

## POPULARIZANDO A FÍSICA QUÂNTICA CONCEITUAL E SUAS APLICAÇÕES ATRAVÉS DAS REDES SOCIAIS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

Liana de Oliveira Araujo<sup>1</sup>, Edvan Moreira<sup>1,2</sup>, Fernando M. O. Moucherek<sup>1</sup>

**RESUMO:** Por anos o ensino da Física tornou-se desafiador principalmente pela falta de equipamentos, laboratórios, formação continuada dos docentes e, atualmente, pela pandemia do novo Corona Vírus, gerando nos discentes um desinteresse pela disciplina. A Mecânica Quântica (M.Q.), ramo da Física que estuda o mundo subatômico, tem aplicações que podem ser encontradas no cotidiano e explicadas por suas propriedades quânticas. O objetivo deste estudo é apresentar resultados provenientes da aplicação de um projeto de extensão que durou 1 ano, onde foram tratados aspectos históricos e propriedades físicas conceituais relacionadas à M.Q. e suas aplicações por meio de experimentos realizados presencialmente com a utilização de laser e relé fotoelétrico, tendo ao longo do projeto uma mudança na metodologia para manter o isolamento social, implementado por decretos nacionais e estaduais decorrente da pandemia. Os resultados dos questionários presenciais e virtuais são inspiradores, os alunos desenvolveram interesse pela área da Mecânica Quântica, principalmente pela explicação que ela oferece às séries/filmes que assistem. Além disso, com a chegada da pandemia as mudanças de hábitos presenciais para os virtuais foram relevantes para o ensino e divulgação científica, através das redes sociais, mantendo, apesar do isolamento, a expansão do conhecimento e popularização da ciência de maneira divertida.

Palavras – chave: conceitos, prática, mecânica quântica, pandemia.

## POPULARIZING CONCEPTUAL QUANTUM PHYSICS AND ITS APPLICATIONS BY MEANS OF SOCIAL NETWORKS DURING THE COVID-19 PANDEMIC

**ABSTRACT:** For many years, the teaching of Physics has become challenging mainly due to the lack of equipment, laboratories, continuing education of teachers and, currently, by the pandemic of the new Corona Virus, generating in students a lack of interest in the discipline. Quantum Mechanics (Q.M.), is a branch of Physics, that studies the subatomic environment. It has applications that can be found in everyday life and can be explained by its quantum properties. The objective of this study is to present results from the application of an extension project that lasted one year. We investigated historical aspects and conceptual physical properties related to M.Q. and its applications by means of experiments carried out in person with the use of laser and photoelectric relay, with a change in methodology throughout the project to maintain social isolation, implemented by national and state decrees resulting from the pandemic. The results of the face-to-face and virtual questionnaires are inspiring; the students developed an interest in the area of Quantum Mechanics, mainly because of the explanation it offers to the series/films they watched. In addition, with the arrival of the pandemic, changes from face-to-face habits to virtual ones were relevant for teaching and scientific dissemination, through social networks, maintaining, despite isolation, the expansion of knowledge and popularization of science in a fun way.

Keywords: Concepts, practice, quantum mechanics, pandemic.

Recebido em: 23/11/2020

Aceito em: 23/08/2021

---

<sup>1</sup> Departamento de Física. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís

<sup>2</sup> Autor referente: [edvan.moreira@fisica.uema.br](mailto:edvan.moreira@fisica.uema.br)

## 1. INTRODUÇÃO

Por longos anos, as dificuldades no ensino e na aprendizagem da ciência acarretaram em um baixo desempenho em disciplinas como a Física, devido, principalmente, à falta de conexão entre teoria e prática. Tal fato gera uma insatisfação na comunidade discente, o que acaba refletindo na formação de alunos desmotivados e alheios a diversas oportunidades (ARRUDA, 2020). Sabemos, que, em muitos momentos, estas dificuldades estão associadas a fatores fora da sala de aula, como uma família desestruturada e a realidade social dos pais, ou familiares mais próximos. As limitações advindas desse quadro - que refletem as necessidades não somente psicoafetivas, mas, principalmente, socioeconômicas - direcionam os filhos, em grande parte, a se dividirem entre estudar e trabalhar, o que diminui, consideravelmente o tempo a se dedicarem aos estudos. Para além dessas questões, há uma deficiência de formação nas séries iniciais no alunado em geral, o que não favorece a um acompanhamento mais proativo das aulas.

Ao estender essa análise para a realidade da pandemia do novo Corona vírus, percebemos que o ensino remoto tem se mostrado como uma saída para continuidade do calendário acadêmico no Brasil. Porém, essa modalidade de ensino agravou, ainda mais, o que já demonstrava, nitidamente, ser uma fragilidade tanto no ensino quanto na aprendizagem (relação entre teoria e prática), fazendo com que busquemos novos horizontes para a divulgação científica e a educação em geral. Segue uma breve contextualização.

O ano de 2020, inesperadamente, nos surpreendeu na área da saúde, por conta da Pandemia Mundial decretada no dia 11 de março de 2020 pela Organização Mundial da Saúde (OMS) proveniente de uma doença chamada Covid – 19, causada pelo Corona vírus, “que causam infecções respiratórias” (NETO, 2020; REDAÇÃO, 2020) “possuindo letalidade média por volta de 5%. Por outro lado, possui alto grau de contaminação, devido à velocidade com que se propaga e afeta as pessoas” (ARRUDA, 2020). Dessa forma, a busca por alternativas para o ensino nesse contexto tem se tornado um desafio a mais, frente às desigualdades encontradas em nosso país. Buscar alternativas que suavizem essas lacunas entre ensinar e aprender é visto com bons olhos e se torna imprescindível. Essa é uma das razões por que propomos uma iniciativa de extensão em contexto universitário.

No caso do ensino da Física, sabemos que é uma área voltada para fenômenos naturais presentes no nosso dia-a-dia como, por exemplo, o cair de um algodão no chão. Os conceitos da Física, principalmente da Mecânica Quântica, apresentam uma aplicabilidade muito presente na nossa rotina diária, os quais, por vezes, nem nós percebemos. Os sensores utilizados nas portas automáticas, nos controles remotos de aparelhos eletrônicos, ou na iluminação pública são exemplos do quanto a Mecânica Quântica torna a nossa vida mais fácil. O nosso universo é feito de átomos, moléculas e partículas e as leis que o regem são ditadas pela quântica. Até 1900, os fundamentos da Mecânica Quântica ainda não tinham sido conhecidos, “embora um quarto de século mais tarde a mecânica quântica moderna, base de nossa concepção atual da natureza, tenha sido desenvolvida por Schrödinger e outros” (EISBERG, 1994; NUSSENZVEIG, 2014; TIPLER, 2014), cujas explicações contribuíram para avanços nas áreas da medicina, tecnologia e ensino, propostas que antes eram mera ficção científica.

Em suma, o ambiente escolar tem como um dos seus objetivos proporcionar ao aluno um desenvolvimento na formação de sua personalidade intelectual e social, construindo cidadãos críticos e conscientes para a sociedade. A conexão entre teoria e prática é relevante para sua compreensão, pois quando inserido na comunidade pode utilizar-se deste

conhecimento em momentos essenciais (MARTINI, 2013). Por este motivo, este estudo visou a promoção de eventos fora de sala de aula de qualificação, apresentando e discutindo alguns aspectos históricos (PIRES, 2011), propriedades físicas conceituais da Mecânica Quântica através de suas aplicações (YAMAMOTO, 2013), disseminando e popularizando as ciências Físicas em escolas de ensino básico através de aplicações diárias, debates e palestras, além do desenvolvimento do saber de forma virtual através de vídeos, fotos e folders, possibilitando-nos alcançar estudantes de outras cidades, em diferentes faixas etárias.

Para sistematizar a apresentação desse trabalho, compartilhamos a experiência vivenciada em um projeto de extensão universitária, destacando a metodologia empregada no desenvolvimento desse projeto, bem como os resultados alcançados e as discussões e conclusões.

## 2. METODOLOGIA

O estudo iniciou-se com o planejamento das atividades entre a equipe do projeto (orientador, colaboradores e bolsista) onde foram selecionados e produzidos materiais de apoio que foram aplicados em duas escolas localizadas na periferia de São Luís, no Estado do Maranhão, onde C.E Maria José Aragão localiza-se na Unidade 205 da Cidade Operária e C.E. Pedro Álvares Cabral na Av. Principal do Jardim América – Cidade Operária. Porém, em virtude do Decreto N.º 35.662, de 16 de março de 2020, do Governo do Estado do Maranhão e da Portaria Normativa N.º 36/2020 GR/UEMA de 16 de março de 2020 por isolamento social, tivemos que nos adaptar às redes sociais que já faziam parte do projeto como uma metodologia de apoio: a bolsista criou os perfis no *Instagram* ([https://www.instagram.com/fisica.uema\\_gmc/](https://www.instagram.com/fisica.uema_gmc/)) e *TikTok* (<https://vm.tiktok.com/ZS55v1yX/>) para continuar desenvolvendo este o projeto.

A meta consistia na participação dos alunos do ensino básico onde, anteriormente, de maneira presencial, a bolsista desenvolveu algumas atividades, tais como: palestras, apresentações, exposições de experimentos utilizando o dispositivo relé fotoelétrico e lasers; bate papos, realizados no contra turno dos alunos com duração de 15 à 30 minutos (disponibilidade da escola) voltados para o ensino de alguns conceitos da Mecânica Quântica através das suas aplicações envolvendo experimentos e, com a chegada da pandemia, de maneira online através de vídeos informativos, divulgações científicas por meio de sites e folders, participação em eventos online, entre outros.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Presencialmente, as palestras ministradas para os alunos da rede pública despertaram o interesse dos alunos para o ramo da Mecânica Quântica, principalmente nas suas aplicações diárias que poucos tinham conhecimento.

A primeira Palestra (Figura 1) aconteceu no dia 27 de novembro de 2019 na Escola Pública Estadual, C.E. Maria José Aragão onde tivemos a presença de 3 turmas do 3º ano, contabilizando 108 alunos. Inicialmente, tivemos uma conversa sobre o processo seletivo da Universidade Estadual do Maranhão (Vestibular PAES), em que muitos apontaram que tinham participado, sendo que alguns concorreram para o curso de Física. Durante as explicações teóricas utilizamos a aplicação com laser verde, explicando propriedades como comprimento de onda no espectro eletromagnético e sua intensidade, além do relé fotoelétrico que foi a grande atração da palestra, por causa da gincana proposta ao final da palestra. Sendo assim, os

alunos, professores e coordenação pedagógica pediram o prolongamento da palestra para mais 30 minutos.

Figura 1. Alunos se preparando para a palestra sobre aplicações da Mecânica Quântica.



Fonte: Autoria Própria (2020).

Nos últimos momentos, tivemos um *Quiz* com perguntas relacionadas à palestra em que a maioria respondeu com excelência, assim como uma competição entre eles para a montagem do relé fotoelétrico (Figura 2), mantendo uma conexão e divulgação do curso de Física Licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão (<http://www.fisica.uema.br/>).

Figura 2. Alunos do C.E Maria José Aragão testando o relé fotoelétrico.



Fonte: Autoria Própria (2020).

A segunda Palestra ocorreu na escola pública estadual C.E. Pedro Álvares Cabral no dia 12 de março de 2020 onde expandimos nosso público alvo (com a presença de alunos do Ensino Médio) para o Ensino Fundamental com a participação de uma turma do 8º ano e uma do 9º ano. Logo no primeiro instante, passamos um questionário para sondagem sobre o assunto e, observamos que cerca de 90,6% dos alunos estudaram Ciências – Física durante o Ensino Fundamental, porém somente 20,3% ouviram sobre Física Quântica (Tabelas 1 e 2).

<sup>3</sup>Tabela 1. Sondagem sobre a Física no Ensino Fundamental no C.E. Pedro Álvares Cabral.

| <b><i>Você tem ou teve aulas de Ciências – Física no Ensino Fundamental?</i></b> | <b>Alunos (visão geral)</b> |             |
|--|-----------------------------|-------------|
|  | <b>N</b>                    | <b>%</b>    |
| Sim  | 58                          | 90,6%       |
| Não  | 6                           | 9,4%        |
| <b>Total</b>   | <b>64</b>                   | <b>100%</b> |

Fonte: dados da pesquisa (2020)

<sup>4</sup>Tabela 2. Sondagem sobre Física Quântica no Ensino Fundamental no C.E. Pedro Álvares Cabral.

| <b><i>Você sabe o que é Física Quântica e suas aplicações?</i></b> | <b>Alunos (visão geral)</b> |             |
|--|-----------------------------|-------------|
|  | <b>N</b>                    | <b>%</b>    |
| Sim  | 13                          | 20,4%       |
| Não  | 51                          | 79,6%       |
| <b>Total</b>   | <b>64</b>                   | <b>100%</b> |

Fonte: dados da pesquisa (2020)

Aproveitando a oportunidade para sondar sobre as aplicações, perguntamos sobre a iluminação pública (Tabela 3). Entretanto, 39,06% dos alunos compreendem um pouco mais sobre o dispositivo utilizado para ligar e desligar a lâmpada no poste sem a ajuda de um interruptor convencional, e cerca de 50% ainda tem a ideia de que somente a empresa de energia da cidade tem acesso ao dispositivo.

<sup>4</sup>Tabela 3. Aplicação da Mecânica Quântica na Iluminação Pública no C.E. Pedro Álvares Cabral.

| <b><i>Sabe como funciona a Iluminação Pública e sua relação com à Física Quântica?</i></b>   | <b>Alunos (visão geral)</b> |             |
|--|-----------------------------|-------------|
|  | <b>N</b>                    | <b>%</b>    |
| Funciona através de um equipamento que só a empresa de Energia tem acesso, proposto pela Quântica existente na Luz.                  | 32                          | 50%         |
| Graças aos estudos de Hertz e Einstein sobre o fóton, temos o relé fotoelétrico que está acoplado nos postes de iluminação.          | 25                          | 39,06%      |
| Por meio do estudo de Newton sobre os corpúsculos que possibilitou a criação do relé fotoelétrico por Planck.                        | 3                           | 4,6%        |
| A criação do relé fotoelétrico possibilitou atualmente a facilidade dos funcionários da empresa responsável pela iluminação pública. | 4                           | 6,25%       |
| <b>Total</b>   | <b>64</b>                   | <b>100%</b> |

Fonte: dados da pesquisa (2020)

<sup>3 3 4</sup>\* N: número de participantes; %: porcentagem.

Mas, quando se tratou das aplicações no *smartphone*, os alunos tiveram um desempenho melhor que o esperado (Tabela 4), com 39% dos alunos escolhendo a opção correta, indicando o transistor como um dispositivo desenvolvido graças a evolução tecnológica fundamentada na Mecânica Quântica. Porém, vemos que 31,25% dos alunos relacionou a Mecânica Quântica com a bateria dos *smartphones* mostrando que ainda houve dúvida sobre o assunto.

<sup>5</sup>Tabela 4. Aplicação da Mecânica Quântica com os Smartphone no C.E. Pedro Álvares Cabral.

| <i>Você sabe como seu Smartphone está relacionado à Física Quântica?</i>  | Alunos (visão geral) |        |
|---|----------------------|--------|
|   | N                    | %      |
| Está relacionado à bateria do <i>Smartphone</i> por conta da eletricidade dele.   | 20                   | 31,25% |
| A tela do <i>Smartphone</i> transmite energia luminosa azul violeta estudada por Hertz.   | 9                    | 14%    |
| A nanotecnologia possibilita o avanço estético dos <i>Smartphones</i> .   | 10                   | 15,6%  |
| O transistor é um dispositivo eletrônico que está presente nos <i>Smartphones</i> que foram desenvolvidos através na Mecânica Quântica. | 25                   | 39%    |
| <b>Total</b>  | 64                   | 100%   |

Fonte: dados da pesquisa (2020)

Posteriormente, a aplicação da vez foi referente às Usinas Nucleares (Tabela 5), onde cerca de 29,6% erraram quanto a sua funcionalidade, porém o que podemos observar é uma dispersão nas respostas, principalmente em relação à resposta correta em torno de 26,5%.

<sup>6</sup>Tabela 5. Sondagem sobre o funcionamento das Usinas Nucleares no C.E. Pedro Álvares Cabral.

| <i>Você conhece o funcionamento da Usina Nuclear?</i>      | Alunos (visão geral) |        |
|--|----------------------|--------|
|  | N                    | %      |
| Funciona através de fissão Nuclear                         | 17                   | 26,56% |
| Funciona através do efeito fotoelétrico das placas solares | 16                   | 25%    |
| Funciona através da queima de materiais fósseis            | 19                   | 29,6%  |
| Funciona através da força das águas para gerar energia     | 12                   | 18,75% |
| <b>Total</b>   | 64                   | 100%   |

Fonte: dados da pesquisa (2020)

Porém, cerca de 35,9% dos alunos souberam responder questões sobre o acelerador de partículas com eficiência, pois tinham um conhecimento superficial a partir de séries e filmes que eles mesmos nomearam no decorrer da palestra (Tabela 6).

<sup>7</sup> Tabela 6. Sondagem sobre o Acelerador de Partículas no C.E. Pedro Álvares Cabral.

| <i>Você conhece o Acelerador de partículas e, por qual motivo ele é importante para a ciência?</i> | Alunos (visão geral) |        |
|--|----------------------|--------|
|  | N                    | %      |
| Ele possibilita a construção de uma nova tecnologia.   | 17                   | 26,56% |
| Porque propõe um novo modelo Atômico.  | 14                   | 21,8%  |
| O acelerador de partículas permitiu a visualização manométrica das partículas.                     | 23                   | 35,9%  |
| Porque é um modo de comprovar teorias Quânticas.   | 10                   | 15,6%  |
| <b>Total</b>   | 64                   | 100%   |

Fonte: dados da pesquisa (2020)

<sup>567</sup> \* N: número de participantes; %: porcentagem.

Assim, mesmo com a discrepância entre as respostas corretas e erradas, podemos notar que através dos questionários, os alunos ainda tinham conhecimento das aplicações, porém não sabiam dos fundamentos físicos relacionados.

No início da palestra mostramos que a Mecânica Quântica não está somente no cotidiano deles, mas também nos filmes/séries que eles assistem, por exemplo, o filme *Homem Formiga* e a série de TV “*The Big Bang Theory*”. Dessa forma, a palestra se transformou rapidamente em uma conversa cheia de explicações e comentários (Figura 3).

Figura 3. Alunos do C.E. Pedro Álvares Cabral.



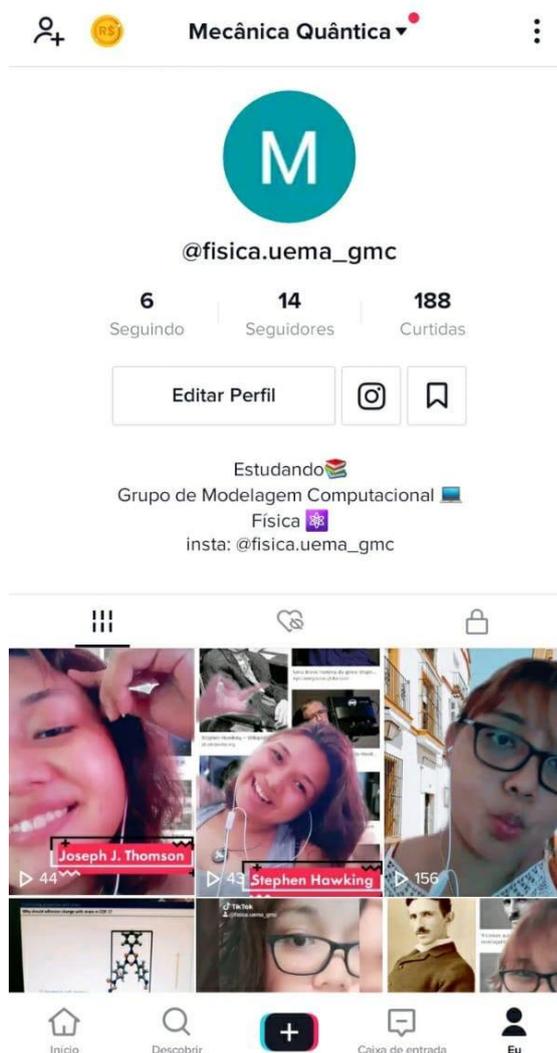
Fonte: Autoria Própria (2020).

Ao final deste último encontro realizamos uma pequena gincana com perguntas sobre o tema abordado na palestra, em que houve premiações aos participantes. Notamos que os alunos assimilaram bem os conceitos que apresentamos, pois responderam aos questionamentos na gincana, reconhecendo várias aplicações no cotidiano deles. Assim, teríamos mais palestras nessa escola, porém por conta da pandemia não pudemos retornar com encontros presenciais nas escolas.

Após os decretos nacionais e estaduais tivemos que interromper nossas visitas às escolas, nos transferindo integralmente para o mundo virtual, onde os meios de comunicação se tornaram a principal fonte de conhecimento.

Contudo, a internet, principalmente as redes sociais, possibilitou uma conexão que nos foi tirada durante o isolamento. O processo de ensino e aprendizado do aluno foi fortemente afetado durante a pandemia, porém, por meio das divulgações científicas, vídeos, fotos, *cards etc*, conseguimos levar uma nova forma de metodologia para favorecer o ensino e a aprendizagem dos estudantes. Durante os primeiros quarenta dias, tivemos o estouro da rede social *TikTok* (Figura 4), propiciando a produção de vídeos interativos e informativos baseados na vida e obra de físicos importantes e reconhecidos por suas contribuições à teoria da Mecânica Quântica e em outros ramos da Física. O endereço eletrônico é: <https://vm.tiktok.com/ZS55v1yX/>.

Figura 4. Interface do Aplicativo TikTok.



Fonte: Autoria Própria (2020).

Logo nos primeiros vídeos tivemos 433 visualizações e 35 curtidas, além dos comentários e, atualmente, temos mais de 500 visualizações. A principal rede social utilizada para desenvolver o projeto desde o início foi o *Instagram*. Por meio dessa rede social, contabilizou-se cerca de 330 seguidores (Figura 5), e ainda conta com atualizações semanais de vídeos, fotos, *cards*, folders e divulgações científicas do curso de Física Licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, com o endereço eletrônico: [https://www.instagram.com/fisica.uema\\_gmc/](https://www.instagram.com/fisica.uema_gmc/).

Figura 5. Interface do Aplicativo *Instagram*.



Fonte: Autoria Própria (2020).

Inesperadamente, tivemos um crescimento significativo durante o isolamento, principalmente com a procura de orientações quanto aos ramos da Física que serão estudadas futuramente por eles, sendo que alguns alunos do Ensino Médio e até do Ensino Fundamental procuram se aprofundar em conhecimentos vinculados à Mecânica Quântica com a finalidade de profissionalizar-se na área. Também temos interações via *stories* com charadas e perguntas sobre os vídeos postados ou sobre fundamentos da Mecânica Quântica, onde na maioria das vezes são acompanhadas e gabaritadas de forma correta por nossos seguidores. Nossas publicações/impressões (Figuras 6 e 7) chegaram a ultrapassar o número de seguidores em uma só postagem, enfatizando a presença e divulgação de eventos como: *workshop*, Semana de Física, palestras, encontros e seminários.

Figura 6. Contas alcançadas e impressões pelo IG.



Fonte: Dados do *Instagram* (2020).

Figura 7. Interações em publicações.



Fonte: Dados do *Instagram* (2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os desafios que o projeto enfrentou ao longo de sua regência, fica claro que as aplicações presenciais foram essenciais para o desenvolvimento do conhecimento dos alunos, bem como a entrada no mundo virtual, onde pessoas de todas as idades puderam encontrar mais informações e, que na sua maioria, tiveram o interesse de procurar mais sobre o ramo da Mecânica Quântica e vivenciá-las através das aplicações no seu cotidiano. A realização de ações que desmitificam a Física como área de difícil entendimento, incentiva o aluno ao estado ativo do seu aprendizado, torna-se uma saída satisfatória ao aluno, principalmente nos meios de comunicação que é o lugar onde esse jovem e/ou criança estão inseridos, por este motivo a melhoria desde projeto no aspecto tecnológico se torna necessário e renovador para o ensino remoto. Apesar da pandemia gerar pânico e medo, ela nos trouxe um novo horizonte de aprendizado, sendo ele de maneira remota com encontros síncronos e assíncronos ou através das redes sociais, onde a interação dos alunos com os mediadores cresceu a cada dia de novas postagens.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e à Pró – Reitoria de Extensão e Assuntos Estudantis (PROEXAE) pela concessão de bolsa por 12 meses ao longo da vigência do projeto de extensão. Aos alunos, professores e Coordenação pedagógica das escolas, C.E. Maria José Aragão e C.E. Pedro Álvares Cabral que nos acolheram e, também, aos seguidores fiéis das redes sociais.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, Eucídio Pimenta. EDUCAÇÃO REMOTA EMERGENCIAL: elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de Covid-19. **Em Rede: revista de educação a distância**, Minas Gerais, v. 7, n. 1, 2020. Disponível em: <https://www.auniredede.org.br/revista/index.php/emrede/article/view/621>. Acesso em: 20 de Agosto de 2020.

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. **Física Quântica**. 9. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 928p.

MARTINI, Gloria; *et al.* **Conexões com Física**. 2ª Ed. São Paulo: Moderna, 2013.

NETO, David, et al. Guia de Orientações da Proeg diante a Pandemia Covid – 19. **Universidade Federal da Amazônia. Pró-Reitoria de Ensino de Graduação**. Manaus, Versão 1.0, 2020. Disponível em: [https://edoc.ufam.edu.br/bitstream/123456789/3102/1/PROEG\\_GUIA%20DE%20ORIENTA\\_COES\\_COVID19.pdf](https://edoc.ufam.edu.br/bitstream/123456789/3102/1/PROEG_GUIA%20DE%20ORIENTA_COES_COVID19.pdf). Acesso em 27 de Agosto de 2020.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica 4: Ótica, Relatividade e Física Quântica**. 2. Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2014. 359p.

PIRES, Antonio S. T. N. **Evolução das ideias da Física**. 2. Ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

REDAÇÃO. Organização Mundial da Saúde declara pandemia de coronavírus. **Veja**, 2020. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/mundo/oms-declara-novo-coronavirus-como-pandemia/>. Acesso em: 20 de Agosto de 2020.

TIPLER, Paul A; LLEWELLYN, Ralph A. **Física Moderna**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 500p.

YAMAMOTO, Kazuhito. FUKU, Luiz Felipe. **Física para ensino médio 3: Eletricidade e Física Moderna**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.