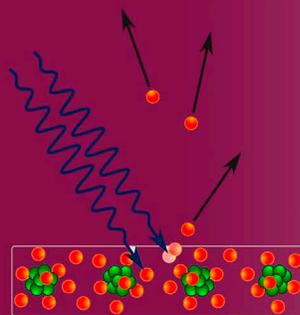




Uma proposta de um jogo de RPG para o ensino do efeito fotoelétrico



Camila Bezerra Silva Barboza^{1#} , Raimundo Valmir Leite Filho² , Felipe Moreira Barboza³ 

¹Escola Estadual de Ensino Médio Tancredo Nunes de Menezes, Tianguá, CE, Brasil.

²Departamento de Física, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, CE, Brasil.

³Departamento de Física, Instituto Federal do Ceará, Tianguá, CE, Brasil.

Palavras-chave

jogo de RPG
taxonomia de Bloom
teoria da aprendizagem significativa
efeito fotoelétrico

Resumo

O ensino de física na educação básica persiste em um currículo com ênfase na mecânica clássica e desconexo de aplicações amplamente utilizadas, negligenciando áreas essenciais como física moderna e contemporânea. Essa abordagem é frequentemente centrada no professor e, muitas vezes, puramente matemática. Com isso em mente, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um produto educacional que envolve a aplicação de um jogo do tipo *role playing game* (RPG) para o ensino e aprendizagem sobre o efeito fotoelétrico, conteúdo de física moderna e contemporânea. A proposta segue a estrutura de organização hierárquica da taxonomia de Bloom revisada e a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. O jogo, intitulado *Os Segredos por trás do Planeta Zahara*, retrata uma aventura futurística de exploração espacial, fundamentada nas seis categorias do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom. Ele foi criado com a finalidade de facilitar a compreensão do efeito fotoelétrico. Por meio do produto educacional, o aluno parte de um resgate de seus conceitos subsunçores, buscando consolidar esses conhecimentos e, para alguns estudantes, estruturar possíveis organizadores prévios. Além disso, as categorias do jogo foram organizadas com o objetivo de proporcionar diferenciações progressivas e reconciliações integradoras ao longo do processo, incentivando o estudante a buscar formas superiores de aprendizagem e a atribuir novos significados a seus conhecimentos.

1. Introdução

O ensino de física na educação básica é centrado na física clássica, ou seja, a inserção e a discussão de tópicos de física moderna e contemporânea (FMC) não é uma realidade muito comum. Essa problemática reflete um currículo escolar desconexo das aplicações científicas ampla-

mente utilizadas, o que distancia o aluno do papel histórico, cultural e social que a física apresenta. Uma segunda problemática observável é o fato de o ensino de física ser bastante centralizado no professor e, muitas vezes, puramente matemático, direcionando o aluno a uma educação bancária e gerando uma percepção da disciplina como

A discussão de tópicos de física moderna e contemporânea no Ensino Médio não é uma realidade muito comum em sala de aula

#Autora de correspondência. E-mail: camila.silva@prof.ce.gov.br.

Este é um artigo de acesso livre sob licença Creative Commons



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

complexa, chata e de difícil compreensão e aplicação [1].

Isso posto, é notória a relevância da escolha de tópicos de FMC para discutir questões atuais no Ensino Médio. Essa área possibilitou grandes avanços tecnológicos, respondendo desde indagações simples até as mais complexas, como o funcionamento de portas automáticas, lasers, sistemas de posicionamento global (GPS), computadores, torneiras automáticas e impressoras, entre outras aplicações. Todos esses fenômenos são frequentemente observados em nosso cotidiano, seja em casa, na escola, em hospitais, shoppings e aeroportos, entre outros.

Dessa maneira, o presente artigo tem como objetivo apresentar um produto educacional (PE), desenvolvido no Polo 56 (UVA-IFCE) do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). O PE sugere a aplicação de um jogo do tipo *role playing game* (RPG) para o ensino e aprendizagem de FMC, com foco no efeito fotoelétrico, seguindo a estrutura de organização hierárquica da taxonomia de Bloom e a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

A taxonomia de Bloom foi criada por Benjamin Bloom na década de 1950 e constitui uma forma de organizar categorias do conhecimento, hierarquizando as habilidades de raciocínio trabalhadas em atividades em sala de aula. Nessa taxonomia, existem seis níveis de habilidades no domínio cognitivo, que seguem uma sequência sugerida para que o aluno alcance níveis mais altos de abstração sobre os temas abordados e de aprofundamento nos conhecimentos adquiridos [2].

Já a aprendizagem significativa é uma teoria cognitiva que investiga a aquisição do conhecimento de maneira que ele tenha significado para o aluno [3]. Essa teoria considera que a bagagem, os conhecimentos, as informações e os interesses trazidos pelo aluno para a situação de aprendizagem podem favorecer a aquisição de novos conhecimentos e o desenvolvimento de processos cognitivos do aprendiz.

A fusão da teoria da aprendizagem significativa com as categorizações do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom fundamentou a construção do RPG, cujo objetivo é potencializar a autonomia do aluno, promovendo sua criatividade e cooperação por meio de um método atrativo e lúdico. A intenção é que esses recursos sejam potencialmente significativos, de modo que as informações trabalhadas motivem os alunos a aprender sobre o efeito fotoelétrico, proporcionando um aprofundamento conceitual que tenha significado para eles.

2. O jogo de RPG

O produto educacional consiste em um jogo do tipo *role playing game* (RPG) pedagógico, traduzido literalmente como “jogo de interpretação de papéis”, intuitivo

lado *Os Segredos por trás do Planeta Zahara*, desenvolvido no programa PowerPoint®, com o objetivo de facilitar a compreensão do efeito fotoelétrico e consolidar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes. A proposta busca aprofundar os conhecimentos prévios, proporcionando maior estabilidade cognitiva ou novos significados ao aprendizado. Além disso, visa garantir que o novo conhecimento seja relevante e significativo para os alunos, com a expectativa de que a prática do jogo forneça evidências de aprendizagem significativa.

O RPG oferece aos alunos uma experiência de fantasia, representação e desafio em que eles se envolvem na narrativa, tomando decisões e enfrentando conflitos propostos. Nesse contexto, os estudantes interpretam personagens e seguem um enredo inicial predefinido pelo mestre, que é o narrador da história. Esse mestre, geralmente o professor, conduz o jogo para que sejam alcançados os objetivos educacionais. Uma vez que o RPG pode exercer um apelo emocional, ele ajuda a alcançar o objetivo pretendido pelo uso de jogos educacionais, que é motivar os alunos, criando uma vinculação afetiva à prática [4].

Embora alguns questionem se o RPG é um jogo por não estimular a competição, Antunes [5, p. 2] afirma que, no “sentido etimológico, expressa um divertimento, brincadeira, passatempo sujeito a regras que devem ser observadas quando se joga”. Nessa perspectiva, o RPG é, de fato, um jogo.

O referido jogo é fundamentado nas seis categorias do processo do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom. Essas categorias, nomeadas por verbos de ação, orientam os objetivos educacionais na prática escolar, permitindo que o professor organize sua abordagem em uma sequência que promova maior profundidade no conhecimento. Para que os alunos atinjam níveis mais elevados de abstração, o jogo segue uma hierarquia de complexidade na abordagem do efeito fotoelétrico, partindo da categoria “lembrar”, passando por “entender”, “aplicar”, “analisar”, “avaliar” e chegando à categoria “criar” [2].

A taxonomia de Bloom, no domínio cognitivo, refere-se aos processos mentais envolvidos na aquisição e na modificação do conhecimento, desenvolvendo habilidades intelectuais e promovendo formas superiores de pensamento. Após uma revisão, as categorias foram denominadas por verbos para facilitar sua aplicação nos objetivos educacionais: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar [6].

Nesse domínio, a prática educacional dissocia-se da aprendizagem mecânica, que muitas vezes se limita a lembrar de informações. Busca-se aqui promover um pensamento mais consolidado, incluindo a análise e avaliação de processos e conceitos, incentivando o desenvolvimento intelectual, postural, de habilidades,

A FMC possibilitou avanços tecnológicos simples como o funcionamento de portas automáticas, lasers, sistemas de posicionamento global e torneiras automáticas entre outras aplicações

expressões e atitudes [7]. A aprendizagem por memorização mecânica é igualmente criticada por Ausubel em sua teoria da aprendizagem significativa.

Para auxiliar na construção do jogo, utilizou-se também essa teoria. Ausubel afirma que o fator mais relevante para favorecer a aprendizagem é o conhecimento prévio do aluno, cabendo ao professor avaliar isso e ensinar em concordância. Além disso, a predisposição do aluno em aprender é outro fator essencial [8].

A aquisição do novo conhecimento por meio da aprendizagem significativa ocorre quando ele se relaciona com o conhecimento prévio, informações relevantes presente na estrutura cognitiva do aprendiz, permitindo que a nova informação seja assimilada e ganhe significado. Esse processo também aprofunda os conhecimentos prévios, formando um produto cognitivo modificado que pode servir como âncora para novos aprendizados [3].

Caso o aluno não possua os subsunçores necessários, ou seja, um conhecimento específico pré-existente para relacionar-se com o novo, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios. Esses recursos preenchem a lacuna entre o conhecimento que o aluno já possui e o que ele precisa aprender, sendo cuidadosamente preparados pelo professor para evitar que sejam confundidos com meras introduções de temas [9, p. 8].

Portanto, essa atividade busca criar um ambiente de aprendizado mais envolvente, oferecendo novas experiências de ensino e explorando o tema do efeito fotoelétrico.

O efeito fotoelétrico pode ser entendido como um exemplo de conservação de energia: quando a luz incide sobre uma superfície metálica, na forma de fótons, transfere energia aos elétrons do material, conforme representado pela Eq. (1), em que E corresponde à energia do fóton, h é a constante de Planck e f é a frequência da onda luminosa.

$$E = hf. \quad (1)$$

Os elétrons utilizam uma energia mínima para se desprender da superfície metálica, denominada função trabalho (ϕ), uma característica que varia conforme o tipo de metal. A diferença entre a energia do fóton e a função trabalho corresponde à energia restante adquirida pelo elétron, conhecida como energia cinética máxima, expressa pela Eq. (2), onde e é a carga do elétron e V_0 é o potencial de corte. Cada fóton de luz incidente é completamente absorvido por um único elétron do metal, e os elétrons ejetados são denominados fotoelétrons [10].

$$K = eV_0. \quad (2)$$

Dessa maneira, a equação do efeito fotoelétrico está representada pela Eq. (3)

$$E = K + \phi. \quad (3)$$

2.1. Descrição do jogo

O produto educacional é um RPG pedagógico, desenvolvido no programa PowerPoint®, intitulado *Os Segredos por trás do Planeta Zahara*. O referido produto está disponível em uma pasta no Google Drive,¹ contendo um roteiro para o professor conhecer toda a motivação do jogo, além de histórias, objetivos, desenvolvimento, regras, desafios, perguntas, dicas, questionários, fichas de personagens e um tutorial de aplicação. Também está disponível para descarregar o jogo completo em formato .pptx.

Considerando que o estudo do efeito fotoelétrico requer conhecimentos prévios, normalmente presentes no currículo da 3ª série do Ensino Médio, sugere-se a aplicação do jogo em turmas desse nível.

Para uma boa compreensão do efeito fotoelétrico, é fundamental que os alunos possuam conhecimentos sobre elétrons, fótons, quantização de energia, conservação de energia, trabalho, energia cinética, corrente elétrica, diferença de potencial, intensidade da luz, comprimento de onda e frequência da luz. Além disso, os estudantes observarão o fenômeno por

meio da simulação computacional de um circuito elétrico.

Na aplicação do jogo, o professor precisará de computador, projetor, caixa de som, impressão dos arquivos das fichas de personagens disponíveis no apêndice do material instrucional (link mencionado anteriormente) e a simulação *PhET*² do efeito fotoelétrico. Caso prefira, o professor poderá imprimir o roteiro de aplicação do jogo, como auxílio na condução da atividade.

O jogo pode ser aplicado em seis aulas de 50 minutos cada, embora o professor tenha autonomia para adaptar a prática conforme sua realidade e público. A seguir, são detalhadas de maneira sucinta algumas atividades realizadas durante a aplicação do jogo; o tutorial completo encontra-se no material disponível no Google Drive, no endereço já citado.

O objetivo do primeiro encontro é repassar as informações importantes sobre o jogo, organizar os grupos de personagens e verificar os conhecimentos prévios dos alunos por meio de um questionário. Com base nas respostas dos alunos, o professor terá melhor

A compreensão do efeito fotoelétrico, requer conhecimentos sobre elétrons, fótons, quantização de energia, conservação de energia, trabalho, energia cinética, corrente elétrica, diferença de potencial, intensidade da luz, comprimento de onda e frequência da luz, estimulando os alunos a conhecerem uma vasta área da física

orientação para abordar o assunto na aula seguinte. Tanto as fichas de personagens que cada grupo irá interpretar quanto o questionário estão disponíveis no apêndice do produto educacional, no link mencionado.

Na Fig. 1(a), temos a interface inicial do jogo, e na Fig. 1(b), a revelação dos personagens que cada grupo representará. Basta que o grupo escolha um dos números representados por estrelas. Em tela cheia, o professor clica no número, revelando a profissão. Para o funcionamento adequado dos estímulos sonoros e da automação do jogo, o arquivo deve ser exibido no modo apresentação.

Na segunda aula, inicia-se a fase 1 do jogo, que trabalha a primeira categoria da taxonomia de Bloom, *lembrar*. Nessa etapa, os alunos são levados a distinguir e selecionar determinadas informações, reproduzir ou buscar informações relevantes memorizadas, reconhecendo conhecimentos prévios necessários para a compreensão do efeito fotoelétrico.

Durante a fase 2, abordada na terceira aula, são trabalhadas as categorias *entender* e *aplicar*, propostas na taxonomia de Bloom, estabelecendo uma conexão entre o novo conhecimento e aquele previamente adquirido, permitindo que o aluno interprete, exemplifique e se expresse sobre o fenômeno em estudo. Além disso, espera-se que o aluno seja capaz de executar ou utilizar um procedimento em uma situação específica e aplicar o conhecimento do efeito fotoelétrico em um contexto novo.

Nesse momento, os alunos terão contato com o efeito fotoelétrico por meio da explanação do professor. O próprio jogo direciona questionamentos durante a progressão dessa fase, incentivando os alunos a apresentarem posicionamentos e hipóteses, promovendo maior interação, mesmo durante a explicação do conteúdo.

Após esse momento, um conflito surge na estação espacial: um dos painéis solares apresenta problemas,

interferindo diretamente no abastecimento de energia da arca, que é a estação espacial. Assim, os participantes deverão interpretar seus papéis, agir livremente conforme suas habilidades, elaborar possíveis investigações, formular hipóteses e propor soluções para o problema. Isso os levará a refletir sobre o funcionamento dos painéis solares e sua relação com a energia elétrica da arca, utilizando informações sobre o efeito fotoelétrico. Embora o fenômeno que ocorre nos painéis solares seja o efeito fotovoltaico, decidiu-se incluir esse segundo efeito no jogo para que os alunos compreendam ambos e diferenciem seus princípios.

Na quarta aula, executa-se a fase 3 do jogo, cujo objetivo é trabalhar a categoria *analisar*, proposta na taxonomia de Bloom. Nessa fase, os alunos organizam e diferenciam informações sobre o fenômeno em estudo, identificando quais dados são relevantes ou irrelevantes para fazer inferências e

solucionar problemas, chegando a conclusões sobre a problemática apresentada.

Para estimular os alunos a utilizar a categoria *analisar*, nessa etapa do jogo eles exploram o planeta Zahara e enfrentam diversos conflitos, conduzidos pelo professor pelo enredo do jogo.

O objetivo da viagem é coletar um material específico que possibilite o efeito fotoelétrico dentro do comprimento de onda exigido de 534 nm. Cada grupo escolhe um objeto para representar o material encontrado. Ao retornar à arca com os materiais coletados, os alunos têm a oportunidade de utilizar o laboratório e determinar qual dos materiais é o correto.

No laboratório virtual, utiliza-se uma simulação computacional disponível na plataforma *PhET* para o estudo do efeito fotoelétrico, conforme ilustrado na Fig. 2. A simulação permite explorar diversos parâmetros, como intensidade da luz, comprimento de onda, frequência da luz, diferença de potencial, corrente elétrica e tipo de material, demonstrando como cada

No jogo, os alunos são levados a distinguir e selecionar determinadas informações, reproduzir ou buscar informações relevantes memorizadas, reconhecendo conhecimentos prévios necessários para a compreensão do efeito fotoelétrico



Figura 1 - Telas de apresentação do jogo no encontro 1.

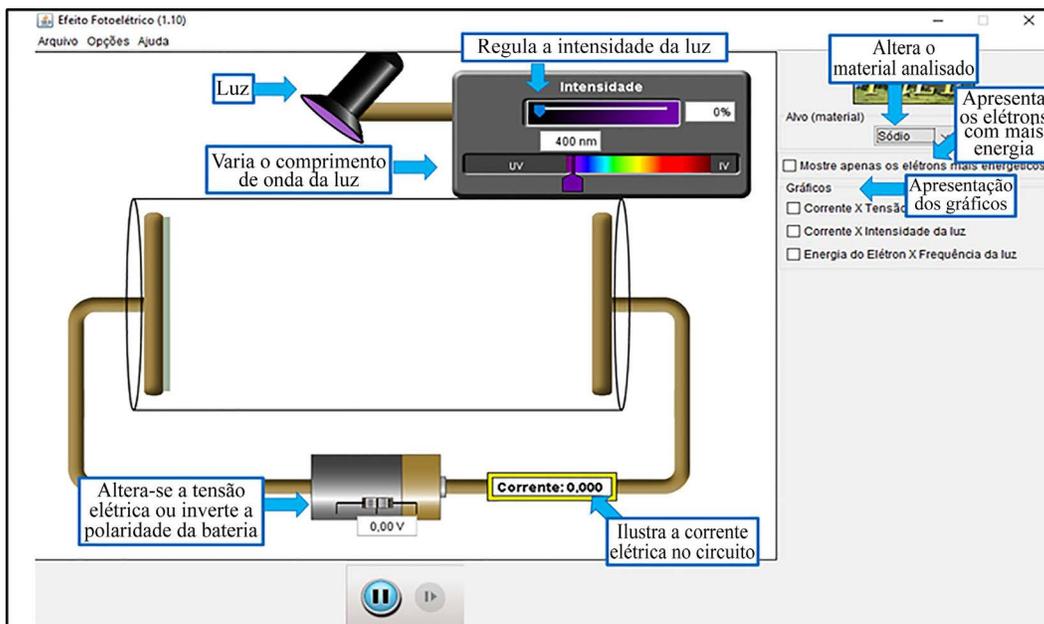


Figura 2 - Telas de apresentação da simulação Phet. Fonte: Phet (2021).

um desses fatores interfere diretamente no efeito fotoelétrico.

Para descobrir qual material permite a emissão de fotoelétrons da placa metálica, considerando o comprimento de onda de 534 nm, os seis grupos escolheram entre os seis materiais disponíveis na simulação do *PhET*. O resultado, que revela qual material de fato possibilita o efeito fotoelétrico para o comprimento de onda selecionado, foi mantido como uma surpresa. Após uma exploração detalhada da simulação, descobriu-se que o material capaz de produzir o fenômeno dentro do comprimento de onda especificado é o sódio.

Na última fase do jogo, abordada na aula 5, são trabalhados os dois níveis finais da taxonomia de Bloom: *avaliar* e *criar*. Os alunos serão levados a fazer julgamentos sobre o fenômeno estudado, verificando e criticando as informações apresentadas. Além disso, terão a oportunidade de expressar sua nova compreensão sobre o tema, organizando os conhecimentos adquiridos e planejando as informações para a produção de

um mapa mental. Esse mapa mental permitirá que os alunos esbochem as informações mais relevantes e explorem sua criatividade na elaboração do instrumento.

Cada grupo escolhe, de maneira aleatória, um dos números ilustrados no menu de desafios do jogo, como mostrado na Fig. 3(a). Quando o professor clica no número selecionado, os alunos são direcionados a uma tela semelhante à apresentada na Fig. 3(b). Nesse momento, os estudantes verificam as informações aprendidas e tentam solucionar os problemas propostos.

Após a resolução de todos os itens e a revisão por parte do professor, a viagem espacial chega ao fim e retorna-se ao planeta Terra. O professor pode promover um diálogo entre os alunos sobre a aventura e suas impressões, solicitando que eles tragam o mapa mental na próxima aula, contemplando, dessa maneira, a categoria *criar*, por meio da produção dos alunos.

Na aula seguinte, o professor realiza uma investigação sobre a aprendizagem dos alunos durante o jogo e promove a socialização dos conhecimentos adquiridos



Figura 3 - Telas de apresentação para início da fase 4.

dos sobre o efeito fotoelétrico, bem como o compartilhamento das produções feitas nos mapas mentais. O questionário para investigação da aprendizagem sobre o efeito fotoelétrico está disponível no Apêndice do produto educacional.

3. Considerações finais

Neste trabalho foi apresentado um jogo do tipo RPG para o ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico, desenvolvido com base na estrutura hierárquica do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom revisada e em conformidade com a teoria da aprendizagem significativa.

Houve um cuidado na elaboração do produto educacional para que o aluno partisse do resgate de seus conceitos subsunçores, tentando gerar uma consolidação destes conhecimentos e, para alguns estudantes, uma possível estruturação de organizadores prévios. Além disso, as categorias do jogo foram estruturadas na tentativa de proporcionar diferenciações progressivas e reconciliações integradoras durante o processo, levando o estudante a buscar formas superiores de aprendizagem e atribuir novos significados a seus conhecimentos.

A prática proporciona aos alunos uma aula mais atrativa e dinâmica, fomentando a interação com o professor, mas principalmente entre os estudantes, já

que as decisões nas atividades propostas são tomadas de maneira conjunta, com base na cooperação entre os integrantes das equipes. Compreende-se que, mesmo sendo um jogo que envolve diversão e competição, a responsabilidade e o compromisso foram seguidos com rigor, pois o jogo é apenas o meio para alcançar o principal objetivo: a aprendizagem dos estudantes.

O produto educacional é de fácil aplicação e condução, utilizando recursos comumente disponíveis na realidade escolar, além de incluir um questionário de investigação que antecede a prática e acompanha a aplicação do jogo até o final. Isso busca oferecer ferramentas para que os educadores possam adotar esse recurso, mas entende-se que cada professor pode utilizar o instrumento conforme sua preferência e sua realidade escolar, explorando outras oportunidades de continuidade do produto educacional e promovendo adaptações que resultem em futuras criações.

Claramente, trabalhar com abordagens inovadoras em sala de aula é um desafio, pois requer tempo, empenho e grande comprometimento. No entanto, a recompensa é gratificante ao se alcançar o objetivo desejado.

Recebido em: 1 de Março de 2024

Aceito em: 27 de Novembro de 2024

O produto educacional é de fácil aplicação e condução, utilizando recursos comumente disponíveis na realidade escolar

Notas

¹https://drive.google.com/drive/folders/1I3arQH6Pim59M_8sGhC65fBRBfm6M4F1?usp=drive_link.

²https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/photoelectric.

Referências

- [1] M.A. Moreira, Estudos Avançados **32**, 94 (2018).
- [2] B.S. Bloom, B.B.M. Bloom, D.R. Krathwohl, *Taxonomy of Educational Objectives: Cognitive Domain* (McKay Company, New York, 1956), v. 1.
- [3] M.A. Moreira, *A Teoria da Aprendizagem Significativa e Sua Implementação em Sala de Aula* (Editora Universidade de Brasília, Brasília, 2006), 186 p.
- [4] R.R.P. Diniz, *Uma Trilogia Perfeita: RPG Maker XP, Educação e Adolescentes*. Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- [5] C. Antunes, *Jogos Para a Estimulação das Múltiplas Inteligências* (Editora Vozes Limitada, Petrópoles, 2011), 20nd ed, 312 p.
- [6] L.W. Anderson, D. Krathwohl, *A taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (Addison Wesley Longman, Nova York, 2001).
- [7] T. Benedetti, *Tutormundi* (2020). Disponível em <https://tutormundi.com/blog/taxonomia-de-bloom/>, acesso em 23/10/2023.
- [8] M.A. Moreira, N.T. Massoni, Textos de Apoio ao Professor de Física da UFRGS **26**, 6 (2015).
- [9] M.A. Machado, F. Ostermann, Textos de Apoio ao Professor de Física da UFRGS **17**, 6 (2006).
- [10] N.G. Ferraro, P.T. Soares, *Física Básica - Volume Único* (Atual, São Paulo, 2013.), 4nd ed.