nascimento *et al.* (2020, p. 25914) levantam a seguinte questão: “como incorporar as novas tecnologias em sua prática pedagógica de forma significativa e não apenas como mais uma ferramenta para motivar a sua aula ou transmitir conteúdos?” Nesse contexto, surgiram diversas pesquisas que buscam demonstrar as potencialidades das TIC no ensino.

Neste trabalho, usamos a definição das TIC como sendo a combinação da tecnologia computacional ou informática aliada à tecnologia da telecomunicação (MIRANDA, 2007). Também entendemos a linguagem de programação como uma parte importante a ser estudada dentro do universo das TIC, o que suscita a seguinte questão de pesquisa: o que se tem pesquisado nos últimos anos sobre a utilização de linguagens de programação no ensino de Física?

## Fundamentação teórica

A incorporação das TIC no contexto social produz efeitos no comportamento da sociedade e, principalmente, no contexto escolar. Logo, existe a necessidade de entender como a propagação e disseminação dessas tecnologias estão sendo feitas, uma vez que, atualmente, a concepção de novas tecnologias é de uma rapidez extraordinária e sem precedentes, podendo gerar uma alta volatilidade na adequação pedagógica dos materiais didáticos e, até mesmo, a desatualização precoce de conteúdos. Com isso, “de acordo com o aparecimento de novas tecnologias, qualquer manual de regras ou guia de conduta que se adote poderá, rapidamente, tornar-se obsoleto” (CARNEIRO, 2020, p. 119).

Mesmo com a BNCC (BRASIL, 2017, p. 470-497) sendo clara quanto ao uso dos conceitos de linguagem de programação em seus itinerários formativos no ensino médio, assim como sobre a progressão das aprendizagens essenciais do ensino fundamental para o ensino médio contendo práticas de linguagem do universo digital, Moreira (2018) destaca que as TIC ainda não permeiam efetivamente o ensino de Física, sendo a prática docente ainda grandemente baseada em métodos tradicionais e desatualizados. Dessa forma, surge a necessidade de metodologias que levem em consideração a adaptação ao uso de TIC no ensino. Além disso existe a necessidade das escolas se atualizarem quanto à busca dessas

tecnologias e sua implementação em sala de aula, dando ênfase à valorização cultural digital para a formação de um cidadão crítico. Para isso,

É necessário que [os professores] assumam o papel de grandes mediadores da busca do conhecimento e que as novas tecnologias sejam aplicadas com um embasamento pedagógico que estimule verdadeiramente a criatividade, a reflexão crítica e a cidadania responsável, características estas, que atendem as demandas da sociedade atual. (NASCIMENTO *et al.*, 2020, p. 25911).

Depreendemos disso que o ensino de ciências atual deve ser aquele que utiliza os recursos tecnológicos existentes para fomentar nos alunos um conhecimento científico e tecnológico que auxilie em seu desenvolvimento crítico e reflexivo. Deve, também, buscar formar um vínculo entre o tema integrador de tecnologias e o eixo formador de Linguagem da Ciência, em especial na contribuição das componentes curriculares da BNCC em Física (BRASIL, 2017). Além disso, devemos lembrar que

As velhas metodologias de ensino já não condizem com a realidade atual dos nossos alunos. Escola e os professores devem estar dispostos a repensarem suas práticas de ensino e seu currículo escolar. Se as TIC forem utilizadas para dar ênfase ao conteúdo, trarão bons resultados na conquista do saber. O que se limitava ao quadro, livro e ao giz, agora possibilitam inúmeras alternativas ao professor. (DOURADO *et al.*, 2014, p. 364)

E, por fim, consideramos particularmente pertinente e coerente com os aspectos supracitados o entendimento de Parizotto (2017) de que o processo de ensino e de implementação das atividades auxiliadas pela linguagem de programação como recurso tecnológico propicia ao indivíduo a construção de um conjunto de regras tanto para descrever os fenômenos físicos, como para racionalizar os conceitos lógicos que, amparados pelo professor, podem enriquecer ainda mais o arcabouço cultural do aluno.

## Métodos

Anualmente é publicado um número consideravelmente grande de pesquisas em revistas científicas, gerando diversos conhecimentos com potencial de impacto acadêmico e social. Uma das formas de sintetizar essas pesquisas é por meio da pesquisa bibliográfica, pois permite a exploração de um conteúdo específico mediante uma delimitação espacial e temporal (GIL, 2008). Além de identificar o que está sendo produzido, a pesquisa bibliográfica também salienta possíveis lacunas para futuras pesquisas e é de grande importância quando fenômenos se manifestam através de dados muito dispersos.

Esta vantagem se torna particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço. Por exemplo, seria impossível a um pesquisador percorrer todo o território brasileiro em busca de dados sobre a população ou renda per capita; todavia, se tem à sua disposição uma bibliografia adequada, não terá maiores obstáculos para contar com as informações requeridas. A pesquisa bibliográfica também é indispensável nos estudos históricos. Em muitas situações, não há outra

maneira de conhecer os fatos passados senão com base em dados secundários (GIL, 2008, p. 50)

Desta forma, utilizamos como metodologia para este trabalho a pesquisa bibliográfica a fim de entender o que se tem pesquisado sobre o tema “O uso da linguagem de programação no Ensino de Física”. A escolha desse tema se deu pela crescente demanda na área computacional, visto que, segundo Macêdo *et al.* (2013), estamos vivendo em uma “sociedade da informação”, que requer a formação de cidadãos críticos e alfabetizados cientificamente e tecnologicamente.

Delimitamos o espaço de pesquisa para o levantamento bibliográfico nas revistas específicas sobre o ensino de Física latino-americanas, categorizadas pela CAPES segundo a avaliação do quadriênio de 2013 a 2016 com qualis A1, A2, B1 e B2, resultando na fontes primárias do quadro 1. Também delimitamos o espaço temporal referente às publicações realizadas no período entre janeiro/2018 e julho/2022, compreendendo os últimos 5 anos até o início da realização dessa pesquisa, pois entendemos que esse período engloba o aumento do uso das TIC em um cenário de pandemia e pós-pandemia, além de ser um período adequado para entender as pesquisas que estão sendo realizada na área da educação com o uso de TIC, visto que a tecnologia possui uma rápida transformação na “sociedade da informação” (MACÊDO, 2013).

**Quadro 1:** Fontes primárias

| Nome das revistas de ensino de Física         | ISSN      | QUALIS |
|---|-----------|--------|
| Revista Brasileira de Ensino de Física        | 0102-4744 | A1     |
| Caderno Brasileiro de Ensino de Física        | 2175-7941 | A2     |
| Latin - American Journal of Physics Education | 1870-9095 | A2     |
| Revista de Enseñanza de la Física             | 2250-6101 | B1     |
| A Física na Escola (Online)                   | 1983-6430 | B2     |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Restritos às revistas do quadro 1, escolhemos os seguintes buscadores para seleção dos textos: (1) Programação, (2) TIC e (3) Informática, além de suas respectivas variações em espanhol: (1) Programación, (2) TIC e (3) Informática. Os buscadores foram pesquisados individualmente em cada sistema de busca das respectivas revistas, a fim de expandir os trabalhos encontrados. Além disso, foi utilizado como critério de delimitação a seleção de artigos apenas sobre a temática de ensino de Física com alguma relação com o uso de tecnologia.

Por fim, conforme orienta a metodologia da pesquisa bibliográfica, foi necessário realizar o fichamento de todos os artigos encontrados a fim de serem posteriormente analisados e interpretados com o apoio da metodologia de análise de conteúdo de Bardin (1977), a qual consiste, resumidamente, em uma pré-análise de exploração superficial do material e possíveis “insights” para categorização, seguida por uma exploração mais profunda

do material e sua categorização à posteriori por meio da administração das técnicas no corpus textual. Por fim, foram realizados o tratamento dos dados e as interpretações.

## Resultados e discussões

A partir da exploração das revistas, foram encontrados 29 artigos que continham em seus títulos, resumos ou palavras-chaves os buscadores escolhidos nesta pesquisa. Porém, foram identificados 4 trabalhos que não atendiam o eixo temático de ensino de Física e, por isso, foram excluídos de nossas análises, resultando em 25 artigos que foram analisados e são discutidos a seguir.

Após a leitura minuciosa dos artigos, foram identificadas características em comum entre eles, o que nos levou a formular as categorias baseadas nos temas dos trabalhos, conforme o quadro 2.

**Quadro 2** - Categorização dos trabalhos

| <b>Categorias</b>  | <b>Trabalhos</b>   |
|--|--|
| i) Simuladores e linguagem de programação                              | Cruz et al. (2022)   |
| ii) Criação de aparatos físico e/ou virtual                            | Oliveira et al. (2020a); Silva et al. (2022); Pereira et al. (2021); Oliveira et al. (2020b); Sousa-Junior et al. (2020); Guadagnini et al. (2019)                     |
| iii) Outras tecnologias  | Enrique et al. (2018); Camejo (2021); Caetano (2021); Suttini et al (2021); Romano e Occelli (2019); Lozano e Villamil (2021); Fager (2018); Ruggeri e Anriquez (2019) |
| iv) Ciência e Tecnologia   | Domínguez e Stipcich (2018); Torroba et al. (2019); Reyes (2021); Gutiérrez et al. (2019); Tecpan e Hernández (2019)   |
| v) Software ou aplicativo como ferramenta para o ensino e aprendizagem | Neide et al. (2019); Silva et al. (2018); Macedo e Roberto Junior (2018); Leite et al. (2020); Enrique e Yanitelli (2019)  |

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

i) Simuladores e linguagem de programação. Para esta categoria, entende-se que

Dentre os diversos usos do computador como recurso didático, a simulação ou modelagem é uma atividade que permite uma maior interatividade dos alunos com um determinado modelo físico. No ensino de Física tem, dentre outros, o objetivo de ilustrar e questionar o aluno sobre conceitos e modelos físicos. Assim, a modelagem computacional constitui um recurso didático no ensino de Física de atualização e enriquecimento às atividades de ensino. (FIGUEIRA, 2005, p. 615)

Outros autores, como Parizotto (2017) e Cassal (2020), também seguem essa mesma linha de pensamento, utilizando a linguagem de programação Python, com o intuito de propor alternativas inovadoras para o ensino e aprendizagem das componentes curriculares de Física,

promovendo atividades práticas com o uso de linguagem de programação para conceituação de fenômenos físicos por meio da racionalização e codificação do programa gerador das simulações computacionais. Logo, essa categoria buscou agregar todos os trabalhos que apresentam como produto final de uma sequência didática a construção de simuladores, que por sua vez são elaborados a partir de alguma linguagem de programação, porém percebemos que apenas um trabalho se distinguiu dos demais para criação dessa categoria, sendo ele Cruz et al. (2022) que apresenta em seu artigo o uso da linguagem Python e a biblioteca computacional Vpython como ferramentas potencializadoras para o processo de ensino e aprendizagem, com simulações que emulam os fenômenos de mecânica clássica.

ii) Criação de aparatos físico ou virtual. Os trabalhos desta categoria não incluem a construção de algoritmos que contenham algum tipo de linguagem de programação, apenas a elaboração de um aparato físico ou virtual. Desta forma, os artigos enquadrados nesta categoria abordam basicamente a criação de dispositivos tecnológicos concretos ou virtuais que buscam apoiar o ensino e aprendizagem de Física, como Oliveira et al. (2020a) e Pereira et al. (2021) que utilizam Arduino para construção de uma maquete experimental para determinação da constante de Planck, e um luxímetro digital para laboratório didático, respectivamente. Apesar disso, entendemos que essa categoria se fez importante, pois podemos visualizar a diferença das propostas de aparatos físicos e virtuais e,

Embora sejam os experimentos reais os indispensáveis juízes e a base para a construção do conhecimento, eles são, por vezes, altamente complexos e de difícil realização e compreensão. A complexidade de uma simulação, por outro lado, pode convenientemente ser adequada às necessidades reais dos estudantes e da situação de aprendizagem pretendida. Na impossibilidade da comparação com o real, a discussão da construção do modelo torna-se ainda mais importante e essencial. (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 83)

Muitas plataformas e ferramentas virtuais possibilitam a simulação de experimentos que só poderiam ser feitos em laboratórios muito bem equipados, os quais requerem um alto grau de capacitação para usufruir de suas instalações, técnicos e a necessidade de manutenção (YAMAMOTO; BARBETA, 2001). Enquanto isso, os recursos vinculados à esta categoria estimulam a prática didática por meio de recursos tecnológicos de fácil administração, tanto por professores, quanto por alunos, que, por sua vez, exercem maior protagonismo por conta da liberdade de se trabalhar com aparatos físicos simulados que não requerem alto nível de capacitação técnica e profissional.

iii) Ciência e Tecnologia. Esta categoria inclui os trabalhos que abordam especificamente o impacto do uso da tecnologia no ensino de Física, assim como a evolução ou transformação que ela pode causar, uma vez que vivemos em uma sociedade rodeada por tecnologias. Sendo assim, o ensino de ciências não pode se desvincular da tecnologia, para que este não se torne descontextualizado do mundo em que os alunos estão inseridos. Desse modo,

Ao voltar seus olhares para uma realidade transformada pelas TICs, a ciência da informação fornece uma importante visão sobre as questões informacionais atuais, contribuindo, de forma determinante, para os avanços da sociedade da informação (ROSA, 2019, p.187)

Entre os artigos desta categoria, destacam-se o ensino de Física para crianças com TDA (Transtorno do Déficit de Atenção) apoiado por TIC (DOMÍNGUEZ; STIPCICH, 2018), e a aceleração do uso das TIC em especial no laboratórios de Física com a utilização de M-learning (mobile learning) (REYES, 2021). De forma geral, todos os trabalhos desta categoria demonstraram que as ferramentas tecnológicas podem ser aplicadas como recursos alternativos e promissores com a capacidade de impactar o contexto social e cultural em que o aluno está inserido, assim como ajudar efetivamente em questões de educação especial.

iv) Software ou aplicativo como ferramenta para o ensino e aprendizagem. Dentre as diversas formas de se utilizar conceitos tecnológicos no ensino, o uso de softwares educacionais se caracteriza como uma importante ferramenta. Assim, podemos afirmar que

É necessário e urgente transformar o modelo educacional de modo que o processo de conhecer e de atuar seja estimulante, desafiador e adequado aos novos tempos. Para isso o computador, com seus softwares pode contribuir para o estabelecimento desse novo paradigma [...]. (HEINECK; VALIATI; ROSA, 2007, p. 11)

Logo, essa categoria é responsável por agrupar os trabalhos que utilizaram softwares e aplicações prontas como recurso de apoio ao ensino e aprendizagem como, por exemplo, o uso do software Stellarium para aprendizagem de astronomia (SILVA *et al.*, 2018).

v) Outras tecnologias. Um dos desafios do ensino de Física atual é gerar motivação nos alunos para que eles percebam as relações entre a escola e o mundo em que vivem. Assim,

Parece-nos que este é um dos maiores desafios no uso de TICs com os estudantes do Ensino Médio: motivar o uso da informática como ferramenta cognitiva de aprendizagem de Física e não, apenas e exclusivamente, como serviço de entretenimento ou comunicação, bastante comum no cotidiano deles. (PIRES; VIET, 2006, p. 247)

Os trabalhos incluídos nesta categoria se devem ao fato de que sua premissa é a inclusão das TICs e de outras ferramentas auxiliaadoras da metodologia de ensino e aprendizagem, que não incluem em seu cerne o uso de programação, a criação de aparatos físicos/virtuais ou softwares prontos. Como exemplo, podemos citar o artigo de Enrique *et al.* (2019) que utiliza a metodologia de ensino investigativa, em que apresenta uma análise das respostas dadas por alunos do curso de engenharia sobre um conjunto de questões de dinâmica de sistemas oscilantes, partindo da análise de figuras ilustrativas. Assim como o trabalho de Fager (2018), que desenvolve atividades B-Learning com o auxílio de TICs que têm o potencial de proporcionar aprendizagem ativa e colaborativa, e também, o uso do laboratório remoto LabsLand para realizar experimentações dos princípios de Arquimedes (RUGGERI; ANRIQUEZ, 2019).

## Considerações finais

Tendo em vista a crescente ampliação do uso e disseminação da tecnologia em todos os setores da sociedade como já abordado nesta pesquisa, entendemos que a educação também foi impactada de forma massiva. Vemos isso tanto na utilização de ferramentas

digitais para suportar as mudanças abruptas causadas pela pandemia de COVID-19, quanto na criação de ferramentas potencializadoras para o ensino e aprendizagem.

Com relação a essas ferramentas, constatamos que as categorias (ii) *criação de aparatos físicos ou virtuais*, (iv) *Software ou aplicativo como ferramenta para o ensino e aprendizagem* e (v) *outras tecnologias* e, são as frentes mais recorrentes estudadas nas pesquisas consideradas neste trabalho, ganhando destaque o seu uso em experimentos virtuais em disciplinas de laboratórios didáticos durante a pandemia e como apoio para a realização das aulas remotamente.

Enquanto isso, a categoria (iii) *Ciência e Tecnologia* busca entender o impacto que o desenvolvimento tecnológico, em especial na educação, pode causar em nossa sociedade, além de destacar potenciais ferramentas com aplicações promissoras para ajudar a solucionar desafios educacionais.

Portanto, tendo em vista que a pesquisa foi realizada em um espaço temporal de cerca de 5 anos em apenas revistas de ensino de Física, entendemos que existe uma lacuna sobre a utilização de linguagens de programação atualmente no ensino de Física. Visto que a pesquisa apresentou mais trabalhos focados na utilização de softwares e aplicativos prontos para serem utilizados como ferramentas de experimentação digital, como também, criação de aparatos experimentais concretos, em que os alunos não atuam na construção ou no desenvolvimento da lógica de programação, como nos trabalhos que utilizaram a plataforma Arduino, por exemplo.

Temos apenas um trabalho na categoria (i) *Simuladores e linguagem de programação* o qual se assemelha aos trabalhos de Parizotto (2017) e Cassal (2020) que desenvolveram suas pesquisas utilizando a racionalização da linguagem de programação com o objetivo final da construção de um algoritmo que ilustra a experimentação de um fenômeno físico por meio de uma simulação computacional com foco no ensino-aprendizagem. Além disso, segundo Cruz *et al.* (2022) o processo de ensino-aprendizagem pode ganhar ainda mais potência pelo fato do aluno ser o responsável por desenvolver os simuladores, o que reforça ainda mais o aprofundamento dos conhecimentos do tema a ser abordado. Permeia este campo a possibilidade de se abordar o uso da linguagem de programação como ferramenta algébrica que potencialize a racionalização dos estudantes por meio da lógica de programação para resolução de problemas ou conceituação de um fenômeno físico. Por fim, a linguagem de programação por si só tem um grande potencial a ser explorado, visto que ela requer a racionalização de conceitos lógicos que podem impactar diretamente na internalização de conceitos físicos, que por sua vez não descartam a possibilidade de gerar um produto final como simulações computacionais. A partir disto, podemos supor que sejam criadas novas maneiras de se pensar e de realizar atividades e avaliações no ensino de Física, como também a elaboração de novos conteúdos interdisciplinares onde se aplique a linguagem de programação como uma ferramenta didática para potencializar o ensino de Física.

## Referências bibliográficas

BARDIN, L. **L'Analyse de contenu**. Editora: Presses Universitaires de France, 1977

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. Educação é a Base. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em:



[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf). Acesso em: 18 ago. 2022.

CAETANO, T. C. O experimento “curva de luz” do Laboratório Remoto de Física: uma proposta de atividade investigativa contextualizada epistemologicamente. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 202101691-2021016914, out. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2021-0169>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/pVVff5L6DDjkrHrWbGHN9By/?lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2022.

CAMEJO, F. P. El aprendizaje de la física, TIC y el estudio del hombre más rápido del mundo. **Revista De Enseñanza De La Física**, v. 33, n. 1, p. 21-34, 2021.

CARNEIRO, F. C. **A formação para a cidadania digital como responsabilidade compartilhada por escola e família**. 2020. 281 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação da Pontifícia Universidade, PUC - Minas, Belo Horizonte, 2020.

CASSAL, M. L. **Programação De Computadores No Ensino De Física Na Educação Básica: Uma Alternativa Inovadora Com O Uso De Recursos Computacionais**. 2020. 341f. Tese( Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Franciscana, Santa Maria - RS .

CRUZ, C. S. *et al.* O uso do python na construção de simuladores computacionais: proposições e potencialidades para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.L.], v. 39, n. 1, p. 204-237, 7 abr. 2022. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

DOMÍNGUEZ, M. A.; STIPCICH, S. (2018). Trabajo colaborativo y TIC para ayudar a un estudiante con TDA\* a aprender física. **Revista De Enseñanza De La Física**, 30, 53–61. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/22037>. Acesso em: 05 ago. 2022.

DOURADO, I. F. *et al.* Uso das TIC no Ensino de Ciências na Educação Básica: uma Experiência Didática. **Unopar Científica Ciências Humanas e da Educação**, Londrina, v. 15, n. esp., p. 357-365, 2014. Disponível em: <https://revista.pgskroton.com/index.php/ensino/article/view/438>. Acesso em: 17 jan. 2023

ENRIQUE, C. *et al.* Dinámica de sistemas oscilantes: concepciones en estudiantes de ingeniería. **Revista De Enseñanza De La Física**, v. 30, p. 63-72, 2018.

ENRIQUE, C.; YANITELLI, M. (2019). Diseño y valoración de actividades mediadas por TIC para el aprendizaje de sistemas oscilatorios. **Revista De Enseñanza De La Física**, 31, 285–292. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26579>. Acesso em: 05 ago. 2022.

FAGER, M. N. B. (2018). Proyecto de b-learning: “Física II para 6° año del Colegio Central Universitario Mariano Moreno”. **Revista De Enseñanza De La Física**, 30(2), 133–134. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/22796>. Acesso em: 05 ago. 2022.

FIGUEIRA, J. S. Easy Java simulations: modelagem computacional para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 27, n. 4, p. 613-618, dez. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172005000400017>. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/8JBsGXXMkJkMrBZt3D8xjmv/?lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008. 200 p.

GUADAGNINI, P. H. *et al.* Um medidor de luminosidade com módulo sensor integrado e aquisição automática de dados com aplicações didáticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 41, n. 3, p. 201802941-201802949, 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0294>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/VxcxgDHbZ7PTTBTd9mSxWdG/?lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2022.

GUTIÉRREZ, E. A. *et al.* Las TIC y la práctica experimental: una revisión bibliográfica. **Revista De Enseñanza De La Física**, v. 31, p. 377–383, 2019.

HEINECK, R. *et al.* Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa. **Revista Iberoamericana de Educación**, [S.I.], v. 42, n. 6, p. 1-12, maio 2007. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2376>. Acesso em: 15 ago. 2022.

LEITE, I. J. M. *et al.* A. Análise de crateras lunares como ferramenta alternativa para o ensino de física e astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 201901581-201901588, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2019-0158>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/KdwzmrW4PnSNkNbWCCHhfYM/?lang=pt>. Acesso em: 13 ago. 2022.

LOZANO, E. M.; VILLAMIL, L. G. (2021). Construcciones semióticas colectivas en el aula para el aprendizaje de la física: Un acercamiento cuantitativo. **Revista De Enseñanza De La Física**, 33(2), 387–396.

MACEDO, G. S.; ROBERTO JUNIOR, A. J. Aplicação do Problema Restrito de Três Corpos no estudo do movimento de astros do sistema solar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 40, n. 4, p. 43111-43118, 2 ago. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0083>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/ngrxHPwZ6bDbbhvPnnLQ8LL/?lang=pt>. Acesso em: 13 ago. 2022.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-47442002000200002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/4gsZ3kVfMKNxGzMcyRBZzFq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2022.

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Sísifo**, n. 3, p. 41-50, 2007.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 32, n. 94, p. 73-80, dez. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQnsfWPqr6hjzyLQzs/?lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2022.

NASCIMENTO, F. G. M. *et al.* Uso do Jogo Plague Inc.: uma possibilidade para o Ensino de Ciências em tempos da COVID-19. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.5, p. 25909-25928, 2020.

NEIDE, I. G. *et al.* Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 567-588, 28 ago. 2019. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

OLIVEIRA, I. N. *et al.* Construção de uma maquete experimental automatizada para a determinação da constante de Planck com o auxílio da plataforma Arduíno. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.L.], v. 37, n. 2, p. 828-848, 2020a.

OLIVEIRA, I. N. *et al.* Construção de uma maquete experimental automatizada para o estudo da polarização da luz e comprovação experimental da Lei de Malus com o auxílio da plataforma Arduíno. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 202002471-202002471, out. 2020b. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2020-0247>. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/mrHkmcLtz9zHQ3MyDPd6Bhq/?lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2022.

PARIZOTTO, G. M. **Noções de programação estruturada em Python no ensino de Física: um caminho para o ensino médio por meio da cultura lúdica**. 2017. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

PEREIRA, C. B. *e. al.* Construção de um luxímetro digital utilizando plataforma Arduino para uso em laboratórios didáticos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 202005021-202005027, 2021. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2020-0502>. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/YbJ6d8WssYGknWMpSHhsXJM/?lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2022.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 241-248, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-47442006000200015>. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/rrRkcpbrBqTnx5xRzF3tpfK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2022.

REYES, R. G. Desafíos de la educación virtual en tiempos de pandemia laboratorios de física utilizando las TIC. **Latin-American Journal Of Physics Education**, [S.I.], v. 16, n. 2, p. 23011-23016, jun. 2021.

ROMANO, L.G.; OCCELLI, M. (2019). Un modelo analítico para caracterizar recursos tecnológicos basados en contenidos científicos. **Revista De Enseñanza De La Física**, 31(1), 15–25. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/24667>. Acesso em: 05 ago. 2022.

ROZA, R. H. Ciência da informação, tecnologia e sociedade. **Biblos**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 177-190, 2 jun. 2019. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/biblos.v32i2.7546>. Disponível em: <https://seer.furg.br/biblos/article/view/7546>. Acesso em: 15 ago. 2022.

- RUGGERI, A. I.; ANRIQUEZ, C. B. (2019). Implementación de un laboratorio remoto en física. **Revista De Enseñanza De La Física**, 31, 639–646. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26633>. Acesso em: 05 ago. 2022.
- SILVA, D. S. *et al.* Alternativas de ensino em tempo de pandemia. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1 - 17, 2020.
- SILVA, I. M. *et al.* Desenvolvimento de um experimento controlado remotamente e um simulador tridimensional para demonstrar a lei do inverso do quadrado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 44, n. 1, p. 202104001-202104009, 2022. FapUNIFESP (SciELO).<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2021-0400>. Acesso em: 12 ago. 2022.
- SILVA, V. A. Olhando o passado da Astronomia com o auxílio das TIC: Refazendo (e completando) os passos de Tycho Brahe para a declinação de Marte. **Latin-American Journal Of Physics Education**, [S.I.], v. 12, n. 2, p. 23021-23028, jun. 2018
- SUTTINI, R. S. S. *et al.* (2021). A construção de avaliações escritas em unidades de ensino potencialmente significativas. **Revista De Enseñanza De La Física**, 33, 219–227. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35566>. Acesso em: 05 ago. 2022.
- TECPAN, S.; HERNANDÉZ, C. (2019). Valoración del profesorado de física hacia las Clases Interactivas Demostrativas. **Revista De Enseñanza De La Física**, 31, 689–696.
- TORROBA, P. *et al.* (2019). Implementación de una propuesta sobre vectores, para articular matemática y física, con uso de TIC y actividad experimental. **Revista De Enseñanza De La Física**, 31, 697–705
- VALIENTE-MÁRQUEZ, J. F.; GALANO, A. Utría. La vigilancia tecnológica: Un reto para el proceso enseñanza aprendizaje en función de la física general usando las TIC. **Latin-American Journal Of Physics Education**, [S.I.], v. 13, n. 1, p. 13031-13034, mar. 2019.
- YAMAMOTO, I.; BARBETA V. B. Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 215–225, 2001.