

# A FÍSICA DAS OSCILAÇÕES MECÂNICAS EM INSTRUMENTOS MUSICAIS: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA A PARTIR DO VIOLÃO

*A FÍSICA DAS OSCILAÇÕES MECÂNICAS EM INSTRUMENTOS MUSICAIS: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA A PARTIR DO VIOLÃO*

**Merian Souza da Penha Jacob**

Instituto Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, ES, Brasil. E-mail: merian\_souza@hotmail.com

**Janaria Candeias de Oliveira Carminati**

Instituto Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, ES, Brasil. E-mail: janarya.candeia@hotmail.com

**Leomar Vanderlei Rodrigues dos Santos**

Faculdade Venda Nova do Imigrante, Sinop, MT, Brasil. E-mail: leomarlinhares@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46550/ilustracao.v3i2.82>

Recebido em: 05.01.2022

Aceito em: 29.01.2022

**Resumo:** Este artigo, demonstra uma proposta amparada nos dispositivos da educação no Brasil, conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Diante disso, elaboramos uma aula prática para os alunos de um presídio do estado do Espírito Santo, desenvolvendo uma Sequência Didática sobre o conteúdo da disciplina de Física, a partir de uma experiência vivenciada na 2ª etapa do Ensino Médio para Jovens e Adultos. Elaboramos uma aula prática para os alunos desta unidade prisional, dando um contexto para a discussão do tema. O objetivo é introduzir o ensino de física ondulatória de forma lúdica, por meio de instrumento musical - violão. A partir de ondas estacionárias em tubos sonoros e cordas vibrantes, foram elucidados: intensidade e timbre, relacionando com os conceitos básicos de ondas e frequência, amplitude, velocidade de propagação das ondas em cordas de diferentes densidades lineares, entre outros. O trabalho foi aplicado em um total de seis encontros, cada um com duração de 60 min. Nestes períodos foram trabalhadas aulas expositivas. A pergunta feita é: Como um instrumento musical pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, do conteúdo ondulatória, da disciplina de física? Na unidade prisional, nos deparamos com um contexto bem peculiar: alunos com faixas etárias de idade, níveis de conhecimentos e culturais, diferenciadas, exigindo uma prática pedagógica que os ajudasse absolver este conteúdo. Os resultados obtidos indicam que a experiência desenvolvida tornou a aula mais atrativa, facilitando a absorção do conteúdo ministrado.

**Palavras-chave:** Ondulatória. Instrumentos musicais. Ensino de Física.



**Abstract:** This article demonstrates a proposal supported by the devices of education in Brazil, according to the Common National Curriculum Base (BNCC), in the theory of meaningful learning by Ausubel. Therefore, we created a practical class for students in a prison in the state of Espírito Santo, developing a didactic sequence on the content of the discipline of Physics, based on an experience lived in the 2nd stage of high school for young people and adults. We created a practical class for the students of this prison unit, providing a context for the discussion of the topic. The objective is to introduce the teaching of wave physics in a playful way, using a guitar musical instrument. From standing waves in sound tubes and vibrating strings, intensity and timbre were elucidated, relating to the basic concepts of waves and frequency, amplitude, wave propagation velocity in strings of different linear densities, among others. The work was applied in a total of six meetings, each lasting 60 min. During these periods, expository classes were worked. The question asked is: How can a musical instrument help in the teaching-learning process, in the undulatory content, in the discipline of physics? In the prison unit, we are faced with a very peculiar context: students with different age groups, knowledge and cultural levels, demanding a pedagogical practice that would help them to absorb this content. The results obtained indicate that the developed experience made the class more attractive, facilitating the absorption of the content taught.

**Keywords:** Undulating. Musical instruments. Teaching Physics.

## 1 Introdução

No processo de ensino e aprendizagem, existe a necessidade de reconhecer que o aluno é o sujeito da aprendizagem. Desse modo, cabe a ele realizar as ações, visto que a aprendizagem é um processo interno, que se dá em decorrência dos atos que são executados pelo sujeito. Ao professor, cabe o papel de mediar, facilitar e criar condições para que o estudante execute as ações com êxito. Afinal, a aprendizagem cognitiva no contexto escolar é baseada em assimilação de significados. Segundo Moreira (2006), baseando-se em Ausubel (1980), a aprendizagem significativa ocorre quando ideias expressas de maneira simbólica interagem de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe.

Tal interação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva desse aprendiz. A aprendizagem significativa é dita quando uma nova informação (ideia, conceito, proposição) representa significados para o aprendiz, por meio do conhecimento prévio. Desenvolver novas formas de engajar as atividades educacionais é sempre um desafio para as instituições de ensino, bem como despertar a atenção de alunos de diferentes faixas etárias é um dilema (AUSUBEL, 1980).

As dificuldades dos estudantes no conteúdo de Física é uma realidade enfrentada pelos professores desta área. Em função destas dificuldades que os alunos encontram com os conteúdos curriculares da Física, se faz necessário que o professor leccione em consonância com tendências pedagógicas atuais, a fim de facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Os professores tendem a trabalhar da mesma maneira como lhes foi ensinado quando cursavam o Ensino Médio, com o conteúdo programático trabalhado de forma rígida, expositiva, com a utilização do livro didático e com a resolução de exercícios em sala (CASTRO et al., 2014).

Além disso, diversos conteúdos desta disciplina provocam a abstração do estudante, o

que contribui ainda mais para dificultar a sua compreensão, como é o caso da Ondulatória, especialmente quando está associada a fenômenos físicos cujas representações simbólicas não podem ser percebidas visualmente, como as características físicas das ondas eletromagnéticas (frequência, período, amplitude etc.).

Pode-se dizer que o Ensino de Física não acontece de uma mera reprodução de fórmulas e equações visando apenas a resolução de problemas e como forma de realização de exames. A física é uma ciência presente em nosso cotidiano que possibilita aos estudantes se engajarem na sociedade atrelada às inovações tecnológicas. A escolha do tema “A física das oscilações mecânicas em instrumentos musicais: uma estratégia pedagógica a partir do violão” tem como propósito dar sentido e aplicabilidade ao estudo de Ondulatória. Além de desmistificar e valorizar os fenômenos ondulatórios, este trabalho pretende dar significado à produção dos sons por diversas fontes sonoras e instrumentos musicais, sejam eles: de corda, sopro ou percussão.

Trabalhar com a Física Ondulatória, portanto, abre opções de entendimentos também para outros assuntos, assim como movimentos periódicos como exemplo. Foi pensada na realização de uma Sequência Didática que abordasse o tema, utilizando como metodologia baseando-se em Ausubel (1980), a Aprendizagem Significativa, a que é uma aprendizagem dinâmica, pois ela é uma interação entre aluno e professor, a partir do conhecimento prévio que o aluno tem. Diversos são os desafios para lecionar a disciplina de física por se tratar de uma ciência que demanda pensamento lógico, familiaridade com a matemática, desse modo, engajar os alunos é um grande desafio para o professor. A justificativa para a escolha desse conteúdo deve-se à grande dificuldade que os alunos do ensino médio apresentam em assimilar os conceitos de ondulatória, visto que apresentam muita complexidade.

As dificuldades enfrentadas pelos alunos na disciplina de Física, estão associadas com a ausência de conexão dos conteúdos estudados em sala de com a vida cotidiana deles. Dessa forma, evidencia-se a importância de o professor considerar a contextualização ao ministrar os conceitos para que proporcionem ao aluno um maior aprendizado, favorecendo um ensino de melhor qualidade. Fiolhais e Trindade (2003) consideram ainda que muitas das dificuldades podem surgir devido alguns conceitos da Física serem contraintuitivos, ou seja, não seguem nenhuma lógica já conhecida pelos discente até então, dificultando a compreensão e, conseqüentemente, a aplicação dos conteúdos estudados no cotidiano deles e que não são pensados pelo professor.

A apreensão desses conceitos é importante para que os alunos passem a dominar conceitos básicos da Física para entender e resolver problemas na vida diária como, por exemplo, saber se determinado aparelho eletrônico pode ser ligado na tomada sem queimar, saber onde instalar uma caixa d'água para dar mais pressão à água etc. (BORGES, 2016, p. 11-12). Portanto, uma grande dificuldade de se ensinar por métodos não decorativos e que entre na realidade e no desenrolar da vida cotidiana do discente. Sendo assim, o material de Física deve envolver algumas fórmulas, mas elas devem conter itens que apareçam no conhecimento já adquirido pelo discentes em outros ambientes e que não sejam obrigatoriamente a escola.

Nesse sentido, faz-se necessário refletir sobre as práticas de ensino de modo a buscar as melhores metodologias e estratégias que possibilitem aos discentes uma aprendizagem significativa. A teoria da assimilação de David Paul Ausubel (1980), ou teoria da Aprendizagem Significativa, é uma teoria cognitivista e procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento.

Percebe-se que existe uma carência do assunto no ensino, hoje busca-se alternativas que motivem os alunos ao estudo da Física, para deixar o conteúdo interessantes a utilização de instrumentos musicais parece ser uma solução interessante, assim como Pinto (2010) traz sua percepção do fato em seu Trabalho de Mestrado:

[...] a observação de que poucos professores, principalmente os da rede pública, trabalham conteúdos de ondulatória, especialmente voltados à acústica e a instrumentos musicais que, notadamente, se caracterizam 13 como uma das principais evidências das aplicações dos conhecimentos da Física Ondulatória (PINTO, 2010, p. 15).

Podemos utilizar diferentes formas para ensinar um mesmo fenômeno físico, pode-se utilizar conceitos, a prática experimental, dialógica, preparar boas aulas para explorar o conteúdo de maneiras diferentes do natural e metódico, e assim, não se embasar apenas o que vemos nos livros didáticos. Uma maneira de contextualizar por exemplo as aulas seria o timbre para os alunos e tocar a mesma nota musical em diferentes instrumentos, de maneira simples, mostrar a diferença dos sons, sendo uma alternativa para observação das ondas mecânicas sonoras.

## 2 Fundamentação teórica

O estudo da Física vem para ajudar a conhecer e compreender mais sobre a natureza que nos rodeia e o mundo tecnológico que vive em constante mudança. No Brasil o ensino de Física inicia-se no 1º ano do ensino médio. É a matéria que os alunos, em sua maioria, sentem dificuldade. Tal fato ocorre em virtude da imagem prévia que os alunos têm da disciplina antes mesmo de a conhecerem, e essa imagem faz com que eles gostem ou não da Física.

Um dos fatores que contribuem para a dificuldade no aprendizado é a formação da má imagem da Física, segundo professores e alunos, é a difícil linguagem matemática que ela utiliza. Mas essa visão não se deve somente a essa linguagem rebuscada que a física apresenta. A teoria de Ausubel, pressupõe que a aprendizagem é significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, suposição) adquire significado para o aluno, no conhecimento prévio, como a informação é armazenada ou processada na mente do ser (MOREIRA; MASINI, 1980).

Para Ausubel (1980), se a aprendizagem de novas informações não apresentar interação ou tiver pouca interação com conceitos relevantes e específicos da estrutura cognitiva do indivíduo, ocorre aprendizagem mecânica, pois as novas informações são armazenadas de maneira arbitrária e literal. Sua teoria é construtivista e o papel da interação professor aluno, sem dúvida é importante, para que, a partir dos subsunçores que o aluno possui, construir novos subsunçores ou modificar os velhos. A aprendizagem é dinâmica, pois ela é uma interação entre aluno e professor, a partir do conhecimento prévio que o aluno tem.

A ondulatória é a parte da Física que estuda as ondas. É um assunto que geralmente é estudado no 2º Ano do Ensino Médio, apresentando muitos conceitos que exigem muita complexidade. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), vemos uma orientação quanto ao estudo da natureza ondulatória e quântica da luz e sua interação com os meios materiais, assim como a codificação e o transporte da energia, sendo considerados conhecimentos necessários para o indivíduo contemporâneo (BRASIL, 1999).

Segundo os PCN'S (parâmetros curriculares nacionais), esses que são as diretrizes dos

projetos voltados ao ensino médio, atualmente há uma motivação de se reinventar, renovar a educação com a possibilidade de se trabalhar a diversidade dos conceitos, abrangendo temas vividos na sociedade e temas culturais, enriquecendo as possibilidades para se trabalhar em áreas das ciências exatas. Neste sentido, o documento aponta que é possível.

[...] compreender a física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores, como, por exemplo, nas manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de músicas etc., estando atento à contribuição da ciência para a cultura humana (BRASIL, 2002, p. 68).

Nessa perspectiva, inclui o estudo de ondas mecânicas pode tornar-se o espaço adequado para discutir o som como:

[...] formas de transmissão de informação, analisando os fenômenos e processo de produção de sons, mas também os processos de codificação, registro e transmissão de informações através do som. O estudo do som pode ainda permitir uma interface importante com as artes, a música em particular, ou, ainda, o reconhecimento dos vários instrumentos associados a diferentes culturas (BRASIL, 2002, p. 70).

Dessa forma, acreditamos que a estratégia didática que envolva a participação ativa do aluno, auxilia na interação com eles, trazer aquilo que mais está contextualizado nos dias deles, e para falar de som nada melhor que a música, um tema inspirador e incentivador. Analisando estruturas e processos de construção musical, pode-se explorar a gravação e reprodução de sons, transmissão de sons e fontes sonoras, o que enquadra no contexto.

### 3 Percurso metodológico

A aprendizagem significativa pode ser alcançada através de ferramentas, tal como a utilização de instrumentos musicais como o violão. Tendo isto em mente, esta pesquisa traz como problema: Como o uso de um instrumento musical pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, do conteúdo ondulatória, da disciplina de física da 2ª etapa da EJA do ensino médio, de forma a aumentar o engajamento dos estudantes, e assim desenvolver habilidades necessárias à sua formação?

A fim de trabalhar essa problemática, a pesquisa é qualitativa uma vez que busca propor uma alternativa metodológica para o Ensino da Física Ondulatória em sala de aula. Diante dessa problemática, não há necessidade de se preocupar com fatos estatísticos e sim fazer uma análise na qualidade das informações levantadas. Do mesmo modo, se classifica como exploratória, tendo em vista que Gerhardt e Silveira (2009) explicam que a pesquisa exploratória propicia a familiarização com o problema de pesquisa no intuito de torná-lo mais claro, bem como à construção da hipótese. Para tanto, Gil (2002) ainda salienta que a pesquisa exploratória necessita de um planejamento flexível, pois precisa levantar um número considerável de fatores ou fenômeno estudado.

Pensando em questões metodológicas, pode-se dizer que esta pesquisa se apresenta em forma de relato de experiência, sendo que foi elaborado um levantamento bibliográfico inicial sobre as principais referências que abordam o conteúdo de física ondulatória no ensino médio. Ainda, em se tratando de metodologia, a abordagem deste estudo se classifica como qualitativa.

A abordagem metodológica qualitativa tem por finalidade interpretar os dados que envolvem os sujeitos de pesquisa (GIL, 2002). Neste caso os sujeitos de pesquisa são os discentes de uma unidade prisional do 2º etapa do ensino médio da EJA do município de Linhares/ES. Salienta-se que a presente pesquisa será submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa, visando assim mitigar possíveis malefícios oriundos desta investigação.

Quanto aos instrumentos de coleta de dados foram realizadas entrevistas estruturadas com o uso de questionários, com questões abertas e com questionamentos de acordo com o objeto de pesquisa em análise. Segundo Bardin (2011), às perguntas abertas e fechadas são como indicadores (qualitativos ou não), onde apresentam a descrição do conteúdo da mensagem a ser analisada. Diante destas observações podemos notar quanto se sabe do uso de jogos digitais educacionais e sua utilização no ensino e aprendizagem da física ondulatória.

Construído a partir da teoria proposta por Ausubel (1980), a de aprendizagem significativa, e levando forte consideração ao construcionismo proposto por Valente, o relato foi guiado de forma a aumentar a capacidade de aprender conteúdos por um caminho mais estimulador, ou seja, modificando a metodologia de ensino em sala de aula. Seguindo ainda as orientações do Novo Currículo do Espírito Santo (2018) que reconhece no ensino e a importância das competências básicas a serem desenvolvidas pelos estudantes no que diz respeito às seguintes dimensões: pensamento científico, crítico e criativo; repertório cultural; comunicação; cultura digital; trabalho e projeto de vida; argumentação; autoconhecimento e autocuidado; empatia e cooperação; e, por fim, responsabilidade e cidadania. Para então contemplar grande parte dessas dimensões propostas pelo Currículo do Espírito Santo o pensamento computacional também foi trabalhado com os alunos.

O trabalho foi desenvolvido sobre a forma de uma Sequência Didática Investigativa (SEI), seqüências de aulas onde se trabalha um assunto determinado proporcionando aos alunos liberdade para utilizar seus conhecimentos prévios. Por se tratar de uma turma pequena, a turma foi dividida em 2 (três) grupos, compostos por 6 alunos cada.

Baseado na organização da SEI, as atividades foram realizadas em seis aulas, 3 na primeira semana e 3 na segunda semana, e foi estruturada conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Planejamento da seqüência didática

Aula	Título	Objetivos	Atividades Desenvolvidas
1	Introdução a Ondulatória	Apresentação do problema, motivação dos alunos para participarem da (SD) e bate papo sobre o que é Programação para eles.	Apresentação de vídeos sobre ondas mecânicas Debate em grupo sobre ondas sonoras
2	Elementos Musicais e a Ondulatória	Aplicação de um questionário prévio sobre ondulatória	Aplicação de um questionário prévio sobre ondulatória
3	A Física da Música	Conhecer os conceitos envolvendo ondulatória	Explicação de conteúdo
4	Som Grave e Som Agudo	Conhecer os conceitos envolvendo ondulatória	Aplicação de questionário investigativo (SD)

5	Frequência e Amplitude de uma onda	Conhecer os conceitos envolvendo ondulatória	Aplicação de um questionário prévio sobre ondulatória
6	Ondas Harmônicas	Conhecer os conceitos envolvendo ondulatória	Questionário investigativo sobre ondulatória (SD)

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Participaram efetivamente do desenvolvimento das atividades 12 alunos das turmas, composta por 12 alunos meninos e, os dados do presente estudo encontram-se dispostos no capítulo seguinte desta investigação.

## 4 Resultados e discussões

Visando a exposição dos dados e sua análise, optou-se por construir o Quadro 2 com as perguntas e respostas dos dois grupos, apresentando o que se debateu e quais as compreensões dos participantes da pesquisa.

Quadro 2 – Apresentação das perguntas e respostas dos pesquisados

Perguntas	Resposta do Grupo 1	Respostas do Grupo 2
1. Quando se escuta um coral cantando, percebe-se que tem uma pessoa que tem a voz mais grave e outras com voz mais aguda. Qual a diferença entre um som grave e um agudo	Um som grave é um som baixo, um som agudo é um som alto	O som grave é um som mais alto e o agudo já um som mais afinado.
2. Por que motivo o músico quando toca um violão altera a posição do dedo que pressiona uma das cordas no braço do violão? O que ocorre com o som emitido pela corda à medida que há um encurtamento na parte da corda vibrante?	Os dedos são alternados para a mudança das notas, cada notas exige sons diferentes.	Para mudar os tipos de som e notas com uma mudança de som, de acordo com a troca de nota. Com os dedos o som muda de grave a agudo e vice-versa.
3. Quais as notas musicais conhecidas? O que faz com que as notas musicais sejam diferentes?	Dó – Ré – Mi – Fá – Sol - Lá - Si elas são diferentes porque cada nota tem uma função diferente e um som diferente.	Dó – Ré – Mi – Fá – La - Sol – Si o grave da corda, de acordo com o jeito que o musico toca e muda os dedos, mudando de um grave a um som agudo.
4. Quando o volume sonoro de um aparelho de som é intensificado, o que ocorre com a altura do som.	A altura do som alcança a altitude quando ele é intensificado.	De acordo com a intensificação do volume de som, ocorre uma mudança de mais alto ou mais grave do que fino.
5. Em garrafas de diferentes comprimentos, quando se sopra paralelamente à boca da garrafa se percebe que há sons emitidos. O que acontece com os sons produzidos com a garrafa de diferentes comprimentos?	Quanto maior o comprimento da garrafa maior o som emitido.	Ocorre diferentes mudanças por causa dos diferentes tamanhos dos recipientes e de acordo com o experimento.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Ao analisar as respostas do Grupo 01, percebe-se que os alunos possuem conhecimento a respeito de som, ondas sonoras e notas musicais. Uma vez que para a formulação das respostas, embora apresentem conhecimentos superficiais, todos os integrantes do grupo conseguiram formular conceitos que se aproximam com as respostas ideais. Já o grupo 2 apresentou respostas mais assertivas, do ponto de vista teórico, baseado nos conhecimentos prévios das aulas teóricas de física ondulatória.

De forma analítica o Grupo 2 apresentou respostas mais concretas e mais embasadas a respeito dos conhecimentos prévios de física ondulatória. Assim, podemos concluir que ao usarmos metodologias que se aproximam com a sua realidade. Como podemos ver ao compararmos o Grupo 1 e 2 obtivemos bons resultados na concepção da proposta deste trabalho, ambos os grupos mesmos não conhecendo muito ritmos musicais, conseguiram entender a respeito do som, suas ondas e notas musicais. Podendo formular conceitos no conteúdo de física ondulatória. Concluímos assim que a metodologia aproxima o estudante no estudo da física e da música, gerando além de conhecimento, despertando interesse na área e outras equivalentes.

## 5 Considerações finais

Nesse artigo foi apresentado um relato de experiência das aulas de física, abordando o conteúdo de ondulatória, desenvolvida com os alunos da 2ª etapa do ensino médio, na modalidade EJA, do sistema prisional. A atividade proposta foi a utilização do violão para melhor entendimento dos conceitos físicos, frequência, amplitude, comprimento de onda e os tipos de onda.

Para melhor compreensão do fenômeno físico abordado com o instrumento musical, os alunos foram submetidos, previamente, a uma aula teórica sobre o conteúdo em questão e a sua aplicação prática no dia a dia, o que incluiu os aspectos musicais. Com base na análise das respostas ao questionário aplicado, a utilização do violão como ferramenta para alcançar a aprendizagem significativa dentro do conteúdo de ondulatória, contribuiu para alcançar as habilidades necessária dentro do conteúdo abordado.

Também destacamos a participação e interação dos alunos durante a aula com o violão, a aula foi dinâmica, apresentando engajamento, por parte dos alunos, comportamental, emocional e cognitivo. Contudo, a aula experimental proporcionou aos alunos um bom entendimento dos conceitos abordados, sendo capazes de relacionar os conceitos teóricos com os vivenciados na prática.

Esperamos que este relato de experiência demonstre a viabilidade de se incorporar elementos reais do cotidiano, que demonstrem a aplicação prática dos fenômenos físicos estudados de forma simples e eficaz. No que tange a educação em espaços de privação de liberdade, espera-se que esse relato de experiência possa servir de inspiração para que os professores desta modalidade busquem alternativas que proporcionem melhor engajamento e aprendizagem, tornando a educação significativa na vida dos alunos.

## Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- ARAÚJO, I. Gamification: metodologia para envolver e motivar alunos no processo de aprendizagem. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, Salamanca, v. 17, n. 1, p. 87-107, 2016.
- BORGES, L. B. **Ensino e aprendizagem de Física: contribuições da teoria de Davydov**. 2016. 154f. Tese (Doutorado em Educação), Pontifícia Universidade Católica, Goiânia, 2016. Disponível em: <http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/handle/tede/3630>. Acesso em 25 de setembro de 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, DF, 2017.
- DUDA, R. *et al.* Elaboração de aplicativos para Android com o uso do App Inventor: uma experiência no Instituto Federal do Paraná-Câmpus Irati. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 115-128, 2015.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, setembro, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.
- KAPP, K. M. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes LTDA, 1982.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 1999.