

LUIZ FELIPE DE OLIVEIRA ALVES

**PROMOÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS DE FORMA DIVERTIDA:  
experimentos mão na massa**

LORENA

2021

LUIZ FELIPE DE OLIVEIRA ALVES

**PROMOÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS DE FORMA DIVERTIDA:  
experimentos mão na massa**

Monografia apresentada ao curso de  
Engenharia Física da Escola de  
Engenharia de Lorena – Universidade de  
São Paulo

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sandra Giacomini  
Schneider

LORENA

2021

**AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.**

### **Ficha Catalográfica**

**EEL USP**

Alves, Luiz Felipe de Oliveira  
PROMOÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS DE FORMA  
DIVERTIDA: experimentos mão na massa. / Luiz Felipe  
de Oliveira Alves; orientadora Sandra Giacomini  
Schneider. -- Lorena, 2021.

Número de folhas f.: 48 il.

Monografia (Trabalho de graduação de Engenharia  
Física) - Escola de Engenharia de Lorena - Univ  
ersidade de São Paulo

1. Show de Ciências 2. Ensino de Física 3.  
Experimentos caseiros 4. Projeto de extensão I.  
Título.

Dedico este trabalho aos meus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a Deus, pela minha vida, e por me ajudar a ultrapassar todos os momentos difíceis encontrados durante todo o percurso. Gostaria de agradecer aos meus pais e ao meu irmão pelo suporte durante todo o percurso da minha vida.

Gostaria de agradecer aos professores que tive durante a faculdade, a professora Sandra Schneider cabe um agradecimento especial pelo empenho e auxílio durante o meu período na EEL, pelo excelente papel de coordenadora dentro do projeto Show de Ciência e pela oportunidade que me foi concedida para participar do projeto.

Gostaria de agradecer a Natalha Carvalho por todos os momentos que me ajudaram a me formar como engenheiro.

E por fim, mas não menos importante a todos os amigos que colecionei durante a minha graduação, em especial aos meus amigos da república FAENQUIL.

“A educação é a arma mais poderosa que  
você pode usar para mudar o mundo.”

Nelson Mandela

## RESUMO

ALVES, L. D. de O. **Promoção do ensino de ciências de forma divertida: experimentos mão na massa.** 2021. Número de folhas 46f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2021.

O ensino da Física se destaca pela dificuldade dos estudantes em compreender conceitos pouco tangíveis, principalmente se tratando de assuntos em que a teoria é predominante. Visando à facilitação da compreensão de tais conceitos, foi criado na Universidade de São Paulo o projeto de extensão denominado Show de Ciências, com foco na difusão da Ciência de forma lúdica e divertida. Em função da pandemia da COVID-19 que assolou o mundo no ano de 2020, escolas e projetos de extensão tiveram suas atividades presenciais suspensas, concentrando suas atividades em meios digitais e redes sociais o que motivou a realização deste trabalho, que tem como objetivo desenvolver de uma cartilha que oriente a realização de experimentos físicos de forma caseira para servir de complementação e fixação dos conceitos das apresentações presenciais. Para tanto, adotou-se como metodologia o trabalho em conjunto com a coordenação do Projeto, em paralelo com a investigação e levantamento de informações acerca dos experimentos de fácil reprodução em espaços domésticos. Como resultado, obteve-se a cartilha em formato digital, contendo as orientações para a realização de experimentos “*mão na massa*”, além de QR Codes que redirecionam para vídeos explicativos gravados pelo próprio autor e com a identidade visual do Show de Ciências.

**Palavras-chave:** Show de Ciências; Ensino de Física; Experimentos caseiros; Projeto de extensão.

## ABSTRACT

ALVES, L. D. de O. **Promoting science education in a fun way: hands-on experiments.** 2021. Number of sheets 46s. Monograph (Course Conclusion Paper) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2021.

The teaching of Physics stands out for the students' difficulty in understanding intangible concepts, especially when dealing with subjects in which theory is predominant. Aiming at facilitating the understanding of such concepts, an extension project called Science Show was created at the University of São Paulo, with a focus on the dissemination of Science in a playful and fun way. Due to the COVID-19 pandemic that hit the world in 2020, schools and extension projects had their face-to-face activities suspended, concentrating their activities on digital media and social networks, which motivated this work, which aims to develop of a booklet that guides the realization of physical experiments in a homemade way to complement and fix the concepts of the presential presentations. For that, it was adopted as a methodology the work together with the coordination of the Project, in parallel with the investigation and gathering of information about the experiments that are easy to reproduce in domestic spaces. As a result, the booklet was obtained in digital format, containing guidelines for carrying out hands-on experiments, as well as QR Codes that redirect to explanatory videos recorded by the author himself and with the visual identity of the Science Show.

**Keywords:** Science Show; Physics Teaching; Home experiments; Extension project.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A tecnologia permite que qualquer pessoa gere um código que redirecione para um documento ou link por exemplo. ....	21
Figura 2 - Modelo atômico proposto por Rutherford.....	24
Figura 3 - Duas cargas com o mesmo sinal se repelem, mas com sinais contrários, elas se atraem.....	25
Figura 4 – Neste, os corpos adquirem cargas de sinal contrário, mas de mesmo valor. ....	25
Figura 5 – Neste caso $h_1$ é menor do que $h_2$ , em função da distância entre os furos. ....	26
Figura 6 – É possível observar a pressão sendo transmitida igualmente por todo o percurso. ....	27
Figura 7 – A capa da cartilha possui o nome do projeto e a identidade do Show de Ciências.....	37
Figura 8 – O primeiro experimento apresentado trata de transformações gasosas. .	38
Figura 9 – O segundo experimento apresenta a eletrização por atrito.....	39
Figura 10 – O terceiro experimento trata da pressão hidrostática.....	40
Figura 11 – O Canva foi utilizado para criar a vinheta, as instruções e o encerramento. ....	41

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Apenas com uma bexiga é possível observar o processo de eletrização. .....	28
Quadro 2 – Com a diferença de pressão entre o galão e o espaço externo, é possível comprimir o galão.....	28
Quadro 3– Note que o balão estoura somente quando estiver sobre um prego. ....	29
Quadro 4 - O experimento 1 aborda transformação gasosa. ....	31
Quadro 5 - O experimento 3 aborda o conceito de eletrização por atrito. ....	33
Quadro 6 - O experimento 2 aborda a pressão hidrostática em uma garrafa. ....	35

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. Justificativa.....	12
1.2. Objetivos.....	12
2. METODOLOGIA .....	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1. A educação no Brasil.....	14
3.2. A Física enquanto conhecimento científico .....	15
3.3. O ensino da Física no Brasil.....	15
3.4. O conhecimento científico, em encontro ao cotidiano .....	16
3.5. As recentes mudanças, no processo de ensino-aprendizagem .....	17
3.6. O Show de Ciências e a difusão da Ciência.....	19
3.7. O QR Code e a facilitação do acesso ao conteúdo online .....	19
3.8. Os conceitos de Física .....	22
3.8.1. Transformações Gasosa .....	22
3.8.1.1. Transformação Isobárica.....	22
3.8.1.2. Transformação Isotérmica.....	23
3.8.1.3. Transformação Isovolumétrica .....	23
3.8.2. Eletricidade.....	23
3.8.2.1. Eletrização por atrito .....	25
3.8.3. Efeitos de uma força aplicada .....	26
3.8.3.1. Pressão hidrostática e Teorema de Pascal.....	26
3.9. Os experimentos do Show de Ciências .....	28
3.9.1. Experimento 1: Balão .....	28
3.9.2. Experimento 2: Galão.....	28
3.9.3. Experimento 3: Cadeira de Pregos .....	29

4. DESENVOLVIMENTO .....	31
4.1. Os experimentos .....	31
4.1.1. Experimento 1: a chama que suga a água .....	31
4.1.2. Experimento 2: caneta atraindo o papel .....	33
4.1.3. Experimento 3: submarino na garrafa .....	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
5.1. A cartilha.....	37
5.2. Os vídeos demonstrativos .....	41
6. CONCLUSÃO .....	42
REFERÊNCIAS.....	43

## 1. INTRODUÇÃO

Há muitos anos, as dificuldades e problemas que permeiam o ensino, particularmente da Física tem sido diagnosticados e levado diversos grupos de pesquisadores e estudiosos a refletirem sobre suas consequências, especialmente considerando a aprendizagem por parte dos alunos. Diante deste cenário, inúmeras propostas têm sido formuladas a fim de minimizar os aspectos negativos dessas dificuldades.

Thomaz (2000), defende a plena participação dos indivíduos no processo de ensino-aprendizagem, os capacitando a entender os avanços tecnológicos atuais e como atuar de modo fundamentado, sempre conscientes de suas responsabilidades quanto à interferência nos grupos sociais.

A disciplina de Física no Ensino Médio, a partir das Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCE) (PARANÁ/SEED/DEB, 2008) define como objetivo o estudo do universo abrangendo toda a sua complexidade, com base no estudo da natureza como realidade material vivenciada e primordial ao ensino da cidadania, aguçando o pensamento crítico acerca do conhecimento científico sobre fenômenos cotidianos observados, desde aspectos políticos, até sociais.

A inserção de atividades experimentais tem sido apontada como uma forma positiva no sentido de minimizar as dificuldades de aprender e ensinar Física de forma significativa e consistente. Cada vez mais, pesquisadores tem apontado a importância dessas atividades experimentais no ramo da educação (MORAES; MORAES, 2000).

O ensino da Física, na maioria das vezes, padece de um problema relacionado ao emprego nos processos educacionais, de 'situações idealizadas' e descontextualizadas, implicando em desinteresse e dificuldade dos estudantes em relação à interpretação do real (SAAVEDRA FILHO et al., 2017).

Esta questão converge com a problemática geral da educação ciência-tecnologia-sociedade (CTS) das necessidades educacionais da maior parte da população, ressaltando como desafio o diálogo entre qualidade de vida, saúde e bem-estar da comunidade (TEIXEIRA, 2013).

Outro aspecto que apostamos é que um professor preparado deve incentivar e criar um ambiente propício ao diálogo entre os pares discentes e com o professor. Portanto no ambiente do laboratório é criado um ambiente peculiar de liberdade para a discussão, que assemelha-se com "um jogo de tons filosóficos no ensino efetivo: Uma lição recebida é psicologicamente um empirismo; uma lição dada é psicologicamente um racionalismo. Eu o estou escutando: sou todo ouvidos. Eu lhe estou falando: sou todo espírito. Mesmo que

estejamos dizendo a mesma coisa, o que você diz é um pouco irracional; o que eu digo é sempre um pouco racional.” (BACHELARD, 2013, p. 301).

Diante deste cenário, propõe-se o desenvolvimento de uma cartilha e de vídeos que guiem alunos a compreenderem de forma simples conceitos físicos, por meio da reprodução de experimentos caseiros mão na massa.

### **1.1. Justificativa**

O ano de 2019 foi marcado pelo surto da doença causada pelo agente SARS-CoV-2, posteriormente chamado de COVID-19 (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020). Tal fato levou a medidas drásticas em diversos segmentos de atuação, e com a educação não foi diferente, visto a alta taxa de letalidade da doença (LOPES, 2020).

Em 17 março de 2020, o Ministério da Educação, por meio da portaria nº 343, autorizou a substituição de aulas presenciais por aulas remotas, conduzidas de forma digital (TOKARINA, 2020). Esta situação desafiou escolas e professores a pensarem em formas eficazes de produzirem alternativas que se encaixassem a essa nova realidade.

Segundo Seré (2002, p. 32) “as operações intelectuais utilizadas durante a ação diferem das necessárias para a resolução de problemas do tipo papel e lápis”, estabelecendo uma interessante relação entre a teoria e o experimento, uma vez que o aprendizado do teórico se dá de forma diferente do habitual. Dessa forma, evidencia-se a construção de um conceito de Física iniciado por meio de situações reais, permitindo que o estudante tome consciência de que já possui um conhecimento prévio sobre o assunto.

Partindo dessa premissa, tópicos que antes contavam com uma abordagem experimental contribuindo com o entendimento, neste cenário se tornaram mais teóricas do que nunca. Este cenário evidenciou a importância de materiais de apoio que estimulem o estudante a buscar conhecimento prático em seu cotidiano, corroborando com o desenvolvimento da cartilha, tema principal desse projeto.

### **1.2. Objetivos**

Desenvolver uma cartilha e um conjunto de vídeos que orientem a construção de experimentos caseiros com conteúdo de Física.

**Objetivos específicos:**

- realizar um levantamento dos principais experimentos do Show de Ciências que podem ser reproduzidos de forma caseira, sem prejuízo ou riscos;
- enumerar os principais conceitos de Física que podem ser observados e explicados por meio de experimentos caseiros mão na massa;
- realizar um levantamento bibliográfico acerca da demonstração na prática do ensino da Física, dos conceitos enumerados visando simplicidade;
- realizar a gravação de vídeos tutoriais que orientem a execução dos experimentos, observando aspectos de segurança;
- elaborar um conteúdo instrutivo complementar aos experimentos apresentados no Show de Ciências, que corroborem com a explicação dos conceitos introduzidos.

**2. METODOLOGIA**

A metodologia do presente trabalho foi definida visando à construção de uma cartilha, partindo da experiência do autor como bolsista e voluntário do projeto de extensão Show de Ciências (2016 - 2019) e ex-professor de Física de um cursinho popular pré-vestibular (2015 - 2018), o Marie Curie Vestibulares (entidade estudantil), alinhado com levantamento bibliográfico e compreensão dos principais tópicos que devem ser abordados. Maior ênfase foi dada àqueles conteúdos de maior dificuldade aparente na compreensão por parte dos alunos de ensino médio.

O trabalho seguiu as seguintes etapas:

- a) realização de um trabalho em conjunto com a professora coordenadora do projeto Show de Ciências e supervisora do trabalho de graduação, a fim de definir os experimentos a serem incluídos na cartilha;
- b) compreender as principais dificuldades no ensino da Física no ensino médio;
- c) levantar os principais experimentos apresentados no Show de Ciências e criar variações de fácil reprodução caseira, que facilitem a compreensão de conceitos físicos;
- d) elaborar o texto de apoio à explicação dos experimentos a serem incluídos na cartilha;

- e) realizar a diagramação da cartilha, seguindo a identidade visual do Show de Ciências;
- f) Disponibilizar gratuitamente o arquivo digital da cartilha por meio das redes sociais do Show de Ciências.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. A educação no Brasil**

A educação básica no Brasil, desde a implantação da Constituição de 1988, tem se mostrado um cenário repleto de mudanças, especialmente nas últimas décadas. Realizar uma análise do ensino atualmente aplicado no país, bem como suas implicações na aprendizagem dos alunos, requer uma avaliação minuciosa, profunda e cuidadosa, a respeito de todos os aspectos que influenciam e são influenciados, dentro de uma visão ampla deste contexto.

Em nosso cenário de século XXI, habilidades foram categorizadas, realçando necessidades da sociedade contemporânea: maneiras de pensar (criatividade e inovação, pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisão), formas de trabalho (comunicação, colaboração e trabalho em equipe), ferramentas para o trabalho (alfabetização informacional, tecnologia da informação e comunicação) e vivência no mundo (vida e carreira e responsabilidade social) (LAAR et al., 2017).

A educação formal dos dias atuais, faz uso, tanto de projetos pedagógicos que enfatizam a aprendizagem colaborativa, quanto de outros que focam na aprendizagem individualizada. Nota-se uma necessidade na interação de ambos, atendendo à complexidade do processo de ensino-aprendizagem em nossa sociedade, cada vez mais dinâmica. Um bom projeto pedagógico prevê o equilíbrio dos âmbitos individuais e colaborativos (MORÁN, 2015).

Segundo Gardiner (2017), a problematização foca naquilo que os estudantes podem fazer ou naquilo que não fizeram. Ele ressalta a necessidade de repensar o paradigma de ensinar, enfatizando a criatividade e empoderando o feedback por parte dos alunos; sugere-se ainda, o desaprender o significado de criatividade, para alcançar seu ápice, valorizando a solução de problemas, intrínsecos à sua realidade cotidiana, de forma criativa.

É de suma importância encorajar estudantes a desenvolverem quantas ideias forem possíveis, principalmente aquelas que nenhum outro pensaria. Seguindo essa

premissa, valoriza-se o elogio por parte do professor, pelo esforço do discente ao pensar em ideias que sejam significativas para eles (PANG, 2015).

### **3.2. A Física enquanto conhecimento científico**

Originária do vocábulo grego *'physiké'*, a palavra Física significa Natureza. De forma sucinta, pode-se afirmar que a Física estuda os fenômenos naturais, sendo aqueles observáveis que ocorrem na natureza, tais como: congelamento da água, ações de um ímã, um raio de luz atravessando um vidro e até mesmo o voo de um pássaro. Estes fenômenos podem ser observados sem que haja mudança nas características das substâncias e nem formação de novas substâncias (GRASSELLI; GARDELLI, 2014).

Atualmente dividida em dois ramos, a Física Teórica consiste em considerar determinado fenômeno e analisá-lo, investigando seu funcionamento com base em conceitos matemáticos e físicos. Já a Física Experimental apresenta as práticas concretas das situações cotidianas, resultantes de experiências ou sugeridas pelos físicos teóricos. Assim sendo, percebe-se que a experimentação se torna coadjuvante no processo de aprendizado da Física (ARAÚJO; ABIB, 2003).

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO, ABIB, 2003, p.177).

### **3.3. O ensino da Física no Brasil**

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, a disciplina de Física é concebida como cultura ampla e prática, bem como uma ciência a serviço da construção de visão de mundo e formação de competências humanas. Trata-se da “[...] formação geral em oposição à formação específica; o desenvolvimento de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização.” (BRASIL, 1999, p. 5).

A um cidadão contemporâneo é ensinado que a física é esotérica, que nada tem a ver com a vida atual e que não faz parte da cultura. Com exceção de experiências isoladas que professores levam para suas salas de aula, muitas vezes decorrentes da pesquisa em ensino

de física desenvolvida no país, no geral a física é mal ensinada nas escolas. O ensino de física dominante se restringe à memorização de fórmulas aplicadas na solução de exercícios típicos de exames vestibulares. (ZANETIC, 2005, p.21)

O mesmo documento afirma que o ensino da disciplina visa contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, permitindo a interpretação de fatos, fenômenos e processos naturais por parte do indivíduo, a fim de situar e dimensionar a interação homem-natureza como sendo parte intrínseca da natureza em transformação (BRASIL, 1999).

A Física tem como objeto de estudo o Universo, sua evolução, suas transformações e as interações que nele ocorram. Para que o estudante compreenda o objeto de estudo e o papel dessa disciplina no Ensino Médio será necessário uma abordagem pedagógica dos conteúdos escolares fundamentados nos conteúdos estruturantes, que são os conhecimentos e as teorias que hoje compõem os campos de estudo da Física e servem de referência para a disciplina escolar. Serão denominados “conteúdos estruturantes (PARANÁ/SEED/DEB, 2008, p. 50).

### **3.4. O conhecimento científico ao encontro do cotidiano**

Em nosso contexto contemporâneo, o processo de ensinagem tem exigido cada dia mais, uma postura diferenciada dos docentes, os quais precisam lidar com tecnologias que se renovam constantemente, e chegam até as salas de aulas.

Art. 22. A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores (BRASIL, 2005, não paginado).

No Brasil, alguns autores adotam o termo ‘Enculturação Científica’, indo além da expressão Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), partindo do pressuposto de que o ensino deve proporcionar ao aluno, condições além de seus valores intrínsecos religiosos, sociais e históricos, proporcionando a obtenção de conceitos científicos, sendo capazes de discutir acerca de sua cultura (SASSERON; MARIA; CARVALHO, 2011).

Na ACT, os conteúdos científicos devem ser ministrados obedecendo a critérios de significação e utilidade para os estudantes. Dessa forma, seria possível despertar o interesse dos estudantes pelo conhecimento científico, através da resolução de situações - problema, relacionadas ao seu cotidiano (RICHETTI; ALVES FILHO, 2014, p. 203).

A ACT pode ser considerada parte da formação cidadã dos estudantes, enaltecendo as complexas relações entre ciência e sociedade, contribuindo na compreensão da ciência como parte de nossa cultura e cotidiano (RICHETTI; ALVES FILHO, 2014).

Uma das maiores barreiras enfrentadas pelas práticas educacionais contemporâneas, situa-se no distanciamento da teoria e da prática. Os processos de aprendizagem estão mais focados na aprendizagem mecânica, do que em uma aprendizagem significativa, que incite os estudantes a observarem a realidade de mundo, e proporem soluções eficazes (SILVA et al., 2012).

Vale ressaltar a complexidade intrínseca ao processo de ensino aprendizagem, visto que o conhecimento científico não é um produto finalizado que pode ser obtido ou transmitido, porém é um processo de produção contínuo através (ou por meio) de experiências capazes de montar ou desmontar o conhecimento prévio e solidificar o conhecimento científico (BUTZKE; ALBERTON, 2017).

Segundo Felder (2010), é necessário um entrosamento entre o estilo de aprendizagem do aluno, e o design instrucional do conteúdo gerido. Ele enfatiza o processo de ensinagem sem o favorecimento de uma disciplina específica.

Todo e qualquer ator de um ambiente educacional, seja docente ou discente, sofre mudanças em sua visão de mundo, quando apresentados aos conteúdos científicos ou à novos métodos de ensino. Entretanto, é de suma importância a compreensão de que o conhecimento do senso comum, não é a única maneira de se avaliar uma situação real.

### **3.5. As recentes mudanças no processo de ensino-aprendizagem**

A educação formal tem vivido um forte momento de transição e necessidade de acompanhar as constantes e ágeis evoluções do mundo. Nota-se uma maior eficiência e eficácia por parte do desenvolvimento de projetos de forma interdisciplinar. Entretanto, mais do que uma interação interdisciplinar, propõe-se uma transformação transdisciplinar das práticas de ensino, educando de forma híbrida e eliminando as fronteiras tradicionais das disciplinas, de forma que o aluno absorva o conteúdo com importância equivalente.

Com isso, ressalta-se o valor das metodologias ativas de ensino, por meio de projetos, onde o aprendizado se dá a partir de problemas reais (MORÁN, 2015).

O estudo exploratório trouxe indicadores que nos permitem argumentar a favor do currículo por projetos como uma matriz de mudança em potencial para aqueles segmentos da educação que entendem ser necessário recuperar a totalidade do conhecimento e romper com o conservadorismo das práticas pedagógicas repetitivas e acríticas (KELLER-FRANCO; MASSETTO, 2012, p.12).

O ensino no modelo tradicional que conhecemos, ignora a importância cognitiva na absorção do conhecimento, baseada em experiências prévias, sejam elas pessoais ou sociais. Há uma escassez na exigência da proatividade, colaboração, personalização e visão empreendedora, e o estudante se torna um simples ouvinte, em um contexto bastante complexo de ensino-aprendizagem (MORÁN, 2015).

Inovações na maneira de ensinar, já tem apresentado resultados bem expressivos, em diversas regiões do mundo. Nos Estados Unidos, especificamente na Califórnia, surgiram as Summit Schools, modelo de ensino fortemente baseado na qualificação dos professores, investimento no pensamento empreendedor, alfabetização tecnológica e integração com situações reais. Dados do projeto afirmam que 100% de seus alunos estão aptos a ingressarem em um curso superior, contra 24% dos alunos regulares, residentes deste mesmo Estado. Logo de início, os alunos são convidados a traçarem seus planos de futuro e a realizarem estágio fora da escola, a fim de investir em seus sonhos profissionais (POLATO, 2013).

Em Cingapura, algumas escolas têm adotado um modelo que visa ao aperfeiçoamento das habilidades científicas e matemáticas, na resolução de problemas do mundo real. No colégio Montfort, os alunos são encorajados a desenvolverem protótipos de produtos, a fim de testar suas ideias (BBC, 2016).

Já na Finlândia, a postura ativa do aluno tem sido valorizada e colocada como prioridade, participando do planejamento, da pesquisa e do processo avaliativo. Segundo Marjo Kyllonen, gerente de educação de Helsinque, a divisão entre as disciplinas não prepara os estudantes para o futuro “quando precisarão de uma capacidade de pensamento transdisciplinar, olhar os mesmos problemas a partir de perspectivas diferentes e usando ferramentas de diferentes” (BBC, 2015).

Tanto Cingapura quanto Finlândia, ocupam a 1ª e 3ª posições, respectivamente, em um ranking de 2016, que avalia a qualidade da educação ao redor do mundo. Em uma escala que vai de 1 a 7, Cingapura soma 6,8 pontos e a Finlândia, 5,8 pontos. Em contrapartida, o Brasil se encontra na 122ª posição, com 3,1 pontos (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

### **3.6. O Show de Ciências e a difusão da Ciência**

Coordenado pelos professores Sandra Giacomini Schneider e Carlos Yujiro Shigue, o Show de Ciências se caracteriza como um projeto de Cultura e Extensão da Escola de Engenharia de Lorena (EEL – USP) e fundamenta-se na realização de atividades que promovam a integração, aproximação e parceria entre o meio acadêmico universitário e a comunidade, visando à articulação do ensino e da pesquisa, convergindo com as demandas da sociedade.

O projeto é pautado nas diretrizes de políticas nacionais estabelecidas na Lei de Diretrizes e Base – LDB de 1986 e no Plano Nacional de Extensão (prevê créditos em atividades complementares, dentre as quais projetos de extensão – 2014-2024), as quais determinam que a formação acadêmica deve ser constituída de um conjunto de atividades, relações e reflexões que contribuam para a construção da identidade profissional, sempre pautada em saberes e vivências, transpondo a excelência técnica e exigindo uma abordagem indissociável e interdisciplinar.

Partindo dessa premissa, o estudante se torna protagonista da própria formação, indo além da sala de aula. Dessa forma, o Show de Ciências tem como objetivo principal apresentar conteúdos de ciência de forma prazerosa, promovendo uma relação entre o desenvolvimento regional, o conhecimento científico e políticas públicas.

Nos últimos anos, grande parte das atividades do projeto foram pautadas em apresentações para alunos de ensino fundamental e médio, realizando experimentos de Física de forma interativa, envolvendo o público em sua realização, promovendo uma direta relação academia-sociedade.

Com o advento da pandemia da COVID-19, as atividades presenciais do projeto foram paralisadas, exigindo que os participantes utilizassem das redes sociais para continuar o trabalho, corroborando com a importância da geração de uma cartilha que promova essa interação com o público mesmo de forma distante e auxilie na compreensão dos conceitos primordiais da Física.

### **3.7. MacVest**

MacVest é uma entidade estudantil fundada por alunos da EEL em 2012 que possui como propósito transformar vidas através da educação, o foco da organização é o estímulo e preparação dos jovens em situação de vulnerabilidade social e econômica da região de Lorena para os grandes vestibulares nacionais, estaduais e

privados buscando. Com a mentalidade, esforço e empenho na transformação social por meio da educação, ao longo dos anos foi possível colecionar aprovações nas grandes universidades do país como: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP) e a Universidade de Campinas (UNICAMP).

### **3.8. O QR Code e a facilitação do acesso ao conteúdo online**

Uma vez que este trabalho visa à difusão da ciência e ao amplo e fácil acesso à informação, optou-se pela inserção de QR Codes no interior da cartilha, redirecionando diretamente para o vídeo que orienta a realização do experimento.

O QR Code, nome derivado do termo ‘*Quick Response*’ (Código de Resposta Rápida, em português) refere-se a um código de barras bidimensional de alta velocidade, que permite o armazenamento maior de informações em um espaço menor, podendo ser lido por quase todos os celulares que possuem câmeras fotográficas que fazem a leitura do código.

Com criação datada de 1994 e atribuída à empresa japonesa Denso Wave, o QR Code foi criado com a intenção inicial de encontrar veículos durante o processo de fabricação (PANKIEWICZ, 2009). Entretanto, em função do seu armazenamento de até 7.089 e sua liberação para uso público, novas ações globais começaram a utilizar a tecnologia a seu favor, desde anúncios publicitários, até transporte de dados (NOSEKRET, 2017).

Figura 1 – A tecnologia permite que qualquer pessoa gere um código que redirecione para um documento ou link por exemplo.



Fonte: Shopify (2021)

O QR Code se trata de uma tecnologia livre, o que permite um amplo acesso por parte das pessoas que desejam gerar um código que redirecione para um endereço de site, telefone, imagem, entre outros. Podendo se enquadrar em duas categorias, ela deve ser escolhida no momento da geração do código: QR Code dinâmico e QR Code estático.

O QR Code dinâmico é usualmente utilizado para armazenamento de links que redirecionam o usuário diretamente para o site de destino e sua principal vantagem é a possibilidade de edição do conteúdo sem interferência no código; já o QR Code estático normalmente é utilizado para armazenar textos ou links, apresentando uma boa capacidade de armazenamento e não exigindo quaisquer requisitos tecnológicos. Sua principal vantagem se encontra na impossibilidade de alterar o conteúdo após sua criação, obrigando o usuário a criar um novo código (SABURI, 2021).

O processo de criação de um QR Code é bastante simples e será o processo utilizado neste trabalho:

- a) Primeiramente, o usuário deve escolher um gerador de QR Code, seja um aplicativo móvel ou um website;
- b) Deve-se escolher o tipo de informação a ser traduzida, seja ela endereço eletrônico, documento etc.;

- c) Inserir a informação a ser traduzir, colando os dados a serem codificados no respectivo campo;
- d) Gerar o código clicando no botão indicado;
- e) Realizar o download do QR Code, salvando em um formato de imagem. No geral, recomenda-se o download nas extensões PNG ou SVG;
- f) Por último, basta realizar um teste para verificar se o código está funcionando adequadamente e redirecionando para a informação correta.

### **3.9. Os conceitos de Física**

O ensino da Física no ensino médio é bastante vasto, abrangendo inúmeros tópicos que podem ser facilmente reproduzidos por meio de experimentos. Entretanto, visando à máxima difusão da Física, optou-se pela escolha de experimentos que exigissem poucos materiais para reprodução e que os mesmos fossem de fácil acesso e baixo custo.

Em função disso, foram escolhidos 3 tópicos específicos a serem trabalhados: transformações gasosas, eletrização por atrito e pressão hidrostática.

Para tanto, uma breve introdução sobre os temas, com base nos conhecimentos de ensino médio, será realizada a seguir e, posteriormente, as aplicações dos experimentos serão apresentadas na etapa de Desenvolvimento.

#### **3.9.1. Transformações Gasosa**

No ramo da Física, podemos descrever três grandes grandezas físicas que definem o comportamento de um gás: pressão, temperatura e volume. Quando uma dessas grandezas é modificada dentro de um recipiente delimitado, dizemos que o gás sofreu uma transformação.

Essas transformações podem se enquadrar em três categorias distintas: Isobárica, Isotérmica e Isovolumétrica. A seguir, aprofundaremos como cada uma delas funciona, princípio fundamental para entendimento de um dos experimentos fruto desse trabalho.

##### **3.9.1.1. Transformação Isobárica**

'*Iso*' e '*barros*' advém do grego que significam igual e pressão, ou seja, pressão igual. Sendo assim, as transformações isobáricas são transformações gasosas que acontecem a pressão constante. Quando uma determinada massa de gás a pressão

constante em um recipiente delimitado é aquecido o seu volume é expandido, então dizemos que a temperatura e a pressão são grandezas diretamente proporcionais (HELERBROCK, 2021).

### **3.9.1.2. Transformação Isotérmica**

O químico francês Robert Boyle elucidou as transformações isotérmicas, onde temos as variações de pressão e variações volumétricas mantendo a temperatura constante. Ao reduzir o volume de um gás mantendo a temperatura constante, podemos verificar a aumento da pressão deste gás; desta forma, verificamos que as grandezas pressão e volume são inversamente proporcionais (CALÇADA; SAMPAIO, 2012).

### **3.9.1.3. Transformação Isovolumétrica**

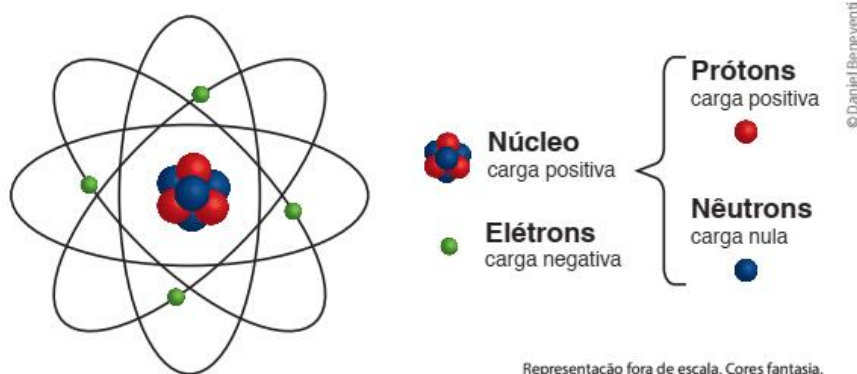
As transformações isovolumétricas (também chamadas de isocóricas ou isométricas) ocorrem quando determinada massa de gás sofre uma transformação e o seu volume é mantido constante, ou seja, não tem alteração. Podemos verificar tal comportamento em uma panela de pressão: quando é aquecida temos o aumento da temperatura, podendo observar o aumento da pressão dentro da panela; portanto pressão e temperatura são grandezas diretamente proporcionais (RIVAL, 1997).

## **3.9.2. Eletricidade**

Dependentes da energia elétrica, boa parte da humanidade não possui um real conhecimento sobre como isso acontece. Para tanto, é necessário compreender inicialmente o conceito de matéria e, posteriormente, sua relação com o meio que o cerca.

Até o início do século XX, tanto a eletricidade quanto o calor eram consideradas fluidos, podendo passar de um corpo para o outro. Tal percepção foi modificada com o a proposição de um modelo atômico, conforme a Figura 2 (SDECTI, 2015a).

Figura 2 - Modelo atômico proposto por Rutherford.



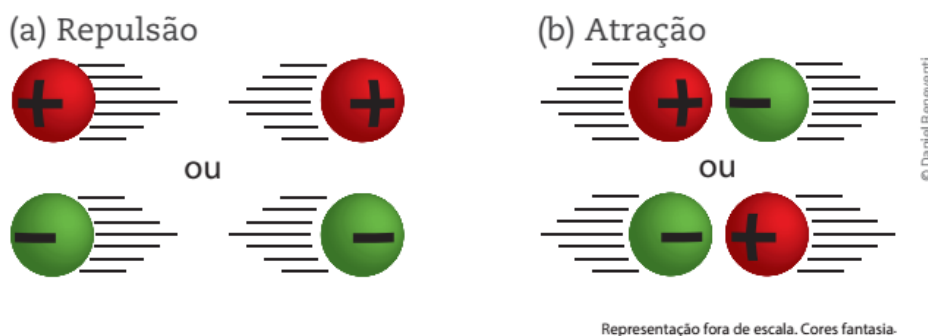
Fonte: SDECTI (2015a)

A partir deste modelo, observa-se que os átomos são compostos por partículas menores: prótons (possuem carga positiva); elétrons (possuem carga negativa); e nêutrons (cuja carga é nula). Os prótons e os elétrons possuem a mesma quantidade de carga elétrica. Essas cargas são as responsáveis pelas interações elétricas que permitem que diversos aparelhos elétricos funcionem como deveriam, além de outros fenômenos: desde a emissão de luz por parte das lâmpadas, até os relâmpagos (SDECTI, 2015a).

Em geral, na matéria, o número de prótons e elétrons é o mesmo. Em função disso, a carga elétrica total de um objetivo pode passar despercebida na maioria dos casos. Essa percepção só se torna evidente quando o número de prótons é diferente do número de elétrons, evidenciando suas propriedades elétricas. Partindo dessa premissa, pode-se afirmar que um corpo está eletrizado quando o número de prótons é diferente do número de elétrons que ele possui naquele momento (SDECTI, 2015a).

Caso esse corpo possua mais prótons do que elétrons, sua carga elétrica será positiva; se possui mais elétrons do que prótons, terá carga elétrica negativa. Quanto maior a diferença entre a quantidade de prótons e elétrons, maior será a carga elétrica daquele corpo e, por consequência, maior a sua capacidade de produzir força elétrica sobre outras cargas (SDECTI, 2015a) (Figura 3).

Figura 3 - Duas cargas com o mesmo sinal se repelem, mas com sinais contrários, elas se atraem.



Fonte: SDECTI (2015a)

### 3.9.2.1. Eletrização por atrito

Eletrizar um corpo é um processo que faz um corpo passar do estado de eletricamente neutro, para eletrizado. Como os elétrons estão na parte mais externa dos átomos, para eletrizar um corpo, é necessário remover ou adicionar elétrons a ele, já que são os elétrons que podem se movimentar entre os corpos. A eletrização pode ocorrer por atrito, contato ou indução. No caso do trabalho em questão, o experimento a ser incluído na cartilha trata da eletrização por atrito. Assim sendo, este tópico será abordado com maior profundidade.

A eletrização por atrito ocorre quando objetos feitos de materiais distintos são atritados (esfregados um contra o outro). No momento em que ocorre esse atrito, há uma transferência de elétrons, fazendo com que o corpo que perdeu elétrons fique eletrizado positivamente e aquele que ganhou, fique eletrizado negativamente (SDECTI, 2015a) (Figura 4).

Figura 4 – Neste, os corpos adquirem cargas de sinal contrário, mas de mesmo valor.



Fonte: SDECTI (2015a)

No caso de ambientes muito secos, é comum observarmos esse tipo de eletrização. Escorregadores e outros brinquedos de plástico podem sofrer esse tipo de eletrização pela própria ação do ar, assim como ocorre em automóveis. Um outro fenômeno causado pela eletrização por atrito é a formação de raios, uma vez que o

atrito entre o vento e as nuvens (ou até entre as próprias nuvens) faz com que elas fiquem eletrizadas e induzam carga contrária na superfície da Terra (SDECTI, 2015a).

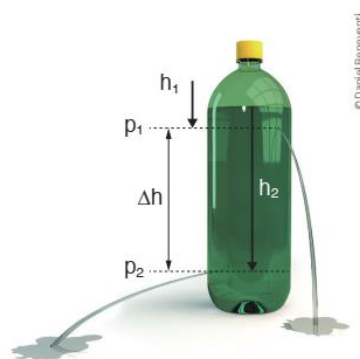
### 3.9.3. Efeitos de uma força aplicada

Há uma série de fatores que influenciam o resultado da ação de uma força em um corpo: a massa do corpo, a intensidade, a direção, o sentido de aplicação da força, além do tempo no qual a força permanece agindo, distância em que atua etc.. Neste momento, aprofundaremos a explicação acerca da pressão hidrostática.

#### 3.9.3.1. Pressão hidrostática e Teorema de Pascal

Note que, na Figura 5 é possível observar que o líquido que jorra pelo orifício mais baixo da garrafa vai mais longe do que aquele que jorra pelo orifício mais alto. Tal fenômeno ocorre porque na parte mais baixa da garrafa há uma pressão maior sob a água, enquanto na parte superior da garrafa, essa pressão é menor (SDECTI, 2015b).

Figura 5 – Neste caso  $h_1$  é menor do que  $h_2$ , em função da distância entre os furos.



Fonte: SDECTI (2015b)

A pressão que um líquido exerce sobre uma superfície em certa profundidade depende de três fatores (SDECTI, 2015b, p. 112):

- da densidade **d** do líquido: quanto mais denso o líquido, maior é a pressão que ele exerce;
- da profundidade **h** dessa superfície: quanto maior a profundidade, maior a pressão;
- da aceleração da gravidade **g**: quanto maior for a aceleração da gravidade, maior será a pressão do líquido.

Matematicamente, temos a pressão ( $p$ ):

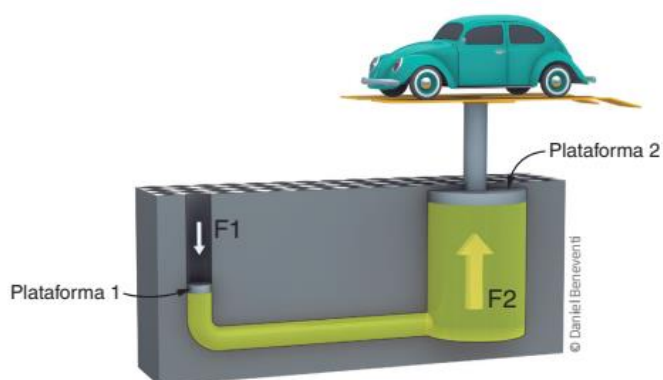
$$p = d \cdot g \cdot h$$

No Sistema Internacional de Unidades, a unidade de pressão é  $\text{N/m}^2$  (newton por metro quadrado), também chamada de pascal (Pa).

O cientista Blaise Pascal (de onde surgiu o nome da unidade de medida de pressão) estudou fenômenos que ocorriam em um líquido confinado em um recipiente fechado e completamente preenchido pelo líquido, concluindo o que atualmente chamamos de Teorema de Pascal: o acréscimo de Pressão exercido num ponto de um líquido ideal em equilíbrio e confinado em um recipiente fechado é transmitido integralmente a todos os pontos desse líquido (WYKROTA, 2012, p. 40).

É bastante comum observarmos a aplicação de pressão hidrostática em equipamentos hidráulicos. Na Figura 6 é possível observar que, ao se aplicar uma força na plataforma 1, a pressão exercida será integralmente transmitida para a plataforma 2. Se a plataforma 2 tiver, por exemplo, uma área 3 vezes maior do que a plataforma 1, a força será proporcionalmente maior, mantendo a pressão do líquido constante (SDECTI, 2015b).

Figura 6 – É possível observar a pressão sendo transmitida igualmente por todo o percurso.



Fonte: SDECTI (2015b)

### 3.10. Os experimentos do Show de Ciências

#### 3.10.1. Experimento 1: Balão

O experimento descrito a seguir tem como intuito demonstrar a ação da eletrização por atrito (Quadro 1).

---

Quadro 1 – Apenas com uma bexiga é possível observar o processo de eletrização.

---

##### **Materiais:**

- 1 Balão (Bexiga inflável).

##### **Método:**

O primeiro passo é encher o balão com ar. Em seguida o balão de ar é esfregado no cabelo.

##### **Análise e explicação:**

Ao atritar a bexiga com o cabelo pode-se verificar o fenômeno físico de eletrização por atrito, ou seja, tanto o cabelo quanto o balão ficam eletricamente carregados (um corpo carregado positivamente e outro, negativamente) e ao aproximá-los é possível verificar a atração elétrica entre o cabelo e o balão.

O processo de eletrização que ocorre com o balão e o cabelo consiste no desequilíbrio entre o número de prótons e o número de elétrons. A fricção que foi realizada faz com que os elétrons abandonem um dos corpos deixando-o carregado positivamente e indo para o outro corpo deixando-o com mais elétrons e, conseqüentemente, carregado negativamente.

---

Fonte: autor (2021)

---

#### 3.10.2. Experimento 2: Galão

O experimento do galão tem como objetivo demonstrar a diferença de pressão interna de um recipiente e a pressão atmosférica que mudam o formato do galão (Quadro 2).

---

Quadro 2 – A diferença de pressão interna e externa ao galão resulta numa deformação de modo a comprimir o galão.

---

##### **Materiais:**

- 1 Galão de plástico de 10L;
  - Luva térmica;
  - Pulverizador;
-

- Fósforo;
- Álcool.

**Método:**

O primeiro passo é verificar se o galão está completamente seco. Em seguida, pulverize dentro do galão um pouco de álcool, agite o galão para que o álcool seja espalhado. Após esta etapa, acenda o fósforo e o jogue dentro do galão, aguarde alguns instantes para que a combustão termine e tampe com a mão, utilizando a luva térmica, o orifício do recipiente.

**Recomendação de segurança:**

Deve-se ter cuidado ao manusear o fósforo e durante a combustão em função do risco de queimaduras.

**Análise e explicação:**

O galão inicialmente está preenchido com o mesmo ar que está no ambiente externo, ou seja, a pressão é a atmosférica. Ao atear fogo no interior, a temperatura aumenta e aumenta grau de agitação das moléculas, ocorrendo expansão e fazendo com que o ar no interior do galão seja expelido para fora do galão. Ao tampá-lo impede-se que o ar retorne deixando a pressão no interior do galão menor que a pressão atmosférica (pressão exterior) e a diferença de pressão é responsável por comprimi-lo.

Fonte: autor (2021)

### 3.10.3. Experimento 3: Cadeira de Pregos

O experimento da cadeira de pregos tem como objetivo demonstrar a definição de pressão com a relação entre a força aplicada e a área superficial (Quadro 2).

Quadro 3– Note que o balão estoura somente quando estiver sobre um prego.

**Materiais:**

- Uma cadeira de pregos;
- Balão.

**Método:**

O balão é preenchido com ar e pressionado em uma cadeira de pregos, verifica-se que o balão não estoura.

**Recomendação de segurança:**

Deve-se ter cuidado ao manusear a cadeira de pregos em função do risco de machucar se furando.

**Análise e explicação:**

A pressão é calculada matematicamente pela razão entre força e a área de aplicação. Como existem vários pregos na cadeira a área é grande, a pressão sofrida pela bexiga é insuficiente para que a bexiga seja estourada.

Quando temos apenas um prego sob o balão, temos uma área menor e pela relação matemática verificamos que são inversamente proporcionais, ou seja, quanto menor a área, maior a pressão, justificando o estouro do balão.

Fonte: autor (2021)

## 4. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento deste trabalho prevê a criação do conteúdo explicativo acerca dos experimentos, além da criação da cartilha, incluindo todo o trabalho gráfico envolvido.

### 4.1. Os experimentos

#### 4.1.1. Experimento 1: a chama que suga a água

Este experimento tem como função mostrar como ocorrem as transformações gasosas, principal razão pela qual a vela suga a água da superfície após a chama se apagar (Quadro 4).

---

Quadro 4 - O experimento 1 aborda transformação gasosa.

---

#### **Materiais:**

- 1 vela (entre 5 e 10cm de altura, aproximadamente);
- 1 copo de vidro transparente (com altura maior do que a vela);
- 1 prato (ou qualquer recipiente fundo de vidro);
- Água;
- Fósforo;
- Qualquer substância que dê cor à água (opcional).

#### **Método:**

O primeiro passo é fixar a vela no centro do prato ou do recipiente. Em seguida, despeje a água (se possível, misture previamente a água com o corante, para que o experimento fique mais visível). Acenda a vela e a deixe queimar por um tempo (no mínimo uns 10 segundos). Após essa etapa, cubra a vela com o copo e observe. Note que, parte do líquido que antes se encontrava no fundo do prato, foi sugado para o interior do copo.



**Recomendação de segurança:**

Deve-se ter cuidado ao manusear o fósforo em função do risco de queimaduras.

**Análise e explicação:**

A combustão da vela se dá em função de uma reação química entre os hidrocarbonetos da vela e o oxigênio do ar.

A vela acesa é responsável pelo aumento da temperatura dos gases no interior da garrafa. Conforme a chama vai enfraquecendo, a temperatura reduz e a pressão dos gases dentro da garrafa conseqüentemente vai diminuindo, tornando a pressão do interior da garrafa menor do que a pressão atmosférica.

A diferença entre a pressão interna e a pressão externa (pressão atmosférica), faz com que a água seja empurrada, até que a pressão interna se equilibre com a pressão atmosférica por meio da coluna de água que se formou dentro do copo.

Fonte: adaptado de Manual do Mundo (2011a)

#### **4.1.2. Experimento 2: caneta atraindo o papel**

Este experimento tem como função mostrar como funciona a eletrização por atrito, por meio de 3 objetos simples: caneta, pano de prato e papel picado (Quadro 5).

Quadro 5 - O experimento 3 aborda o conceito de eletrização por atrito.

##### **Materiais:**

- 1 caneta;
- 1 pano de prato ou papel higiênico;
- Papel picado bem pequeno.

##### **Método:**

Este experimento é bastante simples de se realizar, bastando esfregar a caneta em um pano de prato ou papel higiênico por aproximadamente 1 minuto. Após isso, basta aproximar a caneta dos papéis picados e será possível observar que a caneta atrai os pedaços de papel.

**Recomendação de segurança:**

Este experimento não apresenta riscos.

**Análise e explicação:**

Durante o experimento, é possível observar que a caneta atrai os pedacinhos de papel, em função da eletrização por atrito. Ao esfregar a caneta no tecido ou no papel higiênico, há uma transferência de elétrons entre os dois corpos, o que deixa a caneta carregada eletricamente. Ao aproximar essa caneta dos pedaços de papel, que são neutros, eles são atraídos.

É importante enfatizar que, após o atrito, os corpos atritados ficam com cargas de sinais opostos.

Fonte: adaptado de Univesp (2021)

### 4.1.3. Experimento 3: submarino na garrafa

Este experimento tem como função mostrar a atuação da pressão hidrostática e do Teorema de Pascal, onde pressão aplicada em um recipiente com líquido é distribuída integralmente por todo o conjunto (Quadro 6).

Quadro 6 - O experimento 2 aborda a pressão hidrostática em uma garrafa.

#### **Materiais:**

- 1 garrafa PET grande (aproximadamente 2 L);
- 1 tampa de caneta;
- Massa de modelar ou Durepoxi.

#### **Método:**

Primeiramente, deve-se tampar o furo da ponta da tampa da caneta com a massa, assim como fixar um pouco também na haste da tampa (na ponta oposta ao furo que foi tampado). Em seguida, encha a garrafa PET com água, deixando aproximadamente 2 centímetros de ar no topo. Por fim, insira a tampa da caneta com a massa, tampe a garrafa PET e a pressione. Observe que, ao pressionar a garrafa, a tampa da caneta desce para o fundo e, ao soltar, ele volta para o topo.

*Observação: talvez seja necessária mais de uma tentativa, para colocar a quantidade correta de massa na tampa da caneta.*

**Recomendação de segurança:**

Este experimento não apresenta riscos.

**Análise e explicação:**

Quando pressiona a garrafa, o nível de água se eleva e comprime o ar tanto do interior da garrafa, quanto do interior da tampa da caneta, fazendo com que o volume de ar dentro da tampa se torne menor, porém mantendo a mesma massa tornando-o mais denso que a água e conseqüentemente a tampa com a massa afundar. Quando largamos a garrafa, o processo inverso acontece e o submarino sobe, pois agora, ele torna-se menos denso que a água e assim já pode flutuar.

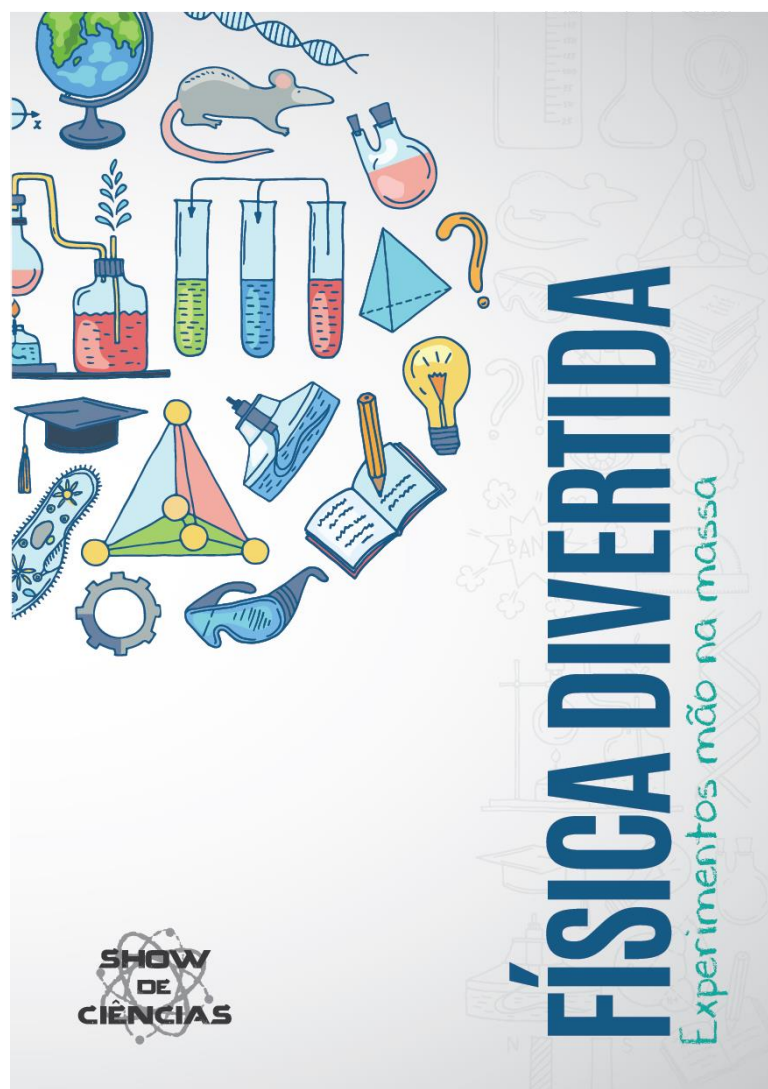
Fonte: adaptado de Manual do Mundo (2011b)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. A cartilha

O desenvolvimento da cartilha se deu por meio da utilização do Software Adobe Illustrator. Para tanto, a identidade visual do Show de Ciências foi adotada, com a inserção do conteúdo acerca dos experimentos, além de QR Codes que redirecionem aos vídeos publicados na plataforma YouTube, demonstrando a execução dos experimentos apresentados neste trabalho (Figuras 7 a 10).

Figura 7 – A capa da cartilha possui o nome do projeto e a identidade do Show de Ciências.



Fonte: autor (2021)

Figura 8 – O primeiro experimento apresentado trata de transformações gasosas.

# A chama que suga a água

## transformações gasosas

Este experimento tem como função mostrar como ocorrem as transformações gasosas, principal razão que faz a vela sugar a água da superfície.

**MATERIAIS:**

1 vela (entre 5 e 10cm de altura);	Água;
1 copo de vidro (maior do que a vela);	Fósforo;
1 prato (ou um recipiente fundo de vidro);	Substância que dê cor à água (opcional).

**PROCEDIMENTO:**

- 1 Fixe a vela no prato;
- 2 Despeje o líquido no prato;
- 3 Acenda a vela e deixe queimar por no mínimo 10 segundos;
- 4 Cubra a vela com o copo e observe a água sendo sugada para o interior do copo.

**EXPLICAÇÃO:**

A vela acesa é responsável pelo aumento da temperatura dos gases no interior da garrafa. Conforme a chama vai enfraquecendo, a temperatura reduz e a pressão dos gases dentro da garrafa conseqüentemente vai diminuindo, tornando a pressão do interior da garrafa menor do que a pressão atmosférica. A diferença entre a pressão interna e a pressão externa (pressão atmosférica), faz com que a água seja empurrada, até que a pressão interna se equilibre com a pressão atmosférica por meio da coluna de água que se formou dentro do copo.

Accesse o vídeo demonstrativo do experimento

Fonte: autor (2021)

Figura 9 – O segundo experimento apresenta a eletrização por atrito.

# Caneta atraindo o papel

## eletrização por atrito

Neste experimento, um dos objetivos ficará eletrizado positivamente e o outro, negativamente.

**MATERIAIS:**

- 1 caneta;
- 1 pano de prato ou papel higiênico;
- Papel picado bem pequeno.

**PROCEDIMENTO:**

- 1 Esfregue a caneta no pano de prato ou papel higiênico;
- 2 Aproxime a caneta do papel picado;
- 3 Observe o papel sendo atraído pela caneta e ficando na sua superfície.



**EXPLICAÇÃO:**

Durante o experimento, é possível observar que a caneta atrai os pedacinhos de papel, em função da eletrização por atrito. Ao esfregar a caneta no tecido ou no papel higiênico, há uma transferência de elétrons entre os dois corpos, o que deixa a caneta carregada eletricamente. Ao aproximar essa caneta dos pedaços de papel, que são neutros, eles são atraídos.

É importante enfatizar que, após o atrito, os corpos atritados ficam com cargas de sinais opostos.



Acesse o vídeo demonstrativo do experimento

Fonte: autor (2021)

Figura 10 – O terceiro experimento trata da pressão hidrostática.

# Submarino na garrafa

## pressão hidrostática

Este experimento tem como função mostrar o Teorema de Pascal, onde pressão aplicada em um recipiente com líquido é distribuída integralmente por todo o conjunto.

**MATERIAIS:**

- 1 garrafa PET grande (pelo menos 1,5 L);
- 1 tampa de caneta;
- Massa de modelar (Durepoxi, biscuit ou similar).

**PROCEDIMENTO:**

- 1 Tampe o furo da ponta da tampa da caneta com a massa;
- 2 Coloque um pouco de massa também na ponta da tampa;
- 3 Encha a garrafa com água, deixando aproximadamente 1 dedo de ar;
- 4 Insira a tampa da caneta e feche a garrafa;
- 5 Pressione a garrafa e veja a tampa se mover para o fundo.

*Observação: talvez seja necessária mais de uma tentativa, para colocar a quantidade correta de massa na tampa da caneta.*

aproximadamente 1  
dedo de ar

massa cobrindo  
o furo da tampa

massa cobrindo  
o furo da tampa

**EXPLICAÇÃO:**

Quando pressiona a garrafa, o nível de água se eleva e comprime o ar tanto do interior da garrafa, quanto do interior da tampa da caneta, fazendo com que o volume de ar dentro da tampa se torne menor, porém mantendo a mesma massa tornando-o mais denso que a água e conseqüentemente a tampa com a massa afundar. Quando largamos a garrafa, o processo inverso acontece e o submarino sobe, pois agora, ele torna-se menos denso que a água e assim já pode flutuar.

Acesse o vídeo demonstrativo do experimento

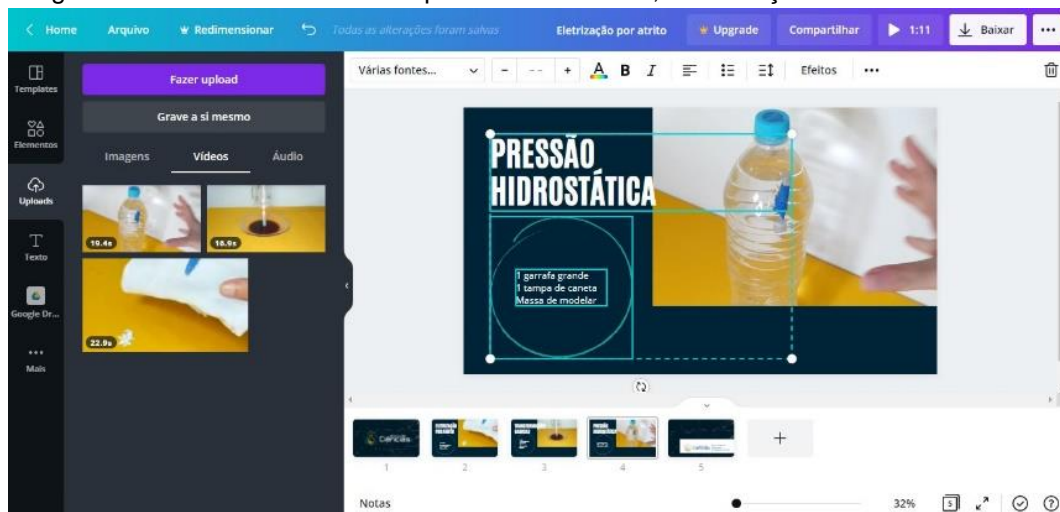
Fonte: autor (2021)

### 5.3. Os vídeos demonstrativos

Os vídeos foram gravados utilizando um smartphone Redmi Note 8 e um tripé. A edição foi realizada utilizando o aplicativo mobile InShot e o site Canva (

Figura 11). A trilha sonora é disponibilizada gratuitamente no *app InShot* sem necessidade de inserção de crédito dos autores.

Figura 11 – O Canva foi utilizado para criar a vinheta, as instruções e o encerramento.



Fonte: autor (2021)

Os vídeos podem ser acessados através da cartilha com o leitor de QR Code ou pelos links:

A chama que suga a água: <https://youtu.be/hSXbF3IK2kk>

Caneta atraindo o papel: [https://youtu.be/aaY\\_VXYEYxs](https://youtu.be/aaY_VXYEYxs)

Submarino na garrafa: [https://youtu.be/L8\\_Bqxwqm\\_w](https://youtu.be/L8_Bqxwqm_w)

## 6. CONCLUSÃO

A pandemia da COVID-19 trouxe diversos desafios, principalmente no que tange o cenário da educação. Com isso, instituições de ensino e projetos extracurriculares tiveram que se adaptar e buscar formas de continuar suas atividades, mesmo sem a possibilidade de atividades presenciais. A realização desse projeto foi motivada por dois fatores principais: a continuação das atividades do Show de Ciências e a difusão do ensino da Física.

A Física por si só apresenta diversos temas merecedores de serem encontrados na cartilha desenvolvida, mas considerando todas as questões intrínsecas ao afastamento social, bem como o alto índice de estudantes em vulnerabilidade social no país, optou-se por escolher aqueles que fossem acessíveis para os jovens, sem um elevado custo na aquisição do material e, principalmente, com materiais que geralmente já possuímos em nossas casas.

É notável a dificuldade dos estudantes em compreender conceitos pouco tangíveis, e o produto final deste trabalho atingiu o objetivo de facilitar o ensino desse conteúdo, permitindo que os experimentos possam ser reproduzidos em casa, com toda a orientação necessárias e explicação acerca do resultado obtido.

Assim como todas as atividades do Show, a cartilha e os vídeos também são de acesso gratuito por parte dos estudantes, com o intuito de democratizar o acesso a conteúdo de qualidade que contribuam com a aprendizagem dos alunos.

Em função dos resultados obtidos é recomendável a distribuição deste material nas redes sociais oficiais do show de ciências bem como após cada evento realizado como forma de suplemento conteudista ao projeto de cultura e extensão. Também é válido ressaltar da possibilidade de inserção de novos experimentos e aprimoramento dos vídeos de acordo com os futuros feedback recebidos dos usuários.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2>>. Acesso em: 17 jun. 2021.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Tradução de Estela dos Santos Abreu, 10ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2013.
- BBC. Os segredos de Cingapura, apontado como o país com a melhor educação do mundo. **BBC**, 2016. Disponível em: <<http://www.bbc.com/portuguese/internacional-38220311>>. Acesso em: 07 mar. 2017.
- BBC. Por que a Finlândia está mudando 'um dos melhores sistemas de educação do mundo'?. **BBC**, 2015. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/12/151206\\_finlandia\\_educacao\\_mud\\_a\\_fn](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/12/151206_finlandia_educacao_mud_a_fn)>. Acesso em: 06 abr. 2017.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.
- BUTZKE, M. A.; ALBERTON, A. Estilos de aprendizagem e jogos de empresa: a percepção discente sobre estratégia de ensino e ambiente de aprendizagem. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 24, n. 1, p. 72–84, 2017.
- CALÇADA, Caio Sérgio; SAMPAIO, José Luiz. **Física clássica, 2: termologia, óptica e ondas**. 1. ed. São Paulo: Atual, 2012.
- COLMAN, C. B. **Utilização do aplicativo QR Code no ensino de Ciências**. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em informática instrumental para professores do ensino fundamental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 52. 2019.
- GARDINER, P. Rethinking feedback: Playwriting pedagogy as teaching and learning for creativity. **Teaching and Teacher Education**, v. 65, p. 117–126, 2017.
- GRASSELLI, E. C.; GARDELLI, D. O ensino da física pela experimentação no ensino médio: da teoria à prática. **Os desafios da escola pública Paranaense na perspectiva do professor PDE**, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2014. Disponível em: <[https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/355945/mod\\_resource/content/1/ATIVIDADE%203.pdf](https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/355945/mod_resource/content/1/ATIVIDADE%203.pdf)>. Acesso em: 28 jun. 2021.
- HELERBROCK, Rafael. Transformações Gasosas. **Brasil Escola**, 2021. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/transformacoes-gasosas.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2021.
- KELLER-FRANCO, E.; MASSETO, M. T. **Currículo por projetos no ensino superior: desdobramentos para a inovação e qualidade na docência**. Revista Triângulo, v. 5, n. 2, p. 3-21, 2012.

LAAR, E. V.; VAN DEURSENA, A. J. A. M.; VAN DIJKA, J. A. G M.; HAAN, J. de. Computers in Human Behavior The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. **Computers in Human Behavior**, v. 72, p. 577–588, 2017.

LOPES, R. J. Coronavírus é transmitido com muita facilidade na fase inicial da doença, afirma estudo. **Folha**, 2020. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2020/04/coronavirus-e-transmitido-com-muita-facilidade-na-fase-inicial-da-doenca-afirma-estudo.shtml>>. Acesso em: 27 jun. 2021.

MANUAL DO MUNDO. **A vela que levanta a água (a água que sobe na garrafa) (experiência)**. YouTube, 2011a. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=c9utVklBN9w>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

MANUAL DO MUNDO. **Submarino na garrafa (experiência)**. YouTube, 2011b. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=R6XCLdEEj0c&t=170s>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

MORAES, A. M.; MORAES, I. J. A avaliação conceitual de força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 2, p. 232-246, 2000.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: **Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. 2015. v. II p. 15–33.

NOSEQRET. No seqret - web design. **NoSeqret**, 2021. Disponível em: <http://www.noseqret.pt/tudosobre-qr-codes/>. Acesso em: 14 jun. 2021.

PANG, W. Promoting Creativity in the Classroom: A Generative View. **Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts**, v. 9, n. 2, p. 122–127, 2015.

PANKIEWICZ, I. O que são os QR Codes. **TecMundo**, 2009. Disponível em: < <https://www.tecmundo.com.br/imagem/1995-o-que-sao-osqr-codes-.htm> >. Acesso em: 10 jun. 2021.

PARANÁ/SEED/DEB. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica/DCEs – Física**. Curitiba: SEED/DEB, 2008.

POLATO, A. Nos EUA, escolas apostam no ensino personalizado para incluir 100% dos alunos na faculdade. **Revista Época**, 2013. Disponível em: <<http://revistaepoca.globo.com/Sociedade/noticia/2013/04/nos-eua-escolas-apostam-no-ensino-personalizado-para-incluir-100-dos-alunos-na-faculdade.html>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

RICHETTI, G. P.; PINHO, J. DE; FILHO, A. Automedicação no Ensino de Química: uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio. **Educación Química**, v. 25, p. 203–209, 2014.

RIVAL, M.. **Os grandes experimentos científicos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar editores, 1997

SAAVEDRA FILHO, Nestor Cortez; LENZ, Jorge Alberto; BEZERRA JR, Arandi Ginane; FLORCZAK, Marcos; GARCIA, Vinicius. A videoanálise como mediadora da modelagem científica no ensino de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 3, 4509, 2017.

SABURI, B. QR Codes no Brasil: o guia completo. **Shopify**, 2021. Disponível em: < <https://pt.shopify.com/blog/qr-code>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

SASSERON, L. H.; MARIA, A.; CARVALHO, P. DE. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SDECTI. **Física**: caderno do estudante – Ensino médio - Volume 1. São Paulo: Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI): Secretaria da Educação (SEE), 2015a.

SDECTI. **Física**: caderno do estudante – Ensino médio - Volume 3. São Paulo: Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI): Secretaria da Educação (SEE), 2015b.

SERÉ, M. G. et al. O papel da experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro Ensino da Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003. Disponível em: < [http://www.paulorosa.docente.ufms.br/Pratica\\_III/Sere\\_Coelho\\_Nunes\\_O\\_papel\\_experimentacao.pdf](http://www.paulorosa.docente.ufms.br/Pratica_III/Sere_Coelho_Nunes_O_papel_experimentacao.pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2021.

SHOPIFY. Gerador de QR Code. **Shopify**, 2021. Disponível em: < <https://www.shopify.com.br/ferramentas/gerador-de-qr-code>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

SILVA, A. B. DA.; LIMA, T. B. DE.; SONAGLIO, A. L. B.; GODOI, C. K.. Dimensões de um sistema de aprendizagem em ação para o ensino de administração. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 13, n. 1, p. 9–41, 2012.

SOUZA, T. C. F. de; HEINECK, R. Pesquisando os diferentes métodos avaliativos da aprendizagem e o emprego de seus recursos didáticos na perspectiva dos Educadores de Física. **UFMT**, 2009. Disponível em: < [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID19/pdf/2006\\_1\\_2\\_19.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID19/pdf/2006_1_2_19.pdf)>. Acesso em: 28 jun. 2021.

TEIXEIRA, Francimar Martins. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores: uma reflexão. **Cad. Cat. Ens. Física**, v. 17, n. 3, p. 360- 369, 2000.

TOKARNIA, M. MEC autoriza aulas que utilizem tecnologias de informação. **Portal Agência Brasil**, 2020. Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2020-03/mec-autoriza-aulasque-utilizem-tecnologias-de-informacao> >. Acesso em: 29 jun. 2021.

UNIVESP. **Física Geral III: Aula 1 - Carga Elétrica - Parte 1**. YouTube, 2013. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=lfNvbJbYxFQ&list=PLxl8Can9yAHdG8tw2QofrU02luAEVYGIL>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

WORLD ECONOMIC FORUM. Competitiveness Rankings. **WORLD ECONOMIC FORUM**, 2016. Disponível em: <<http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/competitiveness-rankings/>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it. **WHO**, 2019. Disponível em: <[https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)>. Acesso em: 29 jun. 2021.

WYKROTA, R. **Apostila de Física básica para E.J.A.** Curitiba: Centro Estadual de Educação Profissional de Curitiba, 2012.

ZANETIC, João. **Física e Cultura**. Ciência e Cultura, São Paulo, v.57, n.3, p.21-24, jul-set. 2005.