



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Oswaldo Vieira Junior

**Lâmpadas: Ciência e Tecnologia da produção de luz**

Florianópolis  
2023

Oswaldo Vieira Junior

## **Lâmpadas: Ciência e Tecnologia da produção de luz**

Dissertação submetida ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física no polo da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em ensino de física. Orientador: Prof. Dr. Nelson Canzian da Silva

Florianópolis  
2023

### Ficha de identificação da obra

Júnior, Osvaldo Vieira

Lâmpadas: Ciência e Tecnologia da produção de luz / Osvaldo Vieira Júnior; orientador, Prof. Dr. Nelson Canzian da Silva - Florianópolis, SC, 2023.

124 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Sociedade Brasileira de Física. Programa de Pós-Graduação em Física.

Inclui referências.

1. Física. 2. Ensino de Física. 3. Aplicativo educacional. 4. Eletromagnetismo. I. Silva, Nelson Canzian da. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Mestrado Profissional em Ensino de Física. III. Título.

Oswaldo Vieira Junior

## **Lâmpadas: Ciência e Tecnologia da produção de luz**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. André Luiz de Amorim , Dr.  
Universidade Federal da Santa Catarina

Prof. Márcio Santos, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Pawel Klimas, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em ensino de física.

---

Prof. Alexandre Magno Silva Santos, Dr.  
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Nelson Canzian da Silva, Dr.  
Orientador

Florianópolis  
2023.

Este trabalho é dedicado à minha esposa, à minha filha  
e aos meus queridos pais.

## **AGRADECIMENTOS**

À Sociedade Brasileira de Física por organizar o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e à Universidade Federal de Santa Catarina por possibilitar a oportunidade de cursar o MNPEF.

À minha esposa Ana Paula Rosa por sempre me apoiar e me incentivar.

À minha filha Valentina Rosa Vieira por entender minha ausência.

Ao meu orientador, professor Nelson Canzian da Silva, pela extraordinária paciência, pela dedicação e por acreditar neste trabalho.

Aos professores do programa pelos ensinamentos e por contribuírem com a minha formação acadêmica.

Aos meus colegas do MNPEF pelo convívio.

A todos que ajudaram na divulgação do nosso produto e a todos que acessaram o nosso produto, se dispuseram a comentar e levantar questionamentos e, assim, contribuíram com o aprimoramento do nosso trabalho.

## RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo desenvolver e avaliar uma ferramenta didática elaborada para estimular a aquisição de informações e conceitos básicos associados à ciência e tecnologia de um dos mais importantes dispositivos tecnológicos da sociedade moderna: as lâmpadas utilizadas na iluminação dita “artificial”. A ferramenta utiliza tecnologias de informação e comunicação na construção de um site para a Internet que aborda alguns dos fundamentos físicos do funcionamento dos vários tipos de lâmpadas desenvolvidas nos últimos 150 anos (arco voltaico, incandescente, fluorescente, LED), bem como alguns aspectos tecnológicos relevantes. O site consiste essencialmente de um questionário com 90 questões de múltipla escolha aleatoriamente sorteadas a cada interação. As questões foram elaboradas na expectativa de que sua leitura atenta deixe relativamente óbvia qual a resposta. A finalidade não é apenas avaliar o conhecimento prévio do usuário sobre o tema, mas, prioritariamente, ajudá-lo a construir esse conhecimento à medida que prossegue com a leitura. Caso faça uma escolha incorreta, o usuário recebe informação adicional e a possibilidade de novas tentativas. Para acessar o site o usuário não precisa fornecer qualquer informação que possa identificá-lo ou rastreá-lo, mas sugere a ele que forneça o seu nível de escolaridade, faixa etária e UF de residência, para auxiliar na análise estatística dos dados. O site registra todas as escolhas que cada usuário faz ao longo de sua trajetória, bem como a data e hora de cada evento. Foram mensurados os níveis de acesso inicial e continuado à ferramenta, bem como os níveis de acertos e erros às questões propostas. Os resultados poderão eventualmente permitir calibrar o nível de dificuldade e a extensão dos textos das questões e alternativas.

**Palavras-chave:** ensino de física; ciência e tecnologia da iluminação; lâmpadas; TIC no ensino de física

## ABSTRACT

This research aims to develop and evaluate a didactic tool designed to encourage the acquisition of information and basic concepts associated with science and technology of one of the most important technological devices in modern society: the lamps used in the so called “artificial” lighting. The tool uses information and communication technologies to build a website for the Internet that addresses some of the physical fundamentals of the operation of the various types of lamps developed in the last 150 years (arc, incandescent, fluorescent, LED), as well as some technological aspects relevant. The website essentially consists of a questionnaire with 90 multiple choice questions randomly chosen in each interaction. The questions were prepared with the expectation that a careful reading will make the answer relatively obvious. The purpose is not only to assess the user's prior knowledge about the topic, but, primarily, to help him or her to build this knowledge as they proceed with the reading. If an incorrect choice is made, the user receives additional information and the possibility of retrying. To access the site, the user does not need to provide any information that could identify or track him, but suggests that he or she inform his or her level of education, age group and state of residence, to assist in the statistical analysis of the data. The website records all the choices that each user makes along their path, as well as the date and time of each event. The levels of initial and continued access to the tool will be measured, as well as the levels of successes and errors to the proposed questions, as well as spontaneous comments from users. The results may eventually allow to calibrate the level of difficulty and the length of the texts of the questions and alternatives.

**Keywords:** physics teaching; science and technology of lighting; lamps and light bulbs; ICT in physics teaching.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1. ENSINO DE FÍSICA MODERNA E TECNOLOGIA DA ILUMINAÇÃO .....	10
1.2. USO DE TICS NO ENSINO DE FÍSICA .....	13
1.3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	15
1.4. OBJETIVOS .....	18
1.4.1. Objetivo geral .....	18
1.4.2. Objetivos específicos .....	18
<b>2. LÂMPADAS</b> .....	19
2.1. LÂMPADAS INCANDESCENTES .....	19
2.2. LÂMPADAS DE DESCARGA ELÉTRICA (FLUORESCENTES) .....	24
2.3. LÂMPADAS DE DIODOS EMISSORES DE LUZ (LEDS) .....	27
<b>3. PRODUTO</b> .....	32
3.1. JOGO DE TABULEIRO .....	32
3.2. <i>QUIZ</i> .....	33
<b>4. APLICAÇÃO</b> .....	37
4.1. DIVULGAÇÃO .....	37
4.2. AQUISIÇÃO DOS DADOS .....	38
4.3. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS .....	40
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	48
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	49
<b>FONTES ADICIONAIS</b> .....	51
<b>APÊNDICE 1: AUTORIZAÇÕES INSTITUCIONAIS</b> .....	54
<b>APÊNDICE 2: PRODUTO</b> .....	55

# 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta uma proposta que utiliza como tema os fundamentos físicos envolvidos na tecnologia da iluminação elétrica para oferecer uma estratégia de ensino, através de uma ferramenta tipo *quiz*, buscando engajar estudantes na aprendizagem dos fenômenos físicos que estão presentes em produtos utilizados em nosso cotidiano, às lâmpadas elétricas. Ao longo da história surgiram muitos tipos de lâmpadas elétricas e devido o desenvolvimento da ciência moderna hoje, por oferecer muitas vantagens, são as lâmpadas tipo LED que dominaram o mercado consumidor.

Lâmpadas que utilizam o princípio físico da incandescência ou a descarga elétrica estão saindo de linha de produção, mas algumas tecnologias empregadas nessas tipos lâmpadas mas antigas também estão sendo utilizadas nas modernas lâmpadas LED, mostrando que apesar de haver até mesmo uma ruptura em conceitos físicos aplicados para a produção de luz, ainda assim existem aspectos tecnológicos comuns entre esses tipos diferentes de lâmpadas.

Neste sentido, os tipos de lâmpadas elétricas foram utilizados neste trabalho para abordar e contextualizar as aprendizagens dos fenômenos físicos de interesse envolvendo diferentes momentos da história da ciência discutindo tópicos da Física Clássica como e Física Moderna e Contemporânea utilizando uma ferramenta tipo *quiz* com propósito de aproximar os conteúdos ditos abstratos e aparentemente distantes da realidade do estudante ajudando-o a realizar conexões entre o que ele sabe e a nova informação. Os PCN+ dizem que: “para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, é imprescindível que ele seja instaurado através de um diálogo constante, entre o conhecimento, os alunos e os professores. E isso somente será possível se estiverem sendo considerados objetos, coisas e fenômenos que façam parte do universo vivencial do aluno, seja próximo, como carros, lâmpadas ou televisões, seja parte de seu imaginário, como viagens espaciais, naves, estrelas ou o Universo. Assim, devem ser contempladas sempre estratégias que contribuam para esse diálogo” (PCN+, 2007).

Atualmente a internet é o maior meio de comunicação utilizado no mundo, as competências e habilidades que os estudantes precisam aprender percorrem por estratégias que incluem a utilização das tecnologias digitais possibilitando favorecer a aprendizagem, ou seja, quando previamente planejado as ferramentas utilizadas pelo professor potencializam a aprendizagem dos estudantes e a finalidade que o professor pretende alcançar. TEZANI, 2011, diz:

*O uso da TIC na educação escolar possibilita ao professor e ao aluno o desenvolvimento de competências e habilidades pessoais que abrangem desde ações de comunicação, agilidades, busca de informações, até a autonomia individual, ampliando suas possibilidades de inserções na sociedade da informação e do conhecimento (TEZANI, 2011, p. 36).*

Com o advento da eletricidade inúmeros produtos que a utilizam para seu funcionamento foram sendo criados e depois melhorados e para o desenvolvimento das atuais lâmpadas que utilizamos está o trabalho de centenas de pesquisadores e seria um erro atribuímos a sua criação a apenas um pesquisador.

A proposta inicial deste trabalho, produto educacional, foi planejada para o desenvolvimento de um jogo de tabuleiro, confeccionado com viés educacional com o tema “Lâmpadas Elétricas”. O tabuleiro teria o formato circular dividido em três partes, cada parte representando uma categoria de lâmpadas, sendo a incandescência, fluorescência e a eletroluminescência utilizada na produção de luz através da corrente elétrica.

Porém no ano de 2020-2021 com a disseminação do coronavírus às atividades escolares foram prejudicadas com suspensão das aulas presenciais principalmente do ensino médio, público inicialmente alvo deste trabalho, portanto inviabilizando a aplicação do produto em sala de aula. Neste sentido durante o ano de 2021 este produto foi remodelado para uma versão virtual mais pertinente para aquele contexto. A interação virtual consiste em um site contendo um questionário com noventa questões de múltipla escolha, elaboradas com perguntas que haviam sido criadas para o jogo do tabuleiro, trazendo conteúdos relacionados ao desenvolvimento das lâmpadas elétricas, fenômenos físicos relacionados à produção de luz, aspectos históricos pontuais, eficiência energética, natureza e composição espectral da luz, características das ondas eletromagnéticas, características da resistividade dos materiais e funcionamento dos diodos.

Buscou-se como referencial teórico para a elaboração das perguntas na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) desenvolvida pelo psicólogo estadunidense David Paul Ausubel (1918-2008) que traz pressupostos para explicar como ocorre a aprendizagem de um novo conhecimento. Para esse *quiz* foi utilizado uma variedade de questionamentos buscando englobar habilidades e competências como completar frases, realizar cálculos simples, interpretar tabelas, gráficos, textos. Algumas perguntas o texto introdutório possui informações que ajudam a responder as perguntas de outras cartas ou às vezes para o leitor mais atento responder a própria pergunta que está lendo. Para a elaboração do conjunto de questões foi considerado também a importância de tornar significativo para o estudante relacionando conceitos mais elaborados às lâmpadas, artefatos que estão presentes no cotidiano dos estudantes.

*Os cognitivistas sustentam que aprendizagem de material significativo é, por excelência, um mecanismo humano para adquirir e reter a vasta quantidade de ideias e informações de um corpo de conhecimentos. A posse de habilidades que tornam possível a aquisição, retenção e aparecimento de conceitos na estrutura cognitiva, é que capacitará o indivíduo a adquirir significados (MOREIRA e MASSINI, 1982, p. 5).*

O período de aplicação iniciou em 15/10/2021 e foi finalizado em 15/12/2021, obtivemos dados que podemos aproveitar para realizar ajustes ou perceber a interação do usuário com o conteúdo apresentado. Durante este período obtivemos 85 acessos ao site sendo que desses foram efetivamente considerados, após aplicação dos critérios para os resultados de análise, 50 acessos. Para esses 50 participantes o número médio de questões respondidas foram 25, o número médio de alternativas escolhidas 37, o número médio de alternativas escolhidas por questão 1,4, fração média de alternativas corretas escolhidas na primeira tentativa 0,45. Tempo médio de permanência 21 minutos, tempo médio por número médio de questões respondidas 0,82 minutos.

Esta dissertação possui 5 capítulos. O primeiro capítulo traz uma abordagem geral sobre os seguintes temas: considerações gerais sobre o ensino de física moderna (EFM); considerações gerais sobre o uso Tecnologias da Comunicação e da Informação (TICs); fundamentação teórica em seguida é apresentada os objetivos geral e específico da pesquisa.

O segundo capítulo trata das lâmpadas propriamente ditas, trazendo alguns dos conteúdos básicos sobre a física e a tecnologia das lâmpadas que serão explorados no produto.

No terceiro capítulo são apresentadas as duas propostas de produto: a primeira, um jogo de tabuleiro, que foi cancelada devido às restrições colocadas pela pandemia de COVID-19, e a segunda, o *quiz*, que foi efetivamente implementada.

No quarto capítulo são apresentadas a estratégia de divulgação do produto, detalhes da aquisição dos dados e a sua análise e resultados.

No quinto capítulo são apresentadas algumas considerações finais sobre o que aprendemos e o que ainda podemos aprender com o produto e produtos simulares.

### 1.1. ENSINO DE FÍSICA MODERNA E TECNOLOGIA DA ILUMINAÇÃO

A introdução de conteúdos envolvendo Física Moderna Contemporânea (FMC) é discutida há décadas e entre muitas possibilidades uma alternativa é o ensino de forma articulada com outras áreas do conhecimento, adotando uma perspectiva interdisciplinar ou mesmo problematizada favorecendo a aprendizagem significativa ajudando o estudante a fazer conexão entre diferente áreas do conhecimento.

*O fato de a Física tratar de conceitos e leis envolvendo os movimentos, os processos termodinâmicos, eletromagnéticos e quânticos, como a interação entre luz e matéria não desvincularia esta ciência da Química, que igualmente envolve átomos com suas interações não menos quânticas, trata de combustões que produzem trabalho mecânico, nem sequer a fragmentaria diante da Biologia, cujos movimentos e trocas de calor obedecem às mesmas leis, e cujos processos moleculares são igualmente quânticos (SANTA CATARINA, 2021, p. 174).*

A inserção de conteúdos FMC atualmente na educação básica brasileira ocorre com mais frequência quando comparado há duas décadas. Segundo os PCNs o ensino desses conteúdos nesta etapa da educação é de grande importância uma vez que o conhecimento científico e sua aplicação influencia diretamente na sociedade na sua própria cultura, na visão de mundo dos cidadãos, importante para consciência política como as questões ambientais e de saúde. Terrazzan diz que:

*A influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de 2º grau (TERRAZZAN, 1992, p. 209-214).*

No modelo atual de sociedade que vivemos a escola tem peso importante na construção desses valores que são essenciais para uma nação se desenvolver. O ensino de FMC contribui para compreensão de artefatos tecnológicos que atualmente inundam o cotidiano, favorece uma visão mais coerente da ciência, ajuda na superação do ponto de vista de que a ciência é cumulativa e linear e na percepção de que somente a física clássica por si só, não explica os fenômenos que impulsionaram o desenvolvimento e funcionamento dos produtos, artefatos tecnológicos atuais.

Podemos também considerar argumentos em favor da introdução de ensino da FMC, tais como os interesses que partem dos próprios estudantes quando com certa frequência questionam seus professores ou procuram aprender de maneira independente assuntos e temas como buraco negro, relatividade, natureza quântica da matéria entre outras dezenas de indagações, inclusive muitas dos quais estão presentes em muitos filmes, jogos de ficção científica, matérias jornalísticas etc.

Mais um argumento em favor inserção de FMC é que ela ajuda a desmistificar muito o fato comum de encontrarmos livros, palestras, objetos comercializáveis na internet, uma série de parafernálias que prometem benefícios como “cura quântica”, “equilíbrio quântico”, “frequência quântica do universo”, “pedras que emitem radiação de cura para uma doença”... entre outras que não fazem sentido para a ciência. O analfabetismo científico traz consequências desastrosas para a sociedade, discutir aquecimento global, desmatamento, poluição de rios e mares entre outros assuntos exige conhecimentos baseados em argumentação científica.

Outro aspecto um pouco mais raro de ser praticado e abordado pelo professor é utilizar ações que trabalhem as concepções espontâneas que o estudante possui e traz para a sala de aula devido a sua experiência cotidiana com o mundo que influencia na aprendizagem e na correta interpretação do significado científico de um conceito possui.

*há uma grande concentração de publicações que apresentam temas de FMC, em forma de divulgação, ou como bibliografia de consulta para professores do ensino médio. Por outro lado, existe uma escassez de trabalhos sobre concepções alternativas de estudantes acerca de tópicos de FMC, bem como pesquisas que relatam propostas testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem” (OSTERMANN e MOREIRA, 2000, p. 23-48).*

Neste caso um pouco mais delicado, pois é necessário oportunizar aos próprios professores momentos para realizarem cursos de formação continuada, momentos esses para refletirem e planejarem suas ações em sala de aula, também necessário melhor salário, materiais didáticos qualificados.

A metodologia de ensino abordada pelo professor está no centro do desafio e na escolha de uma estratégia de ensino para uma aprendizagem que supere os aspectos epistemológicos a fim de buscar sucesso no aprendizado e no desenvolvimento dos estudantes em suas habilidades e conhecimento. Segundo Mortimer (1996):

*Essa noção permite entender a evolução das ideias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de ideias alternativas por ideias científicas, mas como a evolução de um perfil de concepções, em que as novas ideias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as ideias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente. Através dessa noção é possível situar as ideias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico (MORTIMER, 1996, p. 1).*

Nesse sentido o desenvolvimento deste trabalho levou em consideração os aspectos antes mencionados escolhendo artefato tecnológico, as lâmpadas elétricas, que trouxe uma mudança significativa na vida dos seres humanos nos últimos cem anos, ou seja, comum na vida das pessoas para abordar conceitos da física clássica e moderna, pois, muitas lâmpadas só foram possíveis de serem criadas com a descoberta dos fenômenos físicos no último século. Buscou-se também mostrar muito mais do que a física das lâmpadas, mas contextualizar seu desenvolvimento com a própria evolução dos conhecimentos científicos. Ainda hoje empresas investem milhões de dólares para que novas técnicas sejam criadas, alcançando cada vez mais lâmpadas mais sofisticadas ou melhorando ainda mais a maneira de transformar energia elétrica em luz visível.

## 1.2. USO DE TICS NO ENSINO DE FÍSICA

Na última década o crescimento Tecnologias da Comunicação e da Informação (TIC) como o número de plataformas, aplicativos de celulares e sites utilizando os meios de comunicação e em grande destaque utilizando a internet para fins educacionais foi exponencial e obrigou as instituições a investir boa parte de seus recursos para atender a demanda e adequar-se a essa nova era. Centenas de plataformas digitais oferecem hoje cursos de formação básica inclusive de nível superior, sendo possível realizar cursos e obter certificados de muitas universidades do planeta sem nunca ter pisado no próprio campo da instituição.

*A educação escolar vem acompanhando o ritmo do progresso das TIC, influenciando e sendo influenciada pela sociedade contemporânea e suas características, adaptando-se ao processo de evolução tecnológica. Essa situação representa, para a escola, exigências complexas nas políticas, nos currículos e nas práticas, de modo que se prepare o indivíduo para dominar os conteúdos historicamente acumulados pela humanidade no seu processo de construção, simultaneamente à possibilidade de desenvolvimento de estratégias de ação articuladas às exigências sociais (TEZANI, 2011, p. 37).*

Hoje o estudante que nasceu na era digital e a maioria deles está familiarizado com a internet tornando-se comum em suas vidas, utilizam como fonte de pesquisa e informação para inúmeros tipos de conteúdo, inclusive para as tarefas escolares. Para Tezani:

*as Tecnologias da Comunicação e da Informação (TIC) permitem a interação num processo contínuo, rico e insuperável que disponibiliza a construção criativa e o aprimoramento constante rumo a novos aperfeiçoamentos” (TEZANI, 2011, p. 36).*

Segundo relatório do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC.BR, 2020), entre os anos de 2016 e 2019 a porcentagem de escolas públicas urbanas cujos pais utilizaram perfis ou páginas em redes sociais para interagir com a escola passou de 32% para 54%. Ainda nessas escolas públicas, 48% dos professores utilizaram a internet para interagir de alguma forma com seus estudantes, recebendo trabalhos, tirando dúvidas ou disponibilizando conteúdo. Sobre os estudantes uma média de 90% utilizam a internet para realizar trabalhos ou pesquisa para a escola, ou seja, dado que ressalta a importância dos recursos neste tipo de mídia no apoio à aprendizagem.

A quantidade enorme e diversificada de conteúdos digitais que a internet dispõe permite ao professor explorar diferentes estratégias de ensino, embora o interesse do estudante ao estudo esteja relacionado a muitos aspectos subjetivos e intrínsecos as TICs possuem um caráter motivacional muito forte por permitir, por exemplo, que o professor utilize uma simulação animada para descrever uma descarga elétrica, campo elétrico entre outros milhares de fenômenos. “A sua facilidade de comunicação, manipulação e a liberdade de estrutura estimulam a parceria e a interação com o usuário” (KENSKI, 2007, p. 32).

A internet e as plataformas digitais se tornaram grandes fornecedoras de informação e conteúdos de muitas espécies e inevitavelmente devem fazer parte da estratégia de ensino e aprendizagem dos estudantes, possuindo um papel muito importante no desenvolvimento dos jovens, pois para Almeida, “o uso da TIC com vistas à criação de uma rede de conhecimentos favorece a democratização do acesso à informação, a troca de informações e experiências, a compreensão crítica da realidade e o desenvolvimento humano, social, cultural e educacional” (ALMEIDA, 2015 p. 71).

Nesse sentido é muito importante lembrar que a sociedade precisa planejar políticas de capacitação e formação continuada para seus professores a fim de capacitá-los para incluir na sua prática cotidiana também as novas tecnologias. Moran diz que, “ensinar com novas tecnologias será uma revolução se mudarmos simultaneamente os paradigmas convencionais do ensino, que mantêm distantes professores e alunos. Caso contrário, conseguiremos dar um verniz de modernidade, sem mexer no essencial”(MORAN, 2001, p. 28).

Sem dúvida o estudante que frequenta a sala de aula hoje está inserido em um contexto social muito diferente do que a maioria de seus professores frequentava quando cursava o ensino médio. Em apenas uma geração os celulares, tabletes computadores, jogos eletrônicos, cursos on-line entre outros eletrônicos modelaram a sociedade para uma diferente maneira de pensar e se relacionar. Neste sentido:

*O professor que associa a TIC aos métodos ativos de aprendizagem desenvolve a habilidade técnica relacionada ao do domínio da tecnologia e, sobretudo, articula esse domínio com a prática pedagógica e com as teorias educacionais que o auxiliem a refletir sobre a própria prática e a transformá-la, visando explorar as potencialidades pedagógicas da TIC em relação à aprendizagem e à consequente constituição de redes de conhecimentos (ALMEIDA 2015. p. 72).*

No atual contexto em que vivemos e principalmente no período mais agudo de disseminação do vírus Covid-19 a internet foi muito utilizada para apoio e comunicação com os estudantes que estudaram remotamente e infelizmente muitos deles não possuíam os recursos básicos como computadores, celulares ou tablete ou ainda encontraram muita dificuldade nesse modelo de ensino.

Durante este período, devido a suspensão das aulas presenciais, optamos por desenvolver um produto para a internet aproveitando o conjunto de cartas que haviam sido elaboradas para um jogo de tabuleiro com perguntas, respostas e dicas. O produto agora consiste em um site com uma sequência de perguntas que são escolhidas de maneira aleatória pelo programa de um banco de dados previamente preparado com o tema: Lâmpadas: Ciência e tecnologia da produção de luz. Ao clicar em um link o estudante acessa o site e previamente, se for de seu desejo, registra seus dados e informa sua idade, grau de escolaridade e onde reside. Em seguida são apresentadas as perguntas, uma de cada vez, até que tenha se esgotado todas as perguntas.

As perguntas com respostas de múltipla escolha envolvem conteúdos de física sobre a na produção de luz artificial através da eletricidade, buscando contextualizar temporalmente o desenvolvimento desta tecnologia aos conteúdos de física clássica, eletrodinâmica e física moderna, mais especificamente relacionada aos fenômenos incandescente, fluorescente e eletroluminescente. As perguntas foram pensadas tendo como público alvo os estudantes do ensino médio, mas qualquer pessoa pode respondê-las, pois as questões foram elaboradas de modo que o usuário que tenha uma atenção mais aguçada possa encontrar a resposta na própria pergunta, nas alternativas e em um comentário adicional que é apresentado quando se escolhe uma alternativa.

### 1.3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) desenvolvida pelo psicólogo estadunidense David Paul Ausubel (1918-2008), traz pressupostos para explicar como um novo conhecimento, ou conceito, pode ser adquirido e incorporado na estrutura cognitiva do cérebro do aprendiz, tornando este conhecimento duradouro e intrínseco. A teoria mostra que o professor deve considerar o que o aprendiz “já sabe” sobre o conceito a ser aprendido, buscando identificar conceitos âncoras (subsunçores) para facilitar o processo de aprendizagem. Segundo Teixeira:

*A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel define estruturas cognitivas como estruturas hierárquicas de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo. A ocorrência da aprendizagem significativa implica o crescimento e modificação do conceito subsunçor. A partir de um conceito geral (já incorporado pelo aluno) o conhecimento pode ser construído de modo a ligá-lo com novos conceitos facilitando a compreensão das novas informações, o que dá significado real ao conhecimento adquirido. As ideias novas só podem ser aprendidas e retidas de maneira útil caso se refiram a conceitos e proposições já disponíveis, que proporcionam as âncoras conceituais (TEIXEIRA, 2015).*

Ausubel traz em sua teoria que a aprendizagem ocorre de maneira mais produtiva ou significativa quando três principais pressupostos são atendidos:

*1. Conhecimentos anteriores relevantes: ou seja, o formando deve saber algumas informações que se relacionem com as novas, a serem apreendidas de forma não trivial. 2. Material significativo: ou seja, os conhecimentos a serem apreendidos devem ser relevantes para outros conhecimentos e devem conter conceitos e proposições significativos. 3. O formando deve escolher aprender significativamente. Ou seja, o formando deve escolher, consciente e intencionalmente, relacionar os novos conhecimentos com outros que já conhece de forma não trivial (NOVAK, 2000, p. 19).*

Segundo o autor eles servem como facilitadores da aprendizagem uma conexão para que um novo conceito possa ser adquirido e reorganize a estrutura cognitiva do estudante tornando a compreensão mais elaborada quando comparamos o antes e o depois da abordagem do conteúdo. Em uma afirmação do próprio Ausubel, citada por Moreira e Massini:

*Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso seus ensinamentos (AUSUBEL, 1980, p. 8 apud MOREIRA e MASSINI, 1982).*

Mas o que fazer quando não existem subsunçores prévios ou quando são difíceis de identificar para estimular a aprendizagem significativa? Neste caso Ausubel define o *rote learning* quando a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de *rote learning* (MOREIRA, 1979).

Neste caso é muito importante que o material apresentado pelo professor tenha significado para o estudante e seja adequado para sua zona proximal de conhecimentos, caso contrário a aprendizagem poderá ser apenas mecânica. É importante destacar que:

Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e rote learning como sendo uma dicotomia e sim como um continuum. Da mesma forma, essa distinção não deve ser confundida com a distinção entre a aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final enquanto na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto ligar-se a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 1979).

Uma forma de realizar isso é o professor utilizar previamente materiais introdutórios que destacam conceitos mais gerais e superficiais para em seguida introduzir os conteúdos que deseja ensinar. Os materiais servirão como introdução que farão uma conexão, um elo entre o conteúdo a ser aprendido e os subsunçores. É importante lembrar que material significativo não significa o professor utilizar de apostilas, simuladores virtuais, vídeos, aplicativos, jogos, entre outros para ensinar, pois o significado está no estudante e não no material ou ferramenta utilizada pelo professor, ou seja, material utilizado será potencialmente significativo caso for adequadamente utilizado e se o estudante de maneira intencional buscar aprender os conceitos apresentados pelo material.

Estimular a vontade por aprender é uma tarefa árdua, talvez a mais difícil de todas para um professor, principalmente quando estudante verbaliza que não gosta da disciplina, pois depende do próprio estudante permitir-se aprender. A vontade tem que partir dele próprio. O uso de estratégias digitais, aspectos sensoriais e visuais podem facilitar desenvolvimento da vontade do estudante por aprender.

O conjunto das 90 questões trás conteúdos com o tema Lâmpadas: Ciência e tecnologia da produção de luz, introduz um artefato tecnológico contemporâneo, as lâmpadas elétricas incandescentes, fluorescentes e eletroluminescentes, que estão presente no cotidiano da maioria dos estudantes e sua invenção transformou a sociedade. Foi utilizada a metodologia de um jogo educativo de *quiz*, incorporando o uso de recursos tecnológicos que potencializam a aprendizagem dos estudantes buscando uma alternativa ao método tradicional de ensino Para Silva e Moura:

*o jogo educativo, enquanto um recurso pedagógico, propicia o equilíbrio entre os conceitos novos e os já existentes, ao permitir ao aluno o agir com o mundo e retirar desta relação novas informações, as quais possibilitam a interpretação deste, gerando novas experiências” (SILVA E MOURA, 2013, p. 8).*

Neste jogo educativo na forma de *quiz* o estudante tem a oportunidade de interagir com conceitos científicos relacionados aos fenômenos físicos associados à incandescência, fluorescência e eletroluminescência na produção de luz nas lâmpadas elétricas. O conjunto de perguntas do jogo não segue um único tipo de questão para explorar os conteúdos e conceitos. O estudante interage optando por uma de três opções de resposta, por exemplo, completando frases, realizando associações, cálculos triviais, interpretando tabelas, textos, gráficos e desenhos. Os enunciados das questões trazem informações que ajudam a responder perguntas diferentes, outras também permitem ao leitor mais atento assimilar as informações contidas no enunciado para responder a própria pergunta. Elas também possuem diferentes níveis de dificuldade em relação ao aprofundamento dos conceitos físicos e exigência na interpretação. Além disso, após a escolha da alternativa o estudante recebe feedback imediato, com informações adicionais, ajudando-o a reconhecer a alternativa adequada caso tenha optado pela alternativa incorreta, aumentando as chances de sucesso na segunda escolha.

O jogo educativo quando utilizado com propósito claro definido pelo professor pode produzir muitas interações produtivas entre os próprios estudantes e com conceitos que devem ser assimilados, promovendo uma mudança na postura dos estudantes diante ao conteúdo. Podemos então considerar que a utilização dos jogos como ferramenta pedagógica promove a mudança nos conceitos âncoras (subsunçores) na estrutura cognitiva do estudante com as novas informações, e quando constatada essa mudança podemos dizer que houve aprendizagem significativa. Para Silva e Moura:

*No que concerne ao ensino de ciências, os jogos se apresentam como pretensão de contribuição para mudança da realidade. Dessa maneira, compreendemos a aplicação desses na escola como oportunidade de propiciar aos alunos o desenvolvimento de suas capacidades, possibilitando provavelmente, uma aprendizagem que tenha realmente significado (SILVA E MOURA, 2013, p. 7).*

Consultas mostram que os estudos para utilização dos jogos educativos no ensino de física vem se tornando cada vez mais recorrente sendo os “tipos de jogos” bem variados, tais como jogos de tabuleiro, cartas, dominó etc... quase sempre dinâmicas dos jogos que há muito tempo estão presentes na cultura humana sendo flexibilizados e adaptados para o contexto em questão. A expectativa da utilização dos jogos é trazer o lúdico para a sala de aula, proporcionando mais prazer durante o processo de aprendizagem.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. Objetivo geral

Elaborar, disseminar e avaliar a utilização de um produto educacional voltado a alunos e professores do Ensino Médio, mas não exclusivamente a eles, que utilizam lâmpadas como pretexto para abordar aspectos da ciência e da tecnologia subjacentes à produção de luz “artificial” na modernidade.

### 1.4.2. Objetivos específicos

Desenvolver um site educacional para trabalhar os conceitos físicos envolvidos na produção de luz artificial e a influência da tecnologia empregada dos últimos cem anos nas lâmpadas. Avaliar o produto educacional, aplicabilidade e aceitação do site através dos dados coletados da interação do usuário.

## 2. LÂMPADAS

O desenvolvimento da lâmpada elétrica certamente modificou hábitos sociais. A ideia de iluminar ambientes principalmente em períodos noturnos é antiga e praticada por homens pré-históricos, que iluminavam cavernas com fogueiras com objetivo de espantar insetos, animais, manter conveniências sociais, entre outros. Iluminar exige sempre uma fonte de energia. No princípio a própria fogueira, mais adiante gordura animal foi usada para manter o fogo aceso em tochas. Outros produtos e tipos de lâmpadas foram criadas à medida que foram sendo descobertos outras fontes de energia como, gás, querosene e gasolina.

Passados centenas de anos criamos as lâmpadas elétricas. As técnicas são sempre aprimoradas e com a invenção da ciência clássica as técnicas tiveram um avanço mais significativo passando a possuir critérios mais arrojados. Em meados 1990 a invenção do LED azul pelos cientistas Isamu Akasaki e Hiroshi Amano e Shuji Nakamura marcou a indústria da iluminação, pois possibilitou a comercialização de LED com luz branca.

A lâmpada elétrica de hoje é resultado do acúmulo das aprendizagens de milhares de pesquisadores instigados em desenvolver um produto sempre mais eficiente e barato e, é claro comercializá-lo. Durante mais de um século as lâmpadas incandescentes foram as mais utilizadas, mas hoje já são objeto do passado sendo substituídas pelas fluorescentes e LEDs.

Algumas lâmpadas não tiveram muito sucesso por não produzirem uma “luz confortável”, exigindo a criação de padrões de iluminação considerando seu objetivo de acordo com o ambiente. A luz diurna tem sido utilizada como referência para os “tipos de luz” que as lâmpadas devem produzir, isso por estarmos naturalmente adaptados e ver uma diversidade espectral visível bastante ampla. Iluminar um ambiente pode ser complexo, pois depende dos objetivos desejados como em um estúdio fotográfico, uma cena para um filme, o palco de uma cena de teatro dramática, uma cena de suspense, uma sala de aula etc. Uma lâmpada pode ser, em essência algo muito mais que apenas um objeto que fornece luz.

### 2.1. LÂMPADAS INCANDESCENTES

É sem dúvida uma lâmpada que marcou seu tempo. Foi usada em larga escala e, em muitos países, incluindo o Brasil, hoje está proibida de ser comercializada, exceto em algumas versões. Seu funcionamento baseia-se no aquecimento de um filamento que através do efeito Joule é aquecido até ponto de rubro, brilhando intensamente, por essa razão tem esse nome. Em 1879, Thomas A. Edison realizou a primeira lâmpada incandescente praticamente utilizável (MOREIRA, 1987, p. 57).

Figura 2.1: Lâmpada incandescente de Thomas Edison usada em uma demonstração em Menlo Park, 1879.



Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edison\\_bulb.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edison_bulb.jpg)

A principal função do invólucro de vidro é evitar o contato do filamento com o oxigênio, pois caso contrário o filamento entraria em combustão. A maior dificuldade em seu desenvolvimento foi encontrar um filamento que resistisse a altas temperaturas por um tempo razoável para poder ser comercializado. Os primeiros filamentos eram constituídos de celulose carbonizada, papel, algodão, bambu. Os primeiros filamentos eram produzidas com papel, mas devido a sua fragilidade foram substituídas por bambu carbonizado que eram mais duros e fortes. O ósmio e o tântalo foram utilizados com algum sucesso, mas o tungstênio apresenta vantagens como sua baixa pressão de vapor, seu alto ponto de fusão, resistência mecânica, ductilidade etc. Praticamente todas as lâmpadas atuais incandescentes utilizam o tungstênio trefilado como filamento (MOREIRA, 1987, p. 57).

Quando comparadas com lâmpadas mais modernas a produção de luz visível por watt é baixa, sendo a maior parte da energia dissipada na forma de calor (infravermelho). Um ponto positivo para este tipo lâmpada é que ela produz um amplo espectro luminoso permitindo uma boa aceitação para diversos espaços. A tabela 1 representa um esquema resumido dos principais tipos de lâmpadas que utilizam a incandescência como princípio de iluminação.

Tabela 2.1: Lâmpadas incandescentes.

Lâmpadas incandescentes	Atmosfera	Vácuo Nitrogênio Hidrogênio Criptônio Xenônio Argônio
	Bulbo (invólucro)	Composição espectral Luminância Umidade Distribuição fotométrica Aplicações
	Filamento	Radiação de corpo negro Efeito joule

Neste trabalho foram explorados três tipos de lâmpadas diferentes, que obtiveram sucesso na produção de luz e que foram economicamente viáveis para sua comercialização. A primeira delas foi a lâmpada incandescente que utiliza o efeito Joule, transferência de energia da corrente elétrica para os átomos que formam a estrutura cristalina resultando em vibrações da rede e dos próprios átomos, para produção de luz.

O efeito Joule ocorre quando uma corrente elétrica percorre um condutor fazendo com que o mesmo fique aquecido. Em uma lâmpada incandescente o filamento aquece de forma controlada até que ele brilhe no espectro visível. Quando um fio condutor, ou filamento de uma lâmpada, é submetido a uma diferença de potencial (voltagem), os elétrons que estão fracamente ligados ao núcleo atômico dos átomos da rede cristalina sentem uma força resultante fazendo com que eles acelerem. Essa movimentação estatisticamente ordenada de elétrons chamamos de corrente elétrica.

Porém os elétrons não possuem um caminho livre para percorrer o condutor, acabam colidindo com os núcleos atômicos da própria rede transferindo energia para ela aumentando a temperatura do condutor. A corrente elétrica sofre uma resistência previamente definida no filamento. A maior parte da energia é dissipada na emissão de radiação eletromagnética fora do espectro visível.

A humanidade aprendeu empiricamente a modular objetos feitos de metal, aquecendo-o muito e às vezes ao ponto de rubro. Centenas de anos mais tarde, buscando compreender as emissões eletromagnéticas em altas temperaturas, as primeiras descobertas sobre a natureza dessas radiações abriram o caminho para o surgimento da mecânica quântica. Um aspecto observado foi que objetos mais claros refletem mais a luz em comparação com objetos mais escuros que, ao contrário, absorvem mais a radiação. Esses objetos que absorvem mais a radiação aumentam a temperatura, pois, a energia das ondas eletromagnéticas é transferida para o corpo. A temperatura é definida pela média da energia cinética de oscilação das partículas que o constituem em torno de uma posição de equilíbrio, ou seja, quanto maior a frequência média dessas oscilações, maior será sua temperatura. No entanto, os objetos possuem partículas carregadas, os elétrons, que estão acelerados devido a essas oscilações e de acordo com a teoria eletromagnética, partículas carregadas emitem radiações. Quando a taxa de emissão e absorção são iguais, dizemos que a temperatura está em equilíbrio com o ambiente.

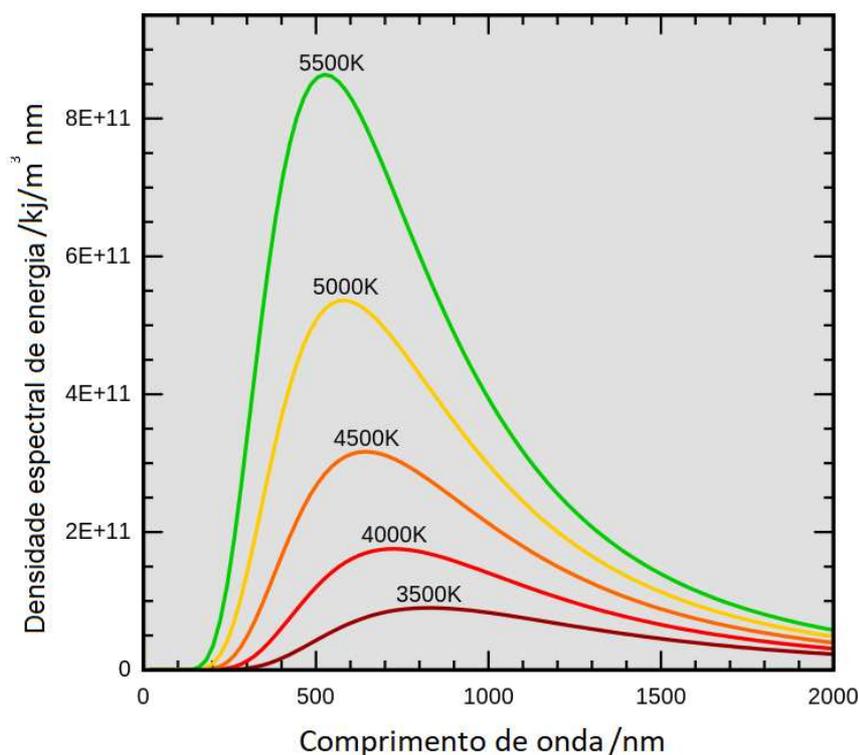
Em baixas temperaturas, menores que  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a radiação emitida pelo objeto, possui comprimento de onda muito maiores que o espectro visível, ficando concentrada no infravermelho. Quando mais aquecida a quantidade de radiação emitida aumenta, aumentando também a quantidade de radiações para comprimento de ondas cada vez menores e entre  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$  existe energia suficiente para o objeto brilhar em um tom vermelho-escuro. Em temperaturas maiores o objeto brilha em vermelho claro e até mesmo branca.

Um corpo negro é uma idealização teórica para um objeto que absorve ou emite 100% da radiação. Em 1879 Josef Stefan, descobriu empiricamente uma relação matemática entre potência irradiada por unidade de área.

De um modo geral os objetos reais irradiam com uma potência menor quando comparado com um corpo negro ideal na mesma temperatura, na prática o valor depende de outras características como a cor e composição da superfície. O efeito total de todos fatores resulta na emissividade  $\epsilon$  que multiplica pela potência irradiada.

Da mesma forma que a potência total irradiada, as observações revelam que a distribuição espectral da radiação de um corpo negro depende somente da sua temperatura. A figura a seguir mostra a intensidade da potência irradiada em função da temperatura. O comprimento de onda de pico e a quantidade total irradiada variam com a temperatura de acordo com a lei de deslocamento de Wien. Embora isso mostre temperaturas relativamente altas, as mesmas relações são válidas para qualquer temperatura próximas do zero absoluto.

Figura 2.2: Relação entre a densidade de energia e o comprimento de onda de um corpo negro a diferentes temperaturas.



Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal\\_radiation#/media/Ficheiro:Wiens\\_law.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_radiation#/media/Ficheiro:Wiens_law.svg)

Podemos observar na figura que a curva representada pela cor verde está deslocada em direção a comprimentos de ondas menores a uma temperatura de 5.500 K quando comparada às curvas amarela (5000 K), alaranjada (4500 K), vermelha (4000 K), marrom (3500 K).

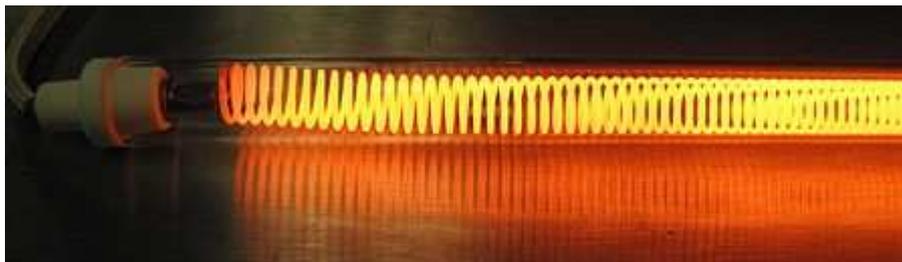
A lei de Wien relaciona o comprimento de onda no máximo  $\lambda_{\text{máx}}$  da distribuição à temperatura  $T$  a uma constante  $b$ :

$$b = \lambda_{\text{máx}} T$$

Mas esses átomos não vibram apenas em uma única frequência, a temperatura fornece uma média estatística da energia cinética dos átomos. Podemos considerar que a radiação emitida por um corpo possui um espectro contínuo dentro de uma dada temperatura.

A figura a seguir representa uma resistência comum onde é possível observar nas extremidades uma cor um pouco diferente do restante da resistência indicando uma temperatura diferente. A cor amarelada indica a temperatura máxima da resistência e de acordo com o gráfico anterior que relaciona a densidade de energia com o comprimento de onda emitidos e maior parte deles está na região do espectro do infravermelho, região invisível ao olho humano.

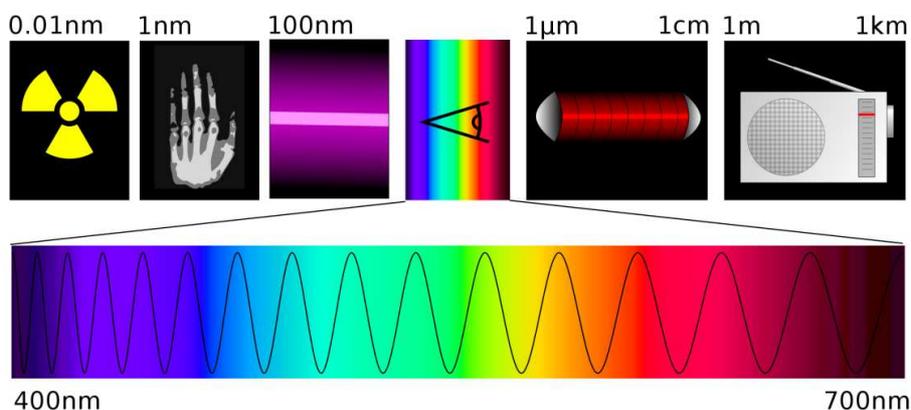
Figura 2.3: Resistência comum.



Fonte: [https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_Joule#/media/Archivo:Toaster-quartz\\_element.JPG](https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Joule#/media/Archivo:Toaster-quartz_element.JPG)

A figura tenta mostrar a relação entre as diferentes faixas de comprimento de onda da radiação eletromagnética e sua denominação comum.

Figura 2.4: Espectro eletromagnético e as denominações mais comuns de alguns intervalos de comprimento de onda.



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_\(f%C3%ADsica\)#/media/Ficheiro:Spectre.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_(f%C3%ADsica)#/media/Ficheiro:Spectre.svg)

## 2.2. LÂMPADAS DE DESCARGA ELÉTRICA (FLUORESCENTES)

Foi o primeiro tipo de lâmpada prática a ser comercializada antes mesmo das incandescentes. Eram amplamente usadas em holofotes e projetores, mas posteriormente perderam espaço para as incandescentes. Atualmente são agora mais utilizadas quando se deseja uma fonte ultravioleta (UV) de alta intensidade. São lâmpadas que produzem luz diretamente partir de uma descarga de elétrons. Existem muitas maneiras de conjugar as técnicas para a sua construção, pois vários fatores determinam o seu “jeito” de produzir luz.

Um dispositivo controla a entrada de energia produzindo uma alta voltagem entre dois terminais ao ligar a lâmpada, iniciada a descarga, não necessariamente é preciso uma alta voltagem contínua para produzir luz. Parâmetros técnicos e físicos são utilizados para que a descarga ocorra, levando a uma grande variedade de tipos: vapor de mercúrio, vapor de sódio, gases nobres.

Por existir uma grande variedade de variações de lâmpadas que utilizam este tipo de tecnologia, foram selecionadas aquelas que possuem características mais contundentes e o organograma abaixo da tabela 02 ajuda entender um pouco como estão relacionadas. Exemplo: na ramificação em “fluorescente 6D” temos as lâmpadas que estamos mais familiarizados, entretanto podemos observar que mesmo assim existem muitas variações tecnológicas dessas lâmpadas. No apêndice II há uma pequena descrição desses tipos de lâmpada.

Tabela 2.2: Lâmpadas de descarga elétrica (fluorescentes)

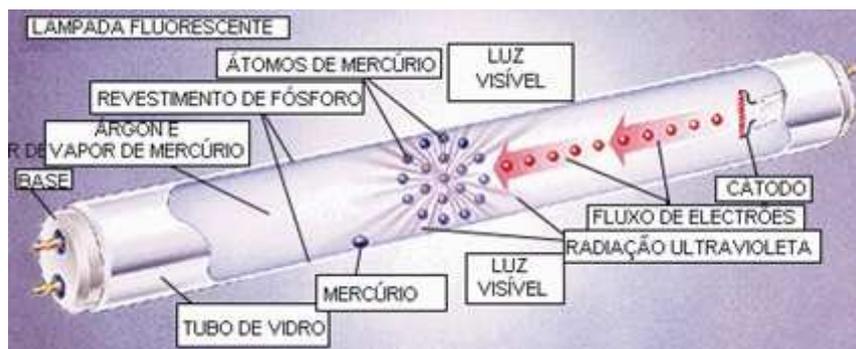
Lâmpadas de descarga elétrica (fluorescentes)	Arco carbono Vapor de mercúrio Mista Multivapores metálicos Argônio Neônio Xenônio Bronzeamento (UV) Germicida (UV) Luz negra Fluorescente padrão
---	---

A lâmpada que utiliza uma descarga elétrica ficou conhecida como fluorescente. Chama-se fluorescente devido às transições eletrônicas ocorridas em átomos de minerais propositalmente colocados na parte interna da lâmpada, tendo como consequência a emissão de luz com comprimentos de ondas no espectro visível do olho humano, quando incide-se luz ultravioleta sobre este mineral.

Os principais responsáveis pela produção de luz nas lâmpadas fluorescentes são a descarga elétrica e a fluorescência. Uma descarga elétrica ocorre na atmosfera terrestre principalmente em dias de tempestades quando nuvens adquirem cargas elétricas até que a diferença de potencial elétrico (ddp) seja suficiente para romper a resistência elétrica do ar. Muitos ensaios são realizados usando-se tubos de vidros para simular ambientes diferentes para uma descarga elétrica, a “atmosfera” dos tubos de vidro é construída para que este efeito ocorra de forma controlada aplicando-se técnicas cuidadosamente projetadas para diversas finalidades, uma delas é lâmpada fluorescente. As lâmpadas fluorescentes comuns são projetadas para produzirem uma descarga elétrica com energia suficiente para estimular decaimentos nos átomos de mercúrio cujos comprimentos de onda estão na região do espectro ultravioleta, região invisível aos olhos humanos. Dentro da lâmpada, mais precisamente na “parede” interna do tubo, existem componentes de minerais que vão repetir o processo, transformando a luz invisível ultravioleta em luz visível.

Quando a lâmpada é acionada ocorre o surgimento do campo elétrico e o pré-aquecimento no interior do tubo, vaporizando o mercúrio. Em decorrência do campo elétrico alguns elétrons se desprendem do polo negativo (ânodo) e são acelerados em direção do polo positivo (cátodo) chocando-se com os átomos de mercúrio vaporizado durante a travessia, que por sua vez, são absorvidos por esses átomos ficando eles em um estado excitado. A figura a seguir ilustra essas etapas.

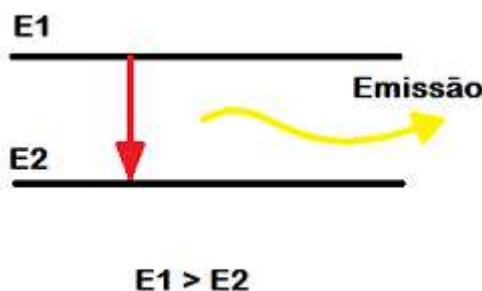
Figura 2.5: Representação esquemática de uma lâmpada fluorescente.



Fonte: [https://www.profelectro.info/Uploads/luisj/LampadaFluorescente\\_3.jpg](https://www.profelectro.info/Uploads/luisj/LampadaFluorescente_3.jpg)

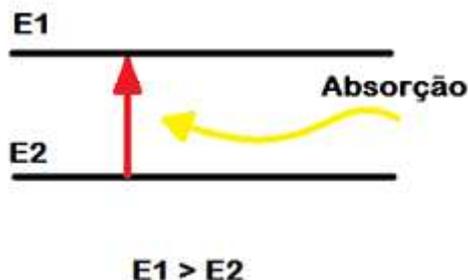
Porém todo sistema físico tende a buscar o equilíbrio no menor nível de energia possível e como os níveis de energia neste sistema são quantizados este retorna para seu estado fundamental através de transições eletrônicas intermediárias. Este processo em que os elétrons migram do nível mais energético para um menos energético passando por camadas intermediárias chama-se fluorescência. As figuras a seguir ilustram esse processo.

Figura 2.6: Representação esquemática da emissão de um fóton quando um elétron vai de um nível de maior energia para um nível de menor energia.



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/N%C3%ADvel\\_de\\_energia#/media/Ficheiro:Emiss%C3%A3o\\_de\\_f%C3%B3ton.png](https://pt.wikipedia.org/wiki/N%C3%ADvel_de_energia#/media/Ficheiro:Emiss%C3%A3o_de_f%C3%B3ton.png)

Figura 2.7: Representação esquemática da absorção de um fóton quando um elétron vai de um nível de menor energia para um nível de maior energia.

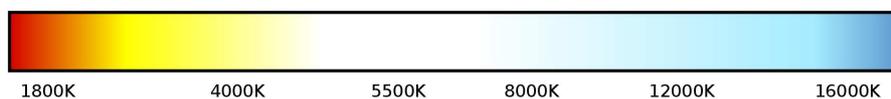


Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/N%C3%ADvel\\_de\\_energia#/media/Ficheiro:Absor%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_f%C3%B3ton.png](https://pt.wikipedia.org/wiki/N%C3%ADvel_de_energia#/media/Ficheiro:Absor%C3%A7%C3%A3o_de_f%C3%B3ton.png)

Cada vez que o elétron do átomo de mercúrio retorna para um nível de menor energia ele emite a energia excedente através de luz com um comprimento de onda na faixa do espectro ultravioleta. Esta luz ultravioleta é absorvida por átomos de um conjunto de minerais presente nas paredes internas do tubo de vidro e todo o processo da fluorescência se repete, entretanto a luz emitida nos decaimentos dos átomos desses minerais estão na faixa do espectro visível e o conjunto de todas os espectros de luz emitidos por esse conjunto de minerais é projetado para formar o branco no olho dos seres humanos.

Sabemos através da radiação de corpo negro que existe uma relação direta entre a cor emitida por um objeto aquecido e sua temperatura, nas lâmpadas fluorescentes o Índice de Reprodução de Cores IRC é controlado de acordo com o projeto da lâmpada. O IRC das lâmpadas é importante, pois interferem principalmente no conforto visual. Nossas câmeras digitais possuem algoritmos que ajustam a qualidade de uma foto ou vídeo, embora nem sempre de maneira satisfatória. Podemos observar na figura a seguir que representa uma escala relacionando a cor emitida por um objeto aquecido e sua temperatura. Apesar de uma lâmpada emitir a cor branca para nossos olhos sua temperatura não chega nem perto de 5500 K.

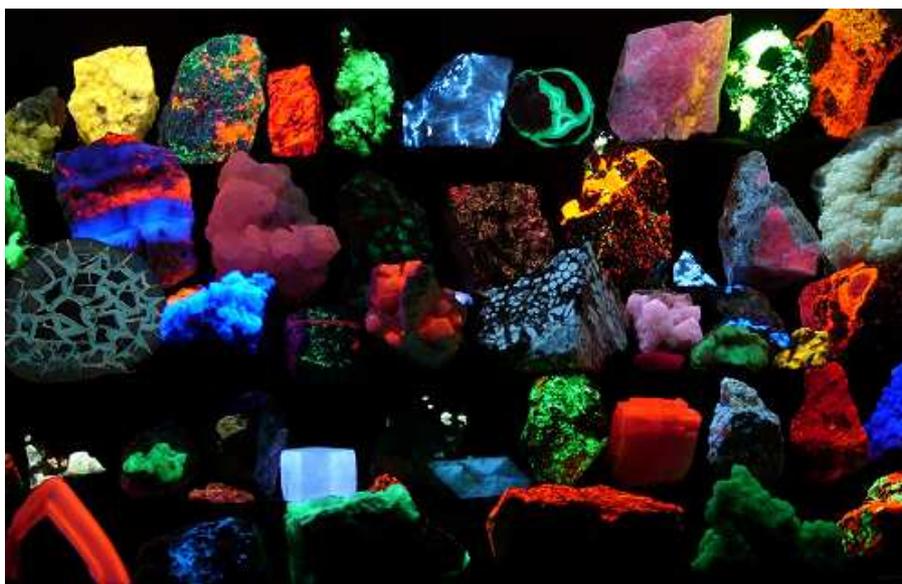
Figura 2.8: Índice de reprodução de cores de para lâmpadas fluorescentes.



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Balan%C3%A7o\\_de\\_cores#/media/Ficheiro:Color\\_temperature.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Balan%C3%A7o_de_cores#/media/Ficheiro:Color_temperature.svg)

Os minerais encontrados na natureza e utilizados nas lâmpadas que utilizam a fluorescência absorvem a luz ultravioleta e brilham com cores visíveis. A figura a seguir apresenta alguns desses minerais.

Figura 2.9: Alguns minerais fluorescentes.



Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Fluorescent\\_minerals\\_hg.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/Fluorescent_minerals_hg.jpg)

### 2.3. LÂMPADAS DE DIODOS EMISSORES DE LUZ (LEDs)

A descoberta da condução assimétrica de corrente elétrica entre um cristal e um metal ocorreu em 1894 por Karl Ferdinand Braun. Um diodo é um dispositivo eletrônico cristalino que foi utilizado como detector de rádio no início do século XX. Atuava como um demodulador para retificar corrente alternada, para obter modulação para produzir sons no fone de ouvido. Neste caso o mineral cristalino era quase sempre sulfato de chumbo, conhecido como galena, que foram então os primeiros semicondutores a serem usados. LED é uma sigla para *light emitting diode*, e o fenômeno da eletroluminescência foi observado mais a frente em 1907 pelo britânico H. J. Round e Marconi Labs usando um cristal de carboneto de silício e um “detector de bigodes de gato”, como era conhecido, na época, o semicondutor mais comum.

Os primeiros LEDs comercializáveis eram vermelhos e eram muito usados como lâmpadas indicadoras, substituindo as incandescentes, primeiro em displays de sete segmentos, depois para TVs, rádios, telefones, calculadoras etc. Os primeiros LEDs azul-violeta foram criados em 1972 pela Universidade de Stanford por Herb Maruska e Wally Rhines, estudantes de doutorado em ciência de materiais.

Figura 2.10: Mostrador de uma calculadora Texas TI-30, composto de LEDs (1976).



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TI-30-LED-Display-3682e1.jpg>

A tabela a seguir traz os tipos principais de LEDs sendo na verdade que existem uma grande quantidade de variações e tipos que estão no mercado e outras em processo de pesquisa.

Tabela 2.3: Lâmpadas de diodos emissores de luz (LEDs)

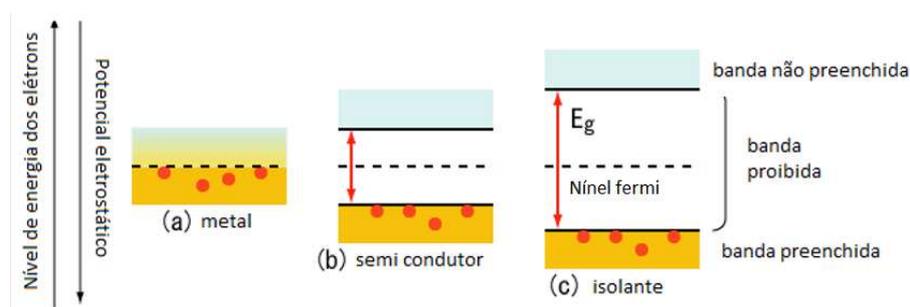
Lâmpadas de diodos emissores de luz (LEDs)	Difusos comuns Alto brilho Display alfanumérico Infravermelho Bicolor Tricolor Alta potência SMD ( <i>surface mounted device</i> )
--	---

Nas lâmpadas LEDs ocorre a eletroluminescência. Chama-se assim, pois quando em uma junção P-N é atravessada por uma corrente elétrica, ocorre uma recombinação entre elétrons e os buracos de elétrons, o elétron transita entre camadas com diferentes níveis eletrônicos de maior energia para um nível de menor energia emitindo em forma de luz que é o excesso de energia com comprimento de ondas compatíveis com a diferença de energia dos níveis eletrônicos.

O LED é um semicondutor junção P-N que emite luz através do fenômeno físico proveniente da recombinação de elétrons e “buracos de elétrons” efeito chamado de eletroluminescência. Este fenômeno pode ser estimulado por um campo elétrico ou uma corrente elétrica, neste caso especificamente em uma lâmpada LED comum a produção de luz visível é através de uma corrente elétrica contínua. Todas as lâmpadas LEDs possuem circuitos eletrônicos que controlam a diferença de potencial elétrico e a corrente elétrica de operação, pois, esses fatores precisam ser compatíveis com os materiais utilizados na fabricação dos semicondutores onde ocorre a produção de luz.

Os semicondutores possuem uma característica intermediária entre um material condutor e outro isolante e a largura da banda proibida é pequena permitindo os elétrons migrarem para banda de condução apenas com a energia térmica, deixando espaços vazios na banda de valência. A figura a seguir mostra a diferença entre os níveis de energia quânticos dos metais, semicondutor e um isolante.

Figura 2.11: Bandas de valência e condução de condutores, semicondutores e isolantes.



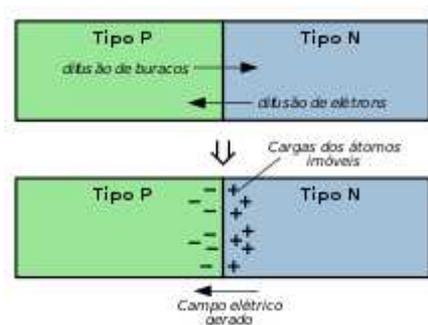
Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Band\\_Gap-Comparison-withfermi-E.PNG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Band_Gap-Comparison-withfermi-E.PNG)

Transistores e diodos utilizam semicondutores dopados que são criados com a adição de impurezas aos semicondutores intrínsecos.

Para os semicondutores que são adicionadas impurezas pentavalentes onde a maioria dos portadores de carga são elétrons, que são partículas negativas, são chamados de semicondutores tipo-N. É possível controlar a condutividade desses materiais controlando a quantidade de impureza adicionada ao semicondutor, uma pequena adição dessas impurezas pode aumentar muitas vezes a condutividade. Um semicondutor dopado com impurezas trivalentes é conhecido como semicondutor tipo-P, pois ao adicionar material dopante a rede semicondutora esses removem elétrons da banda de valência deixando “buracos” que se comportam como partículas positivas.

Quando realizamos a junção dos semicondutores de tipo-P e outro do tipo-N, ocorre uma difusão de elétrons para o lado P e de “buracos” para o lado N, devido uma concentração desigual desses portadores de carga. Esse processo ocorre até que o equilíbrio seja estabelecido através do surgimento de um potencial elétrico entre os dois lados, conhecido como potencial de contato. A figura 14 ilustra este processo. Nesta região do contato, também chamada de região de depleção, existem poucos elétrons e buracos, possuindo uma alta resistência

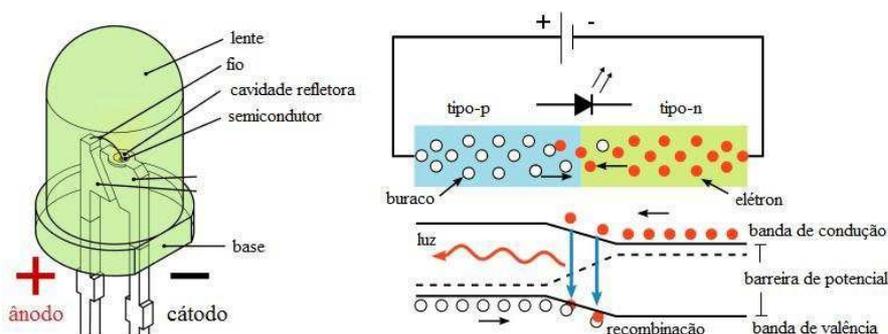
Figura 2.12: Junção P-N.



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Jun%C3%A7%C3%A3o\\_PN#/media/Ficheiro:Jun%C3%A7%C3%A3o\\_P-N\\_difus%C3%A3o\\_e\\_barreira\\_de\\_potencial.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Jun%C3%A7%C3%A3o_PN#/media/Ficheiro:Jun%C3%A7%C3%A3o_P-N_difus%C3%A3o_e_barreira_de_potencial.svg)

Após o equilíbrio estabelecido ao realizar uma polarização direta ligando o lado positivo da bateria ao lado P da junção o potencial de contato diminui na região de depleção favorecendo a difusão de “buracos de elétrons” e elétrons permitindo que uma corrente elétrica percorra o circuito. A figura a seguir mostra este processo. Este é o momento em que a eletroluminescência ocorre, buracos de elétrons e os elétrons recombinam-se e o excesso de energia é disperso por ondas eletromagnéticas maior parte na forma de luz.

Figura 2.13: Região de depleção de um diodo.



Fonte: [https://www.researchgate.net/figure/Esquemas-representando-um-LED-e-seu-processo-de-emissao-de-luz-Fonte-MOURA-2011\\_fig3\\_287120988](https://www.researchgate.net/figure/Esquemas-representando-um-LED-e-seu-processo-de-emissao-de-luz-Fonte-MOURA-2011_fig3_287120988)

A frequência da luz emitida pelo LED é uma característica intrínseca, pois, depende da diferença entre os níveis de energia de seus eletrodos, definidos na fabricação e dividido pela constante de Planck. Apesar de enxergarmos apenas uma cor, os LEDs não são monocromáticos, mas possuem um espectro de emissão de frequências bastante estreito. A tabela da figura a seguir relaciona a composição de alguns tipos de LEDs conhecidos com as cores e frequências.

Figura 2.14: Cores próprias de alguns semicondutores.

<b>Semicondutor</b>	<b>Cor da luz</b>	<b>Comprimento de onda</b>
Arsenieto de gálio e alumínio	Infravermelha	880 nm
Arsenieto de gálio e alumínio	Vermelha	645 nm
Fosfato de alumínio, índio e gálio	Amarela	595 nm
Fosfato de gálio	Verde	565 nm
Nitreto de gálio	Azul	430 nm

Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a3/Tabela\\_luz\\_comp.png/600px-Tabela\\_luz\\_comp.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a3/Tabela_luz_comp.png/600px-Tabela_luz_comp.png)

Quando ligamos o lado positivo da bateria no lado N da junção, polarização inversa, a diferença do potencial aumenta na junção e a difusão é mais difícil de ocorrer, podendo danificar o dispositivo caso o potencial elétrico ultrapassar o valor estabelecido pelo fabricante.

### 3. PRODUTO

#### 3.1. JOGO DE TABULEIRO

No final do ano de 2019 a proposta de um jogo de tabuleiro utilizando o tema iluminação estava sendo desenhada, para utilizar em sala com os estudantes com o propósito de elencar conceitos chaves da física envolvidos nos processos elétricos da iluminação. O tabuleiro, apresentado na figura a seguir, tem formato circular com divisões compostas de três secções uma para cada tipo de lâmpada (incandescente, fluorescente e eletroluminescente). Em cada uma das divisões existem imagens e comentários associados ao fenômeno físico às lâmpadas envolvidas, entre outras características no processo de iluminação.

Figura 3.1: *Layout* do jogo de tabuleiro inicialmente proposto como produto.



Fonte: Autoria própria.

As regras propostas (mas não testadas) para o jogo foram:

1. O início da partida será com a equipe ou jogador que lançar o dado e obter o maior número. Os próximos seguem o sentido horário.
2. O jogador lança o dado e percorre o número correspondente do dado em número de casas.
3. Cada casa haverá instruções que o equipe/jogador deverá cumprir.
4. As perguntas são lidas pela equipe/jogador sucessor a quem estiver jogando.
5. Quando o jogador acertar a resposta avança duas casas e passa a vez, se errar volta uma casa e passa a vez.
6. Poderá haver mais de um peão da mesma casa do tabuleiro.

7. Durante o jogo cada equipe poderá consultar o oráculo três vezes, para cada peão, no momento que julgar mas necessário.
8. Caso um jogador escolher a carta oráculo errada, não poderá escolher outra, para aquele momento.
9. O oráculo consiste em dicas chaves organizadas em um menu de dicas que apoiarão os jogadores na escolha de uma resposta. O jogador terá a opção de consultar quando julgar necessário.
10. A cada volta completa o peão irá para o centro do tabuleiro, vence a equipe que primeiro colorar os dois peões no centro. Depois que o peão for para o centro estará imune as regras do jogo.

Além das casas associadas a perguntas sobre o conteúdo abordado (física e tecnologia das lâmpadas), algumas casas denominadas "sorte ou revés" foram incluídas para dinamizar o jogo:

1. Fique uma vez sem jogar.
2. Jogue novamente.
3. Avance duas casas.
4. Volte duas casas.
5. Escolha um oponente para voltar quatro casas.
6. Escolha um oponente para lhe fazer uma pergunta, se acertar avance duas casas, se errar nada acontece.
7. Na sua próxima vez de jogar ande o dobro de casas que o dado apresentar.
8. Mova seu peão que estiver na frente para o mesmo lugar do último peão de seus oponentes.
9. Mova seu peão que está em último para o mesmo lugar do peão mais à frente de seus oponentes.
10. Todos os peões dos oponentes voltam duas casas.
11. Na sua próxima vez de jogar só poderá avançar se o número do dado for par.
12. Na sua próxima vez de jogar só poderá avançar se o número do dado for ímpar.

Antes da finalização do produto em 2020 a pandemia Covid-19 provocou uma série de restrições que tornaram impossibilitaram a sua aplicação à necessidade do distanciamento social e da suspensão das aulas de todo sistema educacional. Para contornar a situação redesenhamos a aplicação para uma versão virtual através de um *site* contendo um questionário com noventa questões de múltipla escolha, que haviam sido elaboradas a para a o jogo de tabuleiro. Esse produto, efetivamente aplicado, está descrito a seguir.

### 3.2. QUIZ VIA INTERNET

O produto efetivamente desenvolvido e testado consiste de:

1. Página de apresentação que traz algumas informações básicas sobre o projeto, oferece a possibilidade de "mais informações" e solicita um nome de usuário.
2. Um texto de esclarecimento mais aprofundado, que faz o papel de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Apesar do conteúdo do documento ser o de um TCLE, o documento não é um TCLE propriamente dito, pois como a pesquisa não coleta dados que permitem rastrear o usuário, obteve a dispensa de TCLE pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da UFSC.
3. Um breve questionário sócio-demográfico sugerindo que o usuário forneça a sua escolaridade, faixa etária, e UF de residência. O usuário não é obrigado a responder às perguntas para prosseguir.
4. Algumas páginas referentes à navegação (se já existe um usuário registrado no dispositivo, informações sobre contato com o pesquisador, orientações sobre como

adicionar um atalho para a página no dispositivo).

5. As 90 cartas que podem ser sorteadas. Todas as cartas contêm uma imagem, a pergunta, três alternativas e um comentário que é mostrado após a primeira tentativa. Neste apêndice são mostradas as cartas "completas" (alternativas corretas e incorretas evidenciadas e comentários).

Com a nova proposta foram realizados pequenos ajustes no texto das cartas, por exemplo o texto do menu foi utilizado como dica que aparece a cada vez que usuário escolhe uma alternativa quando está interagindo no site. A figura a seguir mostra um exemplo de questão que é apresentada ao usuário para que ele responda assinalando a das alternativas que julgar correta. No momento em que o usuário responde a questão uma mensagem aparece independentemente da alternativa estar correta ou não. A mensagem sempre traz informações adicionais podendo ser utilizada para escolher uma alternativa correta caso o estudante erre na primeira escolha.

Figura 3.2: Exemplo de questão apresentada ao usuário.



**Lâmpadas:  
Ciência e tecnologia na produção de luz**

Sorteadas 2	Respondidas 1 (50%)	Acertos 1 (50%)
----------------	------------------------	--------------------



A condutividade elétrica é uma característica de alguns materiais. Materiais que conduzem bem a eletricidade são classificados como

A. isolantes  
B. divisíveis  
C. condutores

correto

Materiais condutores possuem elétrons livres que poder movimentar-se no material. Metais são ótimos condutores de eletricidade, sendo os elétrons as cargas que movimentam-se.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

Fonte: Autoria própria.

As questões são padronizadas contêm os seguintes elementos:

1. **Sorteadas.** Número de questões sorteadas.
2. **Respondidas.** Número de questões respondidas.
3. **Acertos.** Número de questões corretamente respondidas.
4. **Imagem.** Toda questão tem uma imagem, de domínio público. A fonte da imagem pode ser obtida colocando-se o mouse sobre ela.
5. **Pergunta.** A pergunta propriamente dita.
6. **Alternativas.** As alternativas de resposta. Em caso de acerto, a alternativa fica azul e o termo "correto" aparece na página; caso contrário, a alternativa fica vermelha e o termo

"incorreto" aparece na página.

7. **Comentário.** O mesmo comentário é mostrado, qualquer que seja a alternativa escolhida.

As questões e respostas visam fomentar a interpretação de textos, gráficos e tabelas, sempre enfatizando conceitos físicos e tecnológicos associados à produção de luz. As imagens e informações disponibilizadas em cada questão foram selecionadas de forma estratégica para que o estudante possa associar a cada tipo de lâmpada o fenômeno físico ocorrente a produção de luz. Algumas questões levam em consideração a complementaridade, ou seja, no enunciado de uma questão pode estar a resposta de outra.

Todas as questões, com as respectivas respostas e comentários, estão listadas no apêndice 1.

O produto foi hospedado em um provedor comercial e podia ser acessado através da URL "lampadas.pro.br".

Ao acessar pela primeira vez o sistema, o usuário vê um breve texto sobre a pesquisa e a opção de fornecer um nome de usuário arbitrário. Nenhum registro é feito pelo sistema nessa ação. O usuário tem 3 opções: (1) fechar a página, o que não vai deixar registro; (2) clicar em "mais informações", que mostrará um texto de esclarecimento mais detalhado sobre o projeto, o também não vai deixar nenhum registro; (3) digitar um nome de usuário com até 16 caracteres, composto somente de letras (sem acentos) ou números.

Para virtualmente eliminar a possibilidade de multiplicidade de nomes, ao nome fornecido pelo usuário é agregada a data (ano, mês, dia, hora, minuto, segundo) obtida do dispositivo do usuário no momento em que ele aperta interage com o documento. Essa informação é registrada na *localStorage* do navegador no dispositivo do usuário, o que permitirá acompanhá-lo através da sua trajetória no sistema.

Caso o usuário utilize outro dispositivo ou outro navegador no mesmo dispositivo, essas informações não estarão disponíveis e o usuário será considerado um "novo usuário". O mesmo acontece caso o usuário limpe o histórico de navegação ou a *localStorage* do navegador. Isso foi projetado para garantir incondicionalmente a privacidade do usuário.

Além de registrar o nome-data na *localStorage* do navegador, esta informação é enviada ao servidor, que adiciona a ela a sua data (do servidor) e faz o registro do usuário.

Em seguida o sistema mostra uma tela solicitando (1) escolaridade, (2) faixa etária e (3) UF de residência do usuário. O usuário não é obrigado a fornecer as informações para continuar.

Registrados os dados demográficos, começam a ser apresentadas as questões. Cada alternativa escolhida pelo usuário gera um registro, independentemente de estar correta ou não.

## 4. APLICAÇÃO

### 4.1. DIVULGAÇÃO

Em 30/09/2021 foram enviados e-mails para os endereços institucionais de 63 escolas:

CEJA Florianópolis (ceja01@sed.sc.gov.br)  
 EEB Aderbal Ramos da Silva (aderbalramos@sed.sc.gov.br)  
 EEB Aderbal Ramos da Silva (eebars@hotmail.com)  
 EEB América Dutra Machado (america@sed.sc.gov.br)  
 EEB Dayse Werner Salles (dayse@sed.sc.gov.br)  
 EEB De Muquem (muquem@sed.sc.gov.br)  
 EEB Dom Jaime de Barros Câmara (domjaime@sed.sc.gov.br)  
 EEB Dr. Paulo Fontes" (paulofontes@sed.sc.gov.br)  
 EEB Edith Gama Ramos (edith@sed.sc.gov.br)  
 EEB Getúlio Vargas (eebgetuliovargas@sed.sc.gov.br)  
 EEB Hilda Theodoro Vieira (hildatheodoro@sed.sc.gov.br)  
 EEB Ildefonso Linhares (Ildefonso@sed.sc.gov.br)  
 EEB Intendente José Fernandes (intendente@sed.sc.gov.br)  
 EEB Irineu Bornhausen (irineu@sed.sc.gov.br)  
 EEB Irineu Bornhausen (irineubornhausen@hotmail.com)  
 EEB Januária Teixeira da Rocha (januaria@sed.sc.gov.br)  
 EEB Jornalista Jairo Callado (jairocallado@sed.sc.gov.br)  
 EEB José Boiteux (joseboiteux@sed.sc.gov.br)  
 EEB José Boiteux (eebjoseboiteux@gmail.com)  
 EEB João Gonçalves Pinheiro (gpinheiro@sed.sc.gov.br)  
 EEB Jurema Cavalazzi (juremacavalazzi@sed.sc.gov.br)  
 EEB Lauro Muller (lauromuller@sed.sc.gov.br)  
 EEB Leonor de Barros (leonordebarros@sed.sc.gov.br)  
 EEB Padre Anchieta (padreanchieta@sed.sc.gov.br)  
 EEB Pero Vaz de Caminha (perovaz@sed.sc.gov.br)  
 EEB Porto do Rio Tavares (riotavares@sed.sc.gov.br)  
 EEB Presidente Roosevelt (roosevelt@sed.sc.gov.br)  
 EEB Profª Laura Lima (lauralima@sed.sc.gov.br)  
 EEB Profº Aníbal Nunes Pires (anibal@sed.sc.gov.br)  
 EEB Profº Henrique Stodieck (henriquestodieck@sed.sc.gov.br)  
 EEB Profº Henrique Stodieck (hstodieck@gmail.com)  
 EEB Rosa Torres de Miranda (rosatorres@sed.sc.gov.br)  
 EEB Rosinha Campos (rosinha@sed.sc.gov.br)  
 EEB Simão José Hess (simaohess@sed.sc.gov.br)  
 EEB Tenente Almachio (almachio@sed.sc.gov.br)  
 EEB Baldicero Filomeno (baldicero@sed.sc.gov.br)  
 EEB General José Vieira da Rosa (general@sed.sc.gov.br)  
 EEB Júlio da Costa Neves (julioneves@sed.sc.gov.br)  
 EEB Severo Honorato da Costa (severohonorato@sed.sc.gov.br)  
 EEM Antônio Paschoal Apóstolo (papistolo@sed.sc.gov.br)  
 EEM Henrique Veras (henriqueveras@sed.sc.gov.br)  
 EEM Jacó Anderle (eemjacoanderle@sed.sc.gov.br)  
 EEM Pref. Acácio Garibaldi São Thiago (prefacacio@sed.sc.gov.br)  
 Instituto Estadual de Educação (secretaria@iee.sed.sc.gov.br)  
 Instituto Estadual de Educação (dg@iee.sc.gov.br)  
 EEB Cônego Rodolfo Machado (conego@sed.sc.gov.br)

EEB Emérita Duarte Silva e Souza (emerita@sed.sc.gov.br)  
EEB Joaquim João Cardoso (joaquimcardoso@sed.sc.gov.br)  
EEB Prefeito Avelino Muller (avelinomuller@sed.sc.gov.br)  
EEB Prof<sup>a</sup> Eloísa Maria Prazeres de Faria (eloisa@sed.sc.gov.br)  
EEB Prof<sup>a</sup> Maria de Lourdes Scherer (lourdesscherer@sed.sc.gov.br)  
EEB Prof<sup>a</sup> Tânia Mara Faria e Silva Locks (taniamara@sed.sc.gov.br)  
EEB Prof<sup>o</sup> Alexandre Sérgio Godinho (godinho@sed.sc.gov.br)  
EEB Prof<sup>o</sup> José Brasilício (brasilicio@sed.sc.gov.br)  
EEB Prof<sup>o</sup> José Brasilício (josebrasilicio@gmail.com)  
EEF Areias de Cima (areiasdecima@sed.sc.gov.br)  
EEF Santo Antônio (santoantonio@sed.sc.gov.br)  
EEF Teófilo Teodoro Regis (eefteofiloteodoro@sed.sc.gov.br)  
EEM Prof<sup>a</sup> Maria da Glória Viríssimo de Faria (mariadagloria@sed.sc.gov.br)  
EIEF Kakupe (eiefkakupe@sed.sc.gov.br)  
EIEF Taguató (samuelkarai@hotmail.com)  
EIEF Wherá Tupã – Poty Djá (weratupa@sed.sc.gov.br)  
EEB Altamiro Guimarães (altamiro@sed.sc.gov.br)

Também em 30/09/2021 foram enviados e-mails para os colegas do programa de pós-graduação ao qual o pesquisador está vinculado, utilizando a sua lista de contatos.

Entre 30/09/2021 e 27/10/2021 foram enviadas mensagens de WhatsApp para 21 diretores/as e coordenadores/as pedagógicas de escolas que estavam na lista de contatos pessoais do pesquisador.

Por tratarem-se de contatos pessoais, os seus endereços eletrônicos e números de WhatsApp não serão listados aqui.

#### 4.2. AQUISIÇÃO DOS DADOS

A aquisição dos dados deu-se entre 01 de outubro e 05 de novembro de 2021. O arquivo de dados contém 2202 registros feitos por 85 usuários distintos. Os registros de todos os usuários são misturados, mas em ordem cronológica. Segue um exemplo:

01 2021-10-01-12-07-14\_Luizy-2021-10-01-12-07-11  
 02 2021-10-01-12-07-31\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_medio-corrente\_SC\_15-19  
 03 2021-10-01-12-07-55\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_37\_a\_1  
 04 2021-10-01-12-13-06\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_64\_a\_0  
 05 2021-10-01-12-13-21\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_55\_a\_2  
 06 2021-10-01-12-13-28\_vviborgess-2021-10-01-12-13-27  
 07 2021-10-01-12-13-33\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_56\_a\_0  
 08 2021-10-01-12-13-43\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_26\_a\_2  
 09 2021-10-01-12-14-00\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_50\_a\_0  
 10 2021-10-01-12-14-02\_vviborgess-2021-10-01-12-13-27\_medio-corrente\_SC\_15-19  
 11 2021-10-01-12-14-16\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_63\_a\_0  
 12 2021-10-01-12-14-16\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_63\_a\_2  
 13 2021-10-01-12-14-24\_vviborgess-2021-10-01-12-13-27\_q\_56\_a\_0  
 14 2021-10-01-12-14-37\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_39\_a\_1  
 15 2021-10-01-12-14-56\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_75\_a\_0  
 16 2021-10-01-12-14-59\_vviborgess-2021-10-01-12-13-27\_q\_6\_a\_1  
 17 2021-10-01-12-15-04\_Caroline-2021-10-01-12-15-27  
 18 2021-10-01-12-15-23\_vviborgess-2021-10-01-12-13-27\_q\_85\_a\_1  
 19 2021-10-01-12-15-54\_Caroline-2021-10-01-12-16-17  
 20 2021-10-01-12-16-20\_Caroline-2021-10-01-12-16-17\_medio-corrente\_SC\_15-19  
 21 2021-10-01-12-15-54\_Luizy-2021-10-01-12-07-11\_q\_4\_a\_1  
 22 2021-10-01-12-16-04\_vviborgess-2021-10-01-12-13-27\_q\_35\_a\_2  
 23 2021-10-01-12-16-09\_vviborgess-2021-10-01-12-13-27\_q\_35\_a\_1

Os números 01, 02, ... 25 à frente das linhas indicam o número da linha para a descrição que segue e não fazem parte dos dados.

Na linha 01 o sistema registrou alguém que se identificou como "Luizy". A data "2021-10-01-12-07-11" foi obtida do dispositivo da usuária, anexado ao nome digitado, e permanecerá sempre com ele nos demais registros. Já a data "2021-10-01-12-07-14" foi anexada ao registro quando o servidor recebeu a demanda pelo registro.

Na linha 02 o sistema registrou a escolaridade, UF de residência e faixa etária informada pela usuária 17 segundos depois do registro inicial (o que significa que provavelmente não leu as informações adicionais).

Nas linhas 03 a 05 o sistema registrou as respostas às questões 37 (alternativa "b"), 64 (alternativa "a") e 55 (alternativa "c"). Por conveniência computacional "a" está representado por "0", "b" por "1" e "c" por "2".

Na linha 06 o sistema fez o registro inicial de "vviborgess", e registrou a sua escolaridade, UF de residência e faixa etária 44 segundos depois (linha 10). Nesse ínterim, "Luizy" acessou e respondeu mais três perguntas (linhas 07, 08 e 09).

As linhas 11 e 12 indicam uma situação relativamente comum: a usuária Luizy respondeu a questão 63 primeiro escolhendo a alternativa "a" (0) e em seguida a alternativa "c" (2). Nas linhas 22 e 23 vê-se o mesmo procedimento feito por "vviborgess", que respondeu a questão 35 primeiro escolhendo a alternativa "c" (2) e depois a alternativa "b" (1).

O número real de pessoas que acessaram o sistema deve ser um pouco menor do que os 85 identificados. Por exemplo o nome de usuário "Caroline" tem dois registros, um feito em 2021-10-01-12-15-27 e outro em 2021-10-01-12-16-17 (um minuto depois). Não constam registros dos dados demográficos (escolaridade, UF de residência, faixa etária) ou de questões respondidas associados ao primeiro registro, apenas ao segundo.

### 4.3. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Ao longo do período de aquisição de dados foram coletados 2202 registros de 85 usuários. Entretanto, foram identificados usuários que fizeram o registro inicial e não passaram da página solicitando os dados demográficos (e portanto não responderam qualquer questão) e registros de usuários que fizeram o registro inicial, forneceram os dados demográficos, mas não responderam qualquer questão.

Desse modo, foi aplicado um filtro aos dados e considerados apenas os usuários que (1) fizeram o registro; (2) passaram pela solicitação dos dados demográficos (não necessariamente informando-os, o que era opcional) e (3) responderam a pelo menos uma questão. Usuários com o mesmo nome mas diferentes nome+data que satisfazem esses critérios foram considerados distintos (são pouquíssimos casos, como será informado adiante).

Os usuários que passaram pelo filtro serão chamados de usuários ativos. Aplicado o filtro, o universo de dados analisados compreende 50 usuários ativos. A tabela a seguir mostra os dados demográficos fornecidos pelos usuários, bem como alguns indicadores de desempenho.

Tabela 4.1: Dados demográficos (Escolaridade, UF de residência e faixa etária) e indicadores de desempenho (tempo de permanência  $T_p$ , número de questões respondidas  $N$  e taxa de primeiras escolhas corretas  $f_1$ ) para os 50 usuários ativos.

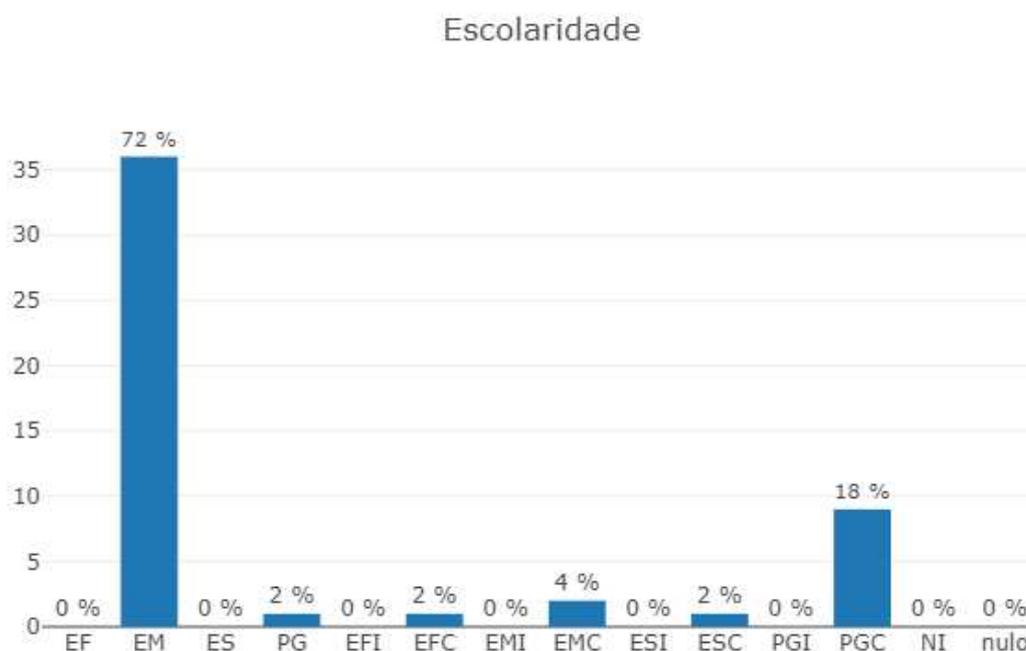
Usr.	Esc.	UF	Faixa etária	$T_p$ (min)	$N$	$f_1$
1	EM(I)	SC	15-19	1	13	0,31
2	EM(I)	SC	15-19	63	89	0,64
3	EM(I)	SC	15-19	5	11	0,82
4	EM(I)	SC	15-19	1	3	0,00
5	EM(I)	SC	15-19	1	14	0,43
6	EM(I)	SC	15-19	14	58	0,43
7	EM(I)	SC	15-19	20	31	0,68
8	PG(C)	SC	>50	34	9	0,67
9	PG(C)	SC	30-50	28	30	0,80
10	EM(I)	SC	15-19	3	53	0,38
11	PG(C)	SC	30-50	9	14	0,79
12	EM(I)	SC	15-19	8	22	0,64
13	EM(I)	SC	15-19	10	90	0,40
14	PG(C)	SC	30-50	27	89	0,44
15	EM(I)	SC	15-19	2	3	0,33
16	EM(I)	SC	15-19	2	4	0,50
17	EM(I)	SC	15-19	38	20	0,60
18	PG(C)	SC	30-50	26	27	0,52
19	PG(I)	SC	30-50	11	20	0,75
20	EM(I)	SC	15-19	2	1	0,00
21	EM(I)	SC	15-19	2	3	0,00
22	EM(I)	SC	15-19	2	14	0,43
23	EF(C)	--	--	13	10	0,40
24	EM(I)	SC	15-19	3	47	0,38
25	PG(C)	--	>50	0	1	0,00
26	EM(I)	SC	15-19	20	41	0,56
27	EM(I)	SC	15-19	10	33	0,58
28	PG(C)	SC	30-50	0	1	0,00
29	EM(I)	SC	15-19	54	2	0,50
30	EM(I)	SC	15-19	2	3	0,33
31	EM(C)	SC	>50	17	31	0,68
32	EM(I)	SC	15-19	360	3	0,00
33	ES(C)	SC	30-50	1	1	1,00
34	EM(I)	SC	15-19	33	90	0,33
35	EM(I)	SC	15-19	1	2	0,00
36	EM(I)	SC	15-19	10	90	0,50
37	PG(C)	SC	30-50	5	11	0,73
38	EM(C)	SC	30-50	11	77	0,27
39	PG(C)	SC	>50	0	1	0,00
40	EM(I)	SC	15-19	24	7	0,71
41	EM(I)	--	15-19	41	40	0,82
42	EM(I)	SC	15-19	69	90	0,48
43	EM(I)	SC	15-19	1	3	0,00
44	EM(I)	SC	15-19	10	14	0,86
45	EM(I)	SC	15-19	3	10	0,60
46	EM(I)	SC	15-19	2	5	0,40
47	EM(I)	SC	15-19	1	2	0,50
48	EM(I)	SC	15-19	0	2	0,00
49	EM(I)	SC	15-19	13	20	0,75
50	EM(I)	SC	15-19	37	19	0,58

Para o conjunto dos usuários ativos temos, **em média**:

- Número de questões respondidas: 25
- Número de alternativas escolhidas: 37
- Número de alternativas escolhidas por questão: 1,4
- Fração de alternativas corretas escolhidas na primeira tentativa: 0,45
- Tempo de permanência (minutos): 21
- Tempo por número médio de questões respondidas (minutos): 0,82

O gráfico a seguir traz a participação em função da escolaridade. Dignos de nota são os 72% dos respondentes cursando o ensino médio (o público-alvo primário do produto) e os 18% dos participantes com pós-graduação completa, fatos provavelmente devidos à divulgação ter sido parcialmente realizada nos grupos sociais do pesquisador, na sua maioria professores graduados e pós-graduados, que eventualmente repassaram a informação da existência da pesquisa aos seus alunos.

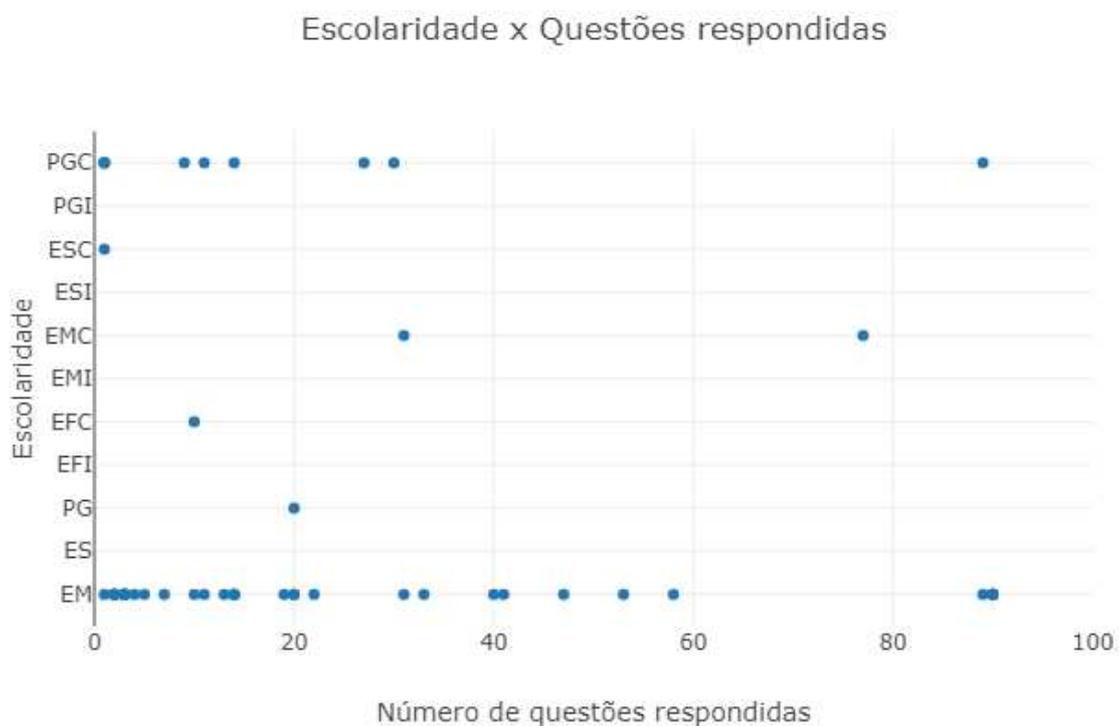
Figura 4.1: Escolaridade dos usuários. EF, EM, ES e PG a Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Superior e Pós graduação em andamento; quando seguidos de "I" ou um "C" representam os mesmos níveis incompleto e completo, respectivamente, para usuários que não estão formalmente estudando.



Fonte: Autoria própria.

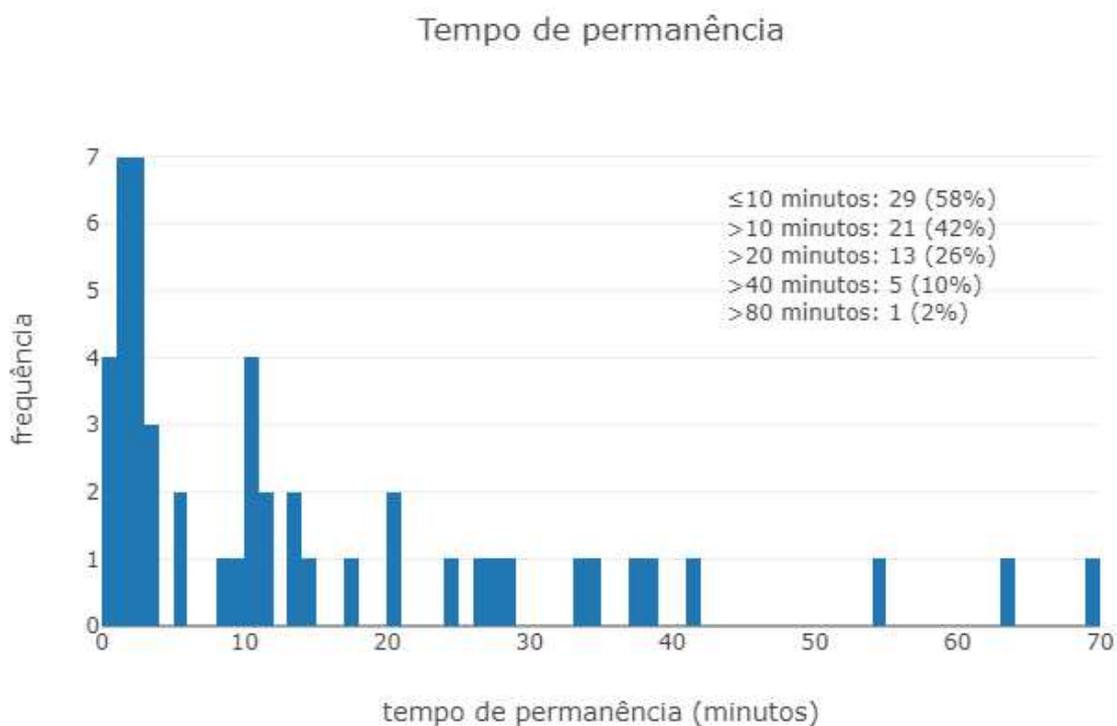
O gráfico a seguir mostra o grau de escolaridade em função do número de questões respondidas. Destacamos alguns dados deste gráfico: (a) dois estudantes de ensino médio responderam 89 questões; (b) dois usuários com ensino médio completo e sem matrícula no sistema de educação formal responderam 31 e 77 questões, sinalizando um interesse inesperado desse perfil, assim como o do único usuário com ensino fundamental completo; (c) o relativamente grande número de usuários com pós-graduação completa que respondeu um grande número de questões. De forma global, 58% dos participantes responderam mais de 10 questões, 36% responderam mais de 20 questões, 22% responderam mais de 40 questões e 12% responderam mais de 80 questões.

Figura 4.2: Correlação entre o número de questões respondidas e a escolaridade dos usuários.



Fonte: Autoria própria.

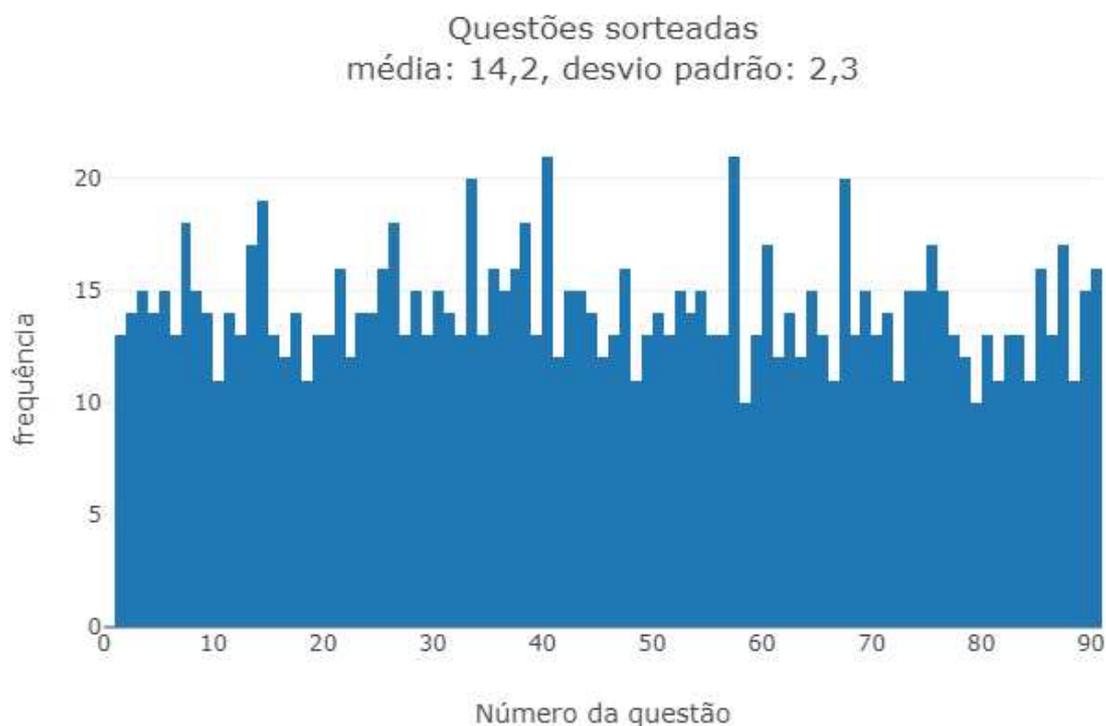
O gráfico a seguir traz a distribuição de frequência do tempo de permanência dos usuários no site. Mais da metade dos participantes, 58%, permaneceram por até 10 minutos interagindo, 26 % permaneceram até pouco menos 20 minutos, 10% mais de 40 minutos e um participante permaneceu mais de 80 minutos. O destaque vem para 3 participantes, que declararam estarem no ensino médio e permaneceram mais de 50 minutos respondendo as questões.

Figura 4.3: Distribuição de frequência do tempo de permanência no *site*.

Fonte: Autoria própria.

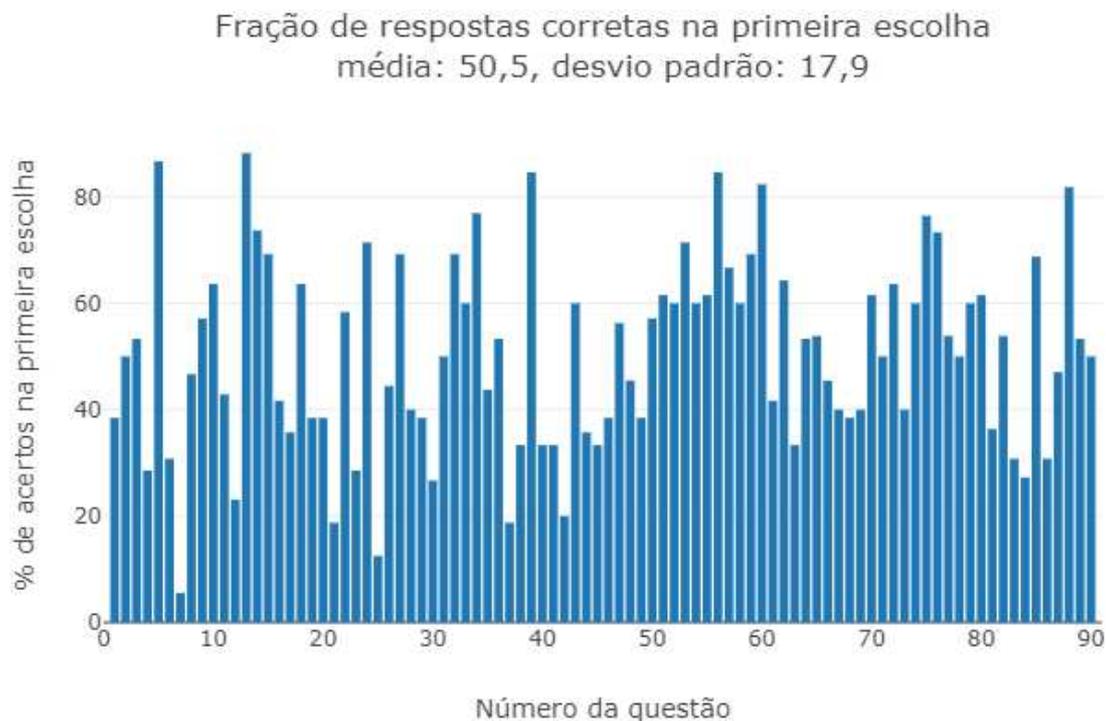
O gráfico a seguir mostra a frequência com que cada questão foi sorteada. Por um lado, mostra que, como era de se esperar, não houve um viés significativo associado a uma questão ou grupo de questões. Para além disso, serve também para ajudar a eventualmente entender melhor a porcentagem de acertos na primeira tentativa. Destacamos as 5 questões mais frequentes e as 8 menos frequentes para realizar discussão.

Figura 4.4: Distribuição de frequência das questões sorteadas.



Fonte: Autoria própria.

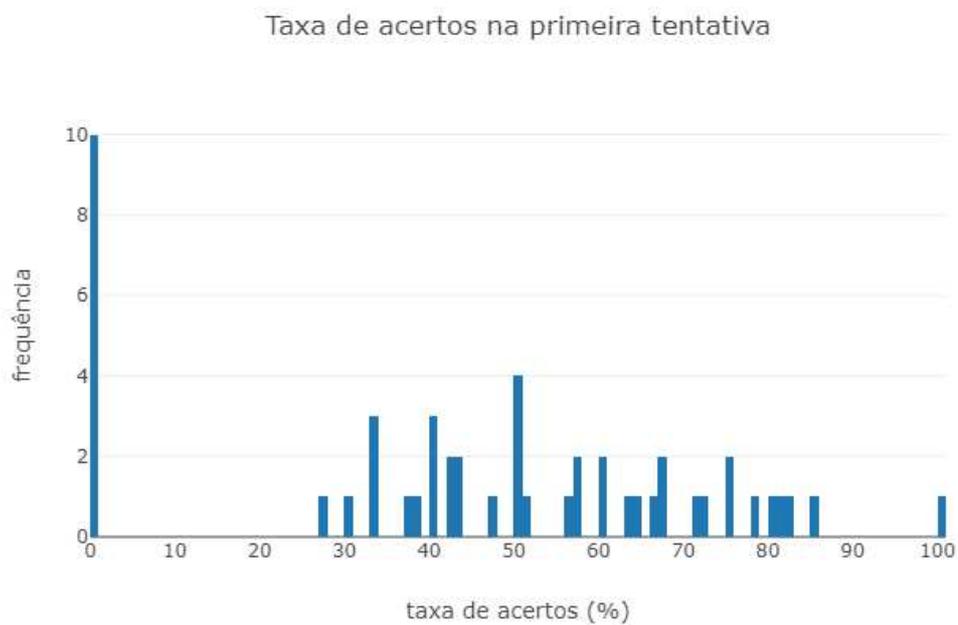
Figura 4.5: Percentuais de acertos na primeira escolha para cada questão.



Fonte: Autoria própria.

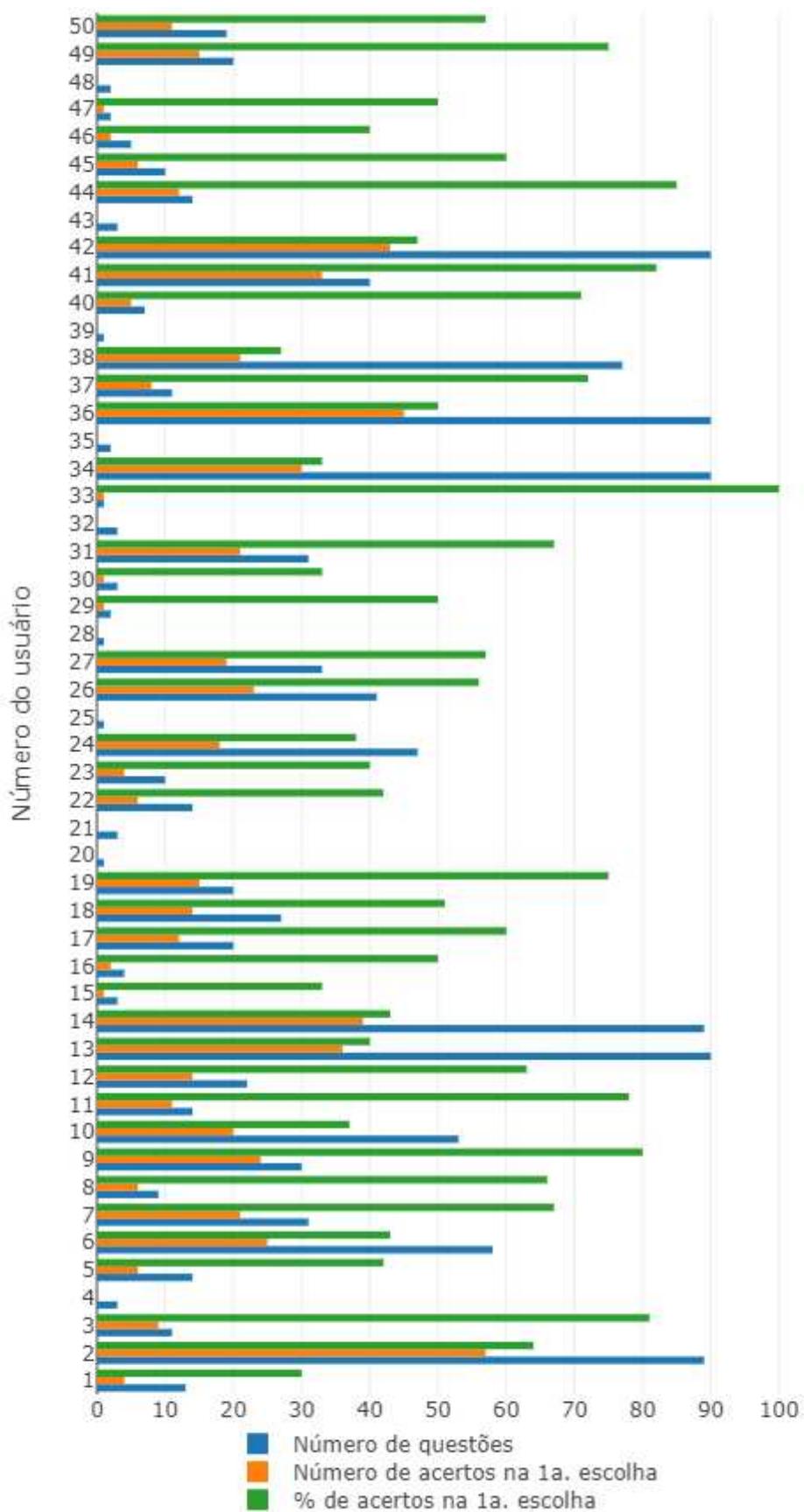
O programa selecionou 21 vezes as questões de números 57 e 40. A questão de número 57 obteve uma taxa de acertos na primeira escolha de 67% dos participantes e a questão de número 40 obteve taxa de 33% na primeira tentativa. As questões de número 33 e 67 foram selecionadas 20 vezes sendo que a questão 33 obteve uma taxa de 60% acerto na primeira tentativa e a questão 67 obteve 40% de acerto na primeira tentativa. A questão 14 foi selecionada 19 vezes e 74% dos participantes escolheram a alternativa correta na primeira tentativa. As questões de número 58 e 79 foram selecionadas 10 vezes cada uma. Em ambas as questões os usuários obtiveram uma taxa de 60% de acertos na primeira tentativa. As questões 10, 18, 48, 81, 84 e 88 foram selecionadas 11 vezes. Dessas as questões 10 e 18 obtiveram uma taxa de 64%. A questão 48 obteve taxa de acertos de 45%. A questão de número 81 obteve uma taxa de acerto de 36%. para a questão de número 84 a taxa ficou em 82% e por fim a questão de número 88 obteve 82 % de acertos.

Figura 4.6: Distribuição de frequência das taxas de acerto no primeira tentativa.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4.7: Número de acertos, número de acertos na 1a. escolha e respectivos percentuais de acerto, discriminado por estudante.



Fonte: Autoria própria.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este produto educacional foi elaborado a partir de uma primeira versão que havia sido projetada para a confecção de um jogo de tabuleiro. A proposta do jogo era discutir os fenômenos elétricos da incandescência, fluorescência e eletroluminescência a partir de uma dinâmica utilizando cartas com perguntas e respostas envolvendo aspectos históricos, tecnológicos, conceitos ligados aos fenômenos físicos, tipos de lâmpadas, eficiência na produção de luz, natureza da luz.

A ideia era unir uma estratégia lúdica, associada a um artefato comum na vida dos estudantes. Entretanto com os alertas sanitários em relação à pandemia covid-19 por segurança mudamos nossos planos, pois o jogo precisaria ser testado presencialmente com os estudantes em uma sala de aula. Aproveitamos então boa parte do trabalho que já havia sido realizado para propor uma versão utilizando um site e divulgar para estudantes de várias escolas públicas. No site são recolhidas algumas informações durante a interação do usuário que pensamos ser relevante para a pesquisa. Primeiro o usuário responde voluntariamente a algumas perguntas como idade, sexo, grau de escolaridade, federação onde reside. Em seguida são apresentadas as cartas para o usuário.

O produto foi divulgado em duas etapas. A primeira para uma lista de e-mails de várias escolas do Estado de Santa Catarina e na segunda foi divulgado para os contatos pessoais do pesquisador como colegas de profissão, diretores de escola. A segunda estratégia mostrou ser mais eficiente que a primeira.

Observamos que os usuários que participaram da pesquisa interagiram de maneira satisfatória relevando uma certa surpresa na média tempo de permanência e número de questões respondidas relevando que o site pode contribuir para formação dos estudantes e professores.

Acreditamos por hipótese que algumas estratégias de divulgação e melhorias no produto poderiam ser utilizadas para atingir um número maior de usuários e engajamento para responder as perguntas:

1. Buscar estratégias utilizando diversas redes sociais e marketing na divulgação.
2. Fazer contato com outras redes de educação de outros estados e municípios de país.
3. Gamificação na interação do usuário com as perguntas, adicionando, por exemplo, um termômetro de acertos ou record de acertos.
4. Classificar e apresentar as questões por nível de dificuldade e tempo para interpretação.
5. Diversificar os tipos de perguntas permitindo inclusive que o estudante faça uma breve pesquisa nas páginas da web para encontrar a resposta.

## REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, M. E. B. Tecnologia na escola: criação de redes de conhecimentos. Tecnologias na escola. p. 70-73. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/2sf.pdf>. Acesso em 19 de julho de 2023.
2. BRASIL, Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). "PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias". Brasília, DF: MEC/Semtec, 2007. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em 22 de agosto de 2022.
3. CETIC.BR, Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação. Coletiva de imprensa, São Paulo, 9 de junho de 2020. Disponível em [https://www.cetic.br/media/analises/tic\\_educacao\\_2019\\_coletiva\\_imprensa](https://www.cetic.br/media/analises/tic_educacao_2019_coletiva_imprensa) e <https://www.cetic.br/pt/pesquisa/educacao/publicacoes/>. Acesso em 19 de julho de 2023.
4. KENSKI, V. M., Educação e Tecnologia: o novo ritmo da informação. Campinas, SP, Papirus, 2007.
5. MORAN, J.M. Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. Campinas: Papirus, 2001.
6. MOREIRA, M. A. A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física. Revista Brasileira de Física, Vol. 9, N. 1, 1979.
7. MOREIRA, M. A.; MASSINI, E. Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1982.
8. MOREIRA, V. A. Iluminação e fotometria: teoria e aplicação. São Paulo, Edgard Blucher, 1987.
9. MORTIMER E. F., Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? Investigações em Ensino de Ciências – V 1(1), pp. 20-39, 1996.
10. NOVAK, J. Aprender, criar e utilizar o conhecimento. Lisboa: Plátano Editora, 2000.
11. OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A., Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". Investigações em Ensino de Ciências – V 5(1), pp. 23-48, 2000.
12. SANTA CATARINA, Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina, Disponível em [https://drive.google.com/file/d/1fWQZ3B36RbCRbIKJ2vMDPvbfO-d3v8\\_D/view](https://drive.google.com/file/d/1fWQZ3B36RbCRbIKJ2vMDPvbfO-d3v8_D/view), 2021. Acesso em 19 de julho de 2023.
13. SILVA, L. M. dal; MOURA, R. W. S. O jogo e a aprendizagem significativa. Anais do 3o. Encontro de Iniciação à Docência da UEPB, Campina Grande, Realize Editora, 2013. Disponível em <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/4774>. Acesso em 19 de julho de 2023.
14. TEIXEIRA, H. Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, 2015. Disponível em <http://www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem/teoria-da-aprendizagem-significativa-de-david-ausubel>. Acesso em: 04 de março de 2021.
15. TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, dez. 1992.

16. TEZANI, Thaís Cristina Rodrigues, "A educação escolar no contexto das tecnologias da informação e da comunicação: desafios e possibilidades para a prática pedagógica curricular". Bauru, SP: Revista FAAC, v. 1, n. 1, abr/set 2011. Disponível em <https://www3.faac.unesp.br/revistafaac/index.php/revista/article/view/11/5>. Acesso em 22 de agosto de 2022.

## FONTES ADICIONAIS

As informações contidas nas cartas foram extraídas de diversas fontes, entre livros didáticos, livros técnicos, e na internet, principalmente em verbetes da Wikipedia:

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting\\_diode#Types](https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode#Types)
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_light](https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_light)
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent\\_light\\_bulb](https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb)
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Gas-discharge\\_lamp](https://en.wikipedia.org/wiki/Gas-discharge_lamp)
5. [https://en.wikipedia.org/wiki/Arc\\_lamp](https://en.wikipedia.org/wiki/Arc_lamp)
6. [https://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-high-performance\\_lamp](https://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-high-performance_lamp)
7. [https://en.wikipedia.org/wiki/Metal-halide\\_lamp](https://en.wikipedia.org/wiki/Metal-halide_lamp)
8. [https://en.wikipedia.org/wiki/Fluorescent\\_lamp](https://en.wikipedia.org/wiki/Fluorescent_lamp)
9. [https://en.wikipedia.org/wiki/Neon\\_lamp](https://en.wikipedia.org/wiki/Neon_lamp)
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium-vapor\\_lamp](https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium-vapor_lamp)
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/Electrodeless\\_lamp](https://en.wikipedia.org/wiki/Electrodeless_lamp)
12. <https://en.wikipedia.org/wiki/Lighting>
13. [https://en.wikipedia.org/wiki/LED\\_lamp](https://en.wikipedia.org/wiki/LED_lamp)
14. [https://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%A2mpada\\_de\\_arco\\_de\\_xen%C3%B4nio](https://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%A2mpada_de_arco_de_xen%C3%B4nio)
15. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Balan%C3%A7o\\_de\\_cores](https://pt.wikipedia.org/wiki/Balan%C3%A7o_de_cores)
16. <https://dicasdozebio.com/2015/12/20/filamento-led-conheca-e-compare-parte-1/>
17. [https://en.wikipedia.org/wiki/Germicidal\\_lamp](https://en.wikipedia.org/wiki/Germicidal_lamp)
18. <http://www.comofazerascosas.com.br/led-o-que-e-para-que-serve-tipos-e-como-funciona.html>
19. [https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting\\_diode#Types](https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode#Types)
20. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3e/Single\\_and\\_multicolor\\_surface\\_mount\\_miniature\\_LEDs\\_in\\_most\\_common\\_sizes.jpg/800px-Single\\_and\\_multicolor\\_surface\\_mount\\_miniature\\_LEDs\\_in\\_most\\_common\\_sizes.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3e/Single_and_multicolor_surface_mount_miniature_LEDs_in_most_common_sizes.jpg/800px-Single_and_multicolor_surface_mount_miniature_LEDs_in_most_common_sizes.jpg)
21. <http://www.discoverynaescola.com/infografico-home/>
22. <http://recursosdefisica.com.br/jogos-diversos.html>

Todas as imagens utilizadas nas cartas de questões são de domínio público e podem ser acessadas em:

1. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Transf\\_de\\_cargas.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Transf_de_cargas.png)
2. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Atomo\\_de\\_Rutherford\\_con\\_neutrones.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Atomo_de_Rutherford_con_neutrones.png)
3. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Bateria\\_\(eletricidade\)#/media/Ficheiro:6\\_most\\_common\\_battery\\_types-1.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Bateria_(eletricidade)#/media/Ficheiro:6_most_common_battery_types-1.jpg)
4. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Modelo\\_de\\_circuito\\_.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Modelo_de_circuito_.png)
5. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Chuveiro.JPG>, <https://fi.wikipedia.org/wiki/Tiedo:sto:Lamp2.jpg>
6. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Color\\_temperature.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Color_temperature.svg)
7. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NBR\\_14136\\_plugs\\_and\\_outlet.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NBR_14136_plugs_and_outlet.jpg)
8. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Onda\\_Harm%C3%B4nica.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Onda_Harm%C3%B4nica.png)
9. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Modelo\\_de\\_circuito\\_.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Modelo_de_circuito_.png)
10. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electromagnetic\\_spectrum-pt\\_br.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electromagnetic_spectrum-pt_br.svg)
11. [https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Electric\\_bulb\\_filament.jpg](https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Electric_bulb_filament.jpg)
12. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/44/Human-Infrared.jpg>
13. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/44/Human-Infrared.jpg>
14. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Edison\\_bulb.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Edison_bulb.jpg)
15. [https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Electric\\_bulb\\_filament.jpg](https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Electric_bulb_filament.jpg)
16. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spectre.svg>
17. [https://www.researchgate.net/figure/Bremsstrahlung-radiation\\_fig1\\_237535360](https://www.researchgate.net/figure/Bremsstrahlung-radiation_fig1_237535360)

18. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1024\\_Pyrometer-8445.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1024_Pyrometer-8445.jpg)
19. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbonfilament.jpg>
20. [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gl%C3%BChwendel\\_brennt\\_durch.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gl%C3%BChwendel_brennt_durch.jpg)
21. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spectral\\_power\\_distribution\\_of\\_a\\_25\\_W\\_incandescent\\_light\\_bulb.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spectral_power_distribution_of_a_25_W_incandescent_light_bulb.png)
22. [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gl%C3%BChwendel\\_brennt\\_durch.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gl%C3%BChwendel_brennt_durch.jpg)
23. [https://en.wikipedia.org/wiki/Joule\\_heating#/media/File:Toaster-quartz\\_element.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Joule_heating#/media/File:Toaster-quartz_element.JPG)
24. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ef/ThomasEdison.jpg>
25. [https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Electric\\_bulb\\_filament.jpg](https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Electric_bulb_filament.jpg)
26. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spectral\\_power\\_distribution\\_of\\_a\\_25\\_W\\_incandescent\\_light\\_bulb.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spectral_power_distribution_of_a_25_W_incandescent_light_bulb.png)
27. [https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent\\_light\\_bulb#/media/File:Filament.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb#/media/File:Filament.jpg)
28. [https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent\\_light\\_bulb#/media/File:Gluehlampe\\_01\\_KMJ.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb#/media/File:Gluehlampe_01_KMJ.png)
29. <https://www.glight.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/05/etiqueta-ence-lampadas-led-1024x512.jpg>
30. <https://www.glight.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/05/etiqueta-ence-lampadas-led-1024x512.jpg>
31. <https://www.glight.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/05/etiqueta-ence-lampadas-led-1024x512.jpg>
32. <https://www.glight.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/05/etiqueta-ence-lampadas-led-1024x512.jpg>
33. <https://www.glight.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/05/etiqueta-ence-lampadas-led-1024x512.jpg>
34. [https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent\\_light\\_bulb#/media/File:Wolfram-Halogengl%C3%BChlampe.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb#/media/File:Wolfram-Halogengl%C3%BChlampe.png)
35. [https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent\\_light\\_bulb#/media/File:Wolfram-Halogengl%C3%BChlampe.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb#/media/File:Wolfram-Halogengl%C3%BChlampe.png)
36. [https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent\\_light\\_bulb#/media/File:Wolfram-Halogengl%C3%BChlampe.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Incandescent_light_bulb#/media/File:Wolfram-Halogengl%C3%BChlampe.png)
37. [https://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_arc#/media/File:Lichtbogen\\_3000\\_Volt.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_arc#/media/File:Lichtbogen_3000_Volt.jpg)
38. [https://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_arc#/media/File:Lichtbogen\\_3000\\_Volt.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_arc#/media/File:Lichtbogen_3000_Volt.jpg)
39. [https://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_arc#/media/File:Lichtbogen\\_3000\\_Volt.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_arc#/media/File:Lichtbogen_3000_Volt.jpg)
40. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arc\\_lamp-afterglow\\_3\\_PNr%C2%B00039.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arc_lamp-afterglow_3_PNr%C2%B00039.jpg)
41. [https://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_arc#/media/File:Lichtbogen\\_3000\\_Volt.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_arc#/media/File:Lichtbogen_3000_Volt.jpg)
42. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Early\\_Cooper\\_Hewitt\\_mercury\\_vapor\\_lamp.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/Early_Cooper_Hewitt_mercury_vapor_lamp.jpg)
43. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz\\_fluorescente-LMB.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz_fluorescente-LMB.png)
44. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz\\_fluorescente-LMB.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz_fluorescente-LMB.png)
45. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz\\_fluorescente-LMB.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz_fluorescente-LMB.png)
46. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz\\_fluorescente-LMB.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz_fluorescente-LMB.png)
47. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz\\_fluorescente-LMB.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz_fluorescente-LMB.png)
48. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/13/Lightning\\_over\\_Oradea\\_Romania\\_3.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/13/Lightning_over_Oradea_Romania_3.jpg)
49. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/imgmod/qpro1.png>
50. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Leuchtstofflampen-ctaube050409.jpg>
51. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorcao\\_01.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorcao_01.svg)
52. [https://hu.m.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:Fluorescent\\_minerals\\_hg.jpg](https://hu.m.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:Fluorescent_minerals_hg.jpg)
53. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:LPS\\_Lamp\\_35W\\_running.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:LPS_Lamp_35W_running.jpg)
54. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/Misch.svg>
55. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=97378348>
56. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=97378348>
57. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Germicidal\\_Lamp\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Germicidal_Lamp_1.jpg)
58. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Germicidal\\_Lamp\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Germicidal_Lamp_1.jpg)
59. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/BlackLight.JPG>

60. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Placa\\_com\\_componentes\\_SMD.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Placa_com_componentes_SMD.jpg)
61. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/BandGap-Comparison-withfermi-E.PNG>
62. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insulator\\_railways.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insulator_railways.jpg)
63. [https://en.wikipedia.org/wiki/Valence\\_and\\_conduction\\_bands#/media/File:Band\\_filling\\_diagram.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Valence_and_conduction_bands#/media/File:Band_filling_diagram.svg)
64. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Verschiedene\\_LEDs.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Verschiedene_LEDs.jpg)
65. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PN\\_diode\\_with\\_electrical\\_symbol.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PN_diode_with_electrical_symbol.svg)
66. [https://en.wikipedia.org/wiki/File:LED,\\_5mm,\\_green\\_\(en\).svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:LED,_5mm,_green_(en).svg)
67. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/79/Semicondutores\\_tipos.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/79/Semicondutores_tipos.png)
68. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/79/Semicondutores\\_tipos.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/79/Semicondutores_tipos.png)
69. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PN\\_diode\\_with\\_electrical\\_symbol.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PN_diode_with_electrical_symbol.svg)
70. <https://it.wikipedia.org/wiki/File:FulminiUberti2006.jpg>
71. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Osram\\_projector\\_lamp\\_8V\\_50W\\_P30s-0,3\\_58.8007-93331.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Osram_projector_lamp_8V_50W_P30s-0,3_58.8007-93331.jpg)
72. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED-E27-Light-Bulb-1112\\_01.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED-E27-Light-Bulb-1112_01.jpg)
73. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lichtenberg\\_figure\\_in\\_block\\_of\\_Plexiglas.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lichtenberg_figure_in_block_of_Plexiglas.jpg)
74. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ACSR\\_and\\_ACCC.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ACSR_and_ACCC.JPG)
75. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insulator\\_railways.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insulator_railways.jpg)
76. [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_spectroscopy#/media/File:Dispersion\\_prism.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_spectroscopy#/media/File:Dispersion_prism.jpg)
77. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spectre\\_visible\\_light.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spectre_visible_light.svg)
78. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LEDs.jpg>
79. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Verschiedene\\_LEDs.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Verschiedene_LEDs.jpg)
80. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Verschiedene\\_LEDs.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Verschiedene_LEDs.jpg)
81. [https://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%A2mpada\\_incandescente#/media/Ficheiro:Gluehlampe\\_01\\_KMJ.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%A2mpada_incandescente#/media/Ficheiro:Gluehlampe_01_KMJ.jpg)
82. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Leuchtstofflampen-ghtaube050409.jpg>
83. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2d/Exemplo\\_de\\_Lanterna\\_baseada\\_em\\_LED.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2d/Exemplo_de_Lanterna_baseada_em_LED.JPG)
84. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo\\_emissor\\_de\\_luz#/media/Ficheiro:RBG-LED.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz#/media/Ficheiro:RBG-LED.jpg)
85. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Sine\\_waves\\_different\\_frequencies.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Sine_waves_different_frequencies.png)
86. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo\\_emissor\\_de\\_luz#/media/Ficheiro:RBG-LED.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz#/media/Ficheiro:RBG-LED.jpg)
87. [https://en.wikipedia.org/wiki/Planck\\_constant#/media/File:Black\\_body.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Planck_constant#/media/File:Black_body.svg)
88. [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Bundesarchiv\\_Bild\\_183-R0116-504,\\_Max\\_Planck.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Bundesarchiv_Bild_183-R0116-504,_Max_Planck.jpg)
89. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Circuitenserie.svg>
90. <https://galileo-unbound.blog/2020/01/13/who-invented-the-quantum-einstein-vs-planck/>

## APÊNDICE I - AUTORIZAÇÕES INSTITUCIONAIS

Este projeto foi apreciado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da UFSC, CAAE 51543821.0.0000.0121, com parecer de aprovação 4.988.592, emitido em 21/09/2021, cuja validade pode ser verificada no item "confirmar aprovação pelo CAAE ou parecer" na Plataforma Brasil (<https://plataformabrasil.saude.gov.br>).

O projeto também foi apreciado e aprovado pela Coordenadoria Regional da Grande Florianópolis da Secretaria de estado da Educação, que emitiu, em 09/09/2021, autorização para a realização da pesquisa nas escolas sob sua jurisdição.

	<p>ESTADO DE SANTA CATARINA          Coordenadoria Regional da Grande Florianópolis          Rua: Irmã Bonavita, 240 - Capoeiras Fone: 3665-6602/3665-4088</p>
<b>TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE REALIZAÇÃO DE ESTÁGIO OU PROJETO DE PESQUISA</b>	
<p>A COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS está de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulado <b>LÂMPADAS: CIENCIA E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE LUZ</b>, do(a) pesquisador(a) Osvaldo Vieira Junior da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas – Departamento de Física, tendo como Orientador o Prof. Nelson Canzian da Silva.</p> <p>As escolas estaduais da Gde Fpolis/SC assumem o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa pela autorização da coleta de dados durante os meses de setembro de 2021 até novembro de 2021. Com a autorização da realização da pesquisa, ficam o/a pesquisador/a e seu orientador/a responsáveis pelos procedimentos de autorização do Comitê de Ética em Pesquisa e sua aprovação, conforme prevê esta portaria.</p> <p>Declaramos ciência de que nossa instituição é coparticipante do presente projeto de pesquisa, e requeremos o compromisso do(a) pesquisador(a) responsável com o resguardo da segurança e bem-estar dos participantes de pesquisa nela recrutados. Autorizamos ( X ) OU Não autorizamos ( ) a citação do nome da instituição nos títulos e textos das futuras publicações dos resultados do estudo.</p>	
Florianópolis, 09 de Setembro de 2021.	
<p>Atenciosamente,</p> <p><b>Amanda C. Pereira</b>          Técnico em Educação          Coordenadoria Regional da Grande Florianópolis          Fone: 3665-4088          Emails: <a href="mailto:supervisoaes18@sed.sc.gov.br">supervisoaes18@sed.sc.gov.br</a> / <a href="mailto:amanda@sed.sc.gov.br">amanda@sed.sc.gov.br</a></p>	<p><b>SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO</b>          Coordenadoria Regional de Educação de Florianópolis          Rua Irmã Bonavita, nº 240 - Capoeiras          CEP: 88090-150 - Florianópolis/SC          CNPJ: 82.951.328/0001-58</p>
<p>  <b>Amanda C. Pereira</b>          Técnica em Educação          Matrícula 331.650</p>	

## APÊNDICE II - PRODUTO

O produto consiste de:

1. Página de apresentação que traz algumas informações básicas sobre o projeto, oferece a possibilidade de "mais informações" e solicita um nome de usuário.
2. Um texto de esclarecimento mais aprofundado, que faz o papel de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Apesar do conteúdo do documento ser o de um TCLE, o documento não é um TCLE propriamente dito, pois como a pesquisa não coleta dados que permitem rastrear o usuário, obteve a dispensa de TCLE pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da UFSC.
3. Um breve questionário sócio-demográfico sugerindo que o usuário forneça a sua escolaridade, faixa etária, e UF de residência. O usuário não é obrigado a responder as perguntas, se assim desejar.
4. Algumas páginas referentes à navegação (se já existe um usuário registrado no dispositivo, informações sobre contato com o pesquisador, orientações sobre como adicionar um atalho para a página no dispositivo).
5. As 90 cartas que podem ser sorteadas. Todas as cartas contêm uma imagem, a pergunta, três alternativas e um comentário que é mostrado após a primeira tentativa. Neste apêndice são mostradas as cartas "completas" (alternativas corretas e incorretas evidenciadas e comentários).

Na ocasião da defesa desta dissertação o produto encontra-se hospedado em <https://canzian.prof.ufsc.br/mnpef/osvaldo/site/>. Interessados em detalhes sobre a sua utilização e licenciamento para adaptações devem entrar em contato com os autores através dos e-mails [fisicajunior@gmail.com](mailto:fisicajunior@gmail.com) ou [nelson.canzian@ufsc.br](mailto:nelson.canzian@ufsc.br).

Segue anexa uma listagem de todas as 99 páginas (de internet) que compõem o produto (9 de apresentação, informações gerais, dados demográficos etc. e as 90 "cartas" sobre a física e a tecnologia na produção de luz).



## **Lâmpadas: Ciência e tecnologia na produção de luz**

Este site é um projeto de pesquisa desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina com o objetivo de produzir e avaliar materiais de apoio ao ensino de ciências, particularmente sobre lâmpadas e os aspectos físicos e tecnológicos subjacentes a elas.

Não vamos instalar nenhum aplicativo ou programa em seu computador ou dispositivo móvel, nem vamos recolher qualquer tipo de dado além dos estritamente associados à suas respostas.

Se quiser saber mais sobre os autores e o contexto em que está inserido, clique em [mais informações](#) .

Se você quiser participar, digite um nome de seu gosto no campo abaixo. Isso permitirá que você retome a leitura do ponto onde parou e que nós juntemos as novas respostas com as anteriores.

Nome de usuário:

até 16 caracteres, somente letras ou números

continuar

Esta pesquisa está sendo realizada por Osvaldo Vieira Júnior, professor do Ensino Médio na rede pública do Estado de Santa Catarina, orientado por Nelson Canzian da Silva, professor efetivo no Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, dentro do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física.

A pesquisa tem como objetivo divulgar um produto educacional que utiliza "lâmpadas" como motivação para abordar uma série de outros conceitos físicos e tecnológicos subjacentes a elas.

Se aceitar participar, a sua participação consistirá em responder inicialmente algumas perguntas sobre sua escolaridade, faixa etária, identidade de gênero e estado (UF) de residência. A seguir, serão mostradas uma coleção de perguntas sobre o tema, que você pode responder se quiser e quando quiser.

Não queremos qualquer outra informação sobre você, apenas saber se você se interessa ou não pelo assunto que resolvemos divulgar. Não será instalado qualquer aplicativo em seu dispositivo (celular, tablet, computador). Apenas registraremos os dados que você quiser fornecer. Se, a qualquer momento, você desejar deixar de participar da pesquisa, basta deixar de acessar a página do projeto.

Ao participar da pesquisa você não correrá riscos além dos que correria em outras atividades educacionais anônimas via internet. Nesta pesquisa não há sequer o risco de quebra de sigilo, uma vez que não serão coletadas quaisquer informações que permitam identificá-lo.

Entretanto, você pode sentir-se cansado, aborrecido ou frustrado ao responder às perguntas. Caso isso aconteça, você pode interromper a atividade, retomando-a mais tarde, ou abandonando-a sem qualquer consequência.

Se desejar algum tipo de conversa ou assistência, você pode entrar em contato com os pesquisadores através dos e-mails [fisicajunior@gmail.com](mailto:fisicajunior@gmail.com) ou [nelson.canzian@ufsc.br](mailto:nelson.canzian@ufsc.br), pelo telefone (48) 3721-3736, ou pessoalmente no Departamento de Física da UFSC, Bloco G, sala 223, Campus Universitário Trindade, Florianópolis.

Os benefícios da participação na pesquisa, para você, são difusos e difíceis de mensurar, como os de qualquer outra atividade educacional, e vão depender do seu interesse e engajamento. Já para o campo da pesquisa em educação, pode trazer informações valiosas sobre o que motiva (ou não) os estudantes aprenderem um determinado assunto.

A participação na pesquisa é totalmente voluntária (a remuneração dos participantes é proibida pela regulamentação sobre pesquisas com seres humanos no Brasil). Ainda assim, você sempre pode evocar o direito ao ressarcimento de despesas e à indenização por danos comprovadamente associados à pesquisa.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde e resoluções complementares, das quais o pesquisador e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente.

O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia foram avaliados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), que pode ser contatado pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima 222, Prédio Reitoria II, 4o. andar, sala 401, Florianópolis, SC, pelo telefone 48-3721-6094 e pelo e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br.

O CEPSH-UFSC é um órgão colegiado interdisciplinar, deliberativo, consultivo e educativo, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina, mas independente na tomada de decisões, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Florianópolis, 26 de junho de 2022

[voltar](#)

Há um participante cadastrado nesse navegador desse dispositivo:

Deseja continuar com esse nome ou recomeçar  
(neste caso, os dados anteriores serão eliminados)?

continuar

novo usuário

sair

O registro de foi realizado com sucesso.

Não sou estudante, mas tenho:

- ensino fundamental incompleto
- ensino fundamental completo
- ensino médio incompleto
- ensino medio completo
- ensino superior incompleto
- ensino superior completo
- pós-graduação incompleta
- pós-graduação completa

Sou estudante de:

- ensino fundamental
- ensino médio
- ensino superior
- pós-graduação

Faixa etária:

UF de residência:

Se quiser experimentar um novo bloco de questões:

continuar como mesmo usuário

Se quiser recomeçar como um novo usuário:  
(todos os dados anteriores serão apagados)

recomeçar como novo usuário

**Parabéns!**  
**Você chegou ao fim do questionário!**

Agradecemos imensamente a sua participação.

Se quiser fazer algum comentário, crítica ou sugestão,  
por favor encaminhe um e-mail para  
**fisicajunior@gmail.com.**

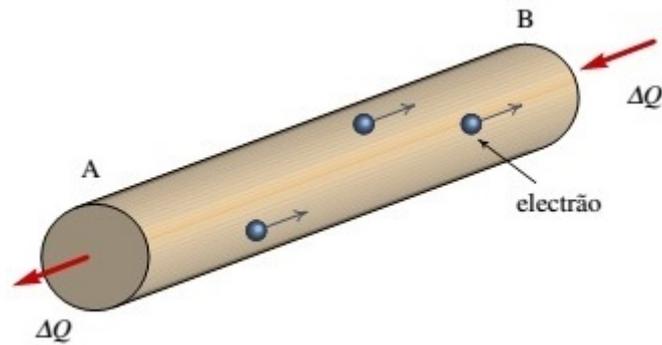
recomeçar como novo usuário  
(todos os dados anteriores serão apagados)

Se você planeja voltar,  
não esqueça de favoritar esse site no seu navegador usando  
CTRL + D

ou

adicione um ícone na tela do seu celular/tablet:  
clique o ícone do menu (os 3 pontinhos no canto superior direito da tela)  
e depois clique em "Adicionar à tela inicial".

Se quiser fazer algum comentário, crítica ou sugestão,  
por favor encaminhe um e-mail para  
**[fisicajunior@gmail.com](mailto:fisicajunior@gmail.com)**.



1. A corrente elétrica é formada por

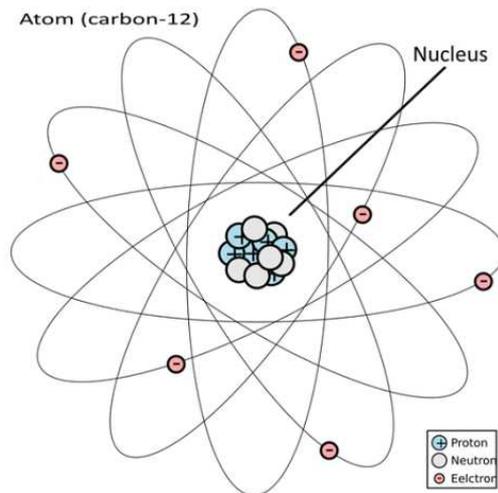
- A. cargas elétricas movendo-se igualmente para todas as direções  
**incorreto**
- B. cargas elétricas movendo-se, em média, para uma direção  
**correto**
- C. um fluido que escorre dentro dos fios  
**incorreto**

Em um fio existem elétrons que estão em movimento aleatório e, na ausência de campos elétricos, a média das velocidades é zero. Quando esses elétrons são submetidos a um campo elétrico, o movimento continua em grande medida aleatório, mas a velocidade média aponta para a direção do campo.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



2. A partícula do átomo primordialmente envolvida na condução de eletricidade e na produção de luz em todos os tipos de lâmpadas elétricas é

A. o próton

incorreto

B. o elétron

correto

C. o nêutron

incorreto

Os elétrons são partículas que podem estar livres para se movimentar em diversas situações, particularmente nos metais. Eles transportam energia e suas interações com a matéria produzem muitos efeitos. Controlar e entendê-los leva a tecnologias incríveis.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



3. Um amigo seu afirma que uma bateria para de funcionar quando acabam os elétrons dela. Você

**A. concorda com ele, pois sem elétrons estocados a bateria não pode gerar uma corrente elétrica**

**incorreto**

**B. discorda dele, pois você sabe que em uma bateria à medida que os elétrons saem do polo negativo, elétrons entram pelo polo positivo, até que as reações químicas que levam a isso parem de acontecer.**

**correto**

**C. Concorda, pois, os elétrons foram transformados em outro tipo de energia**

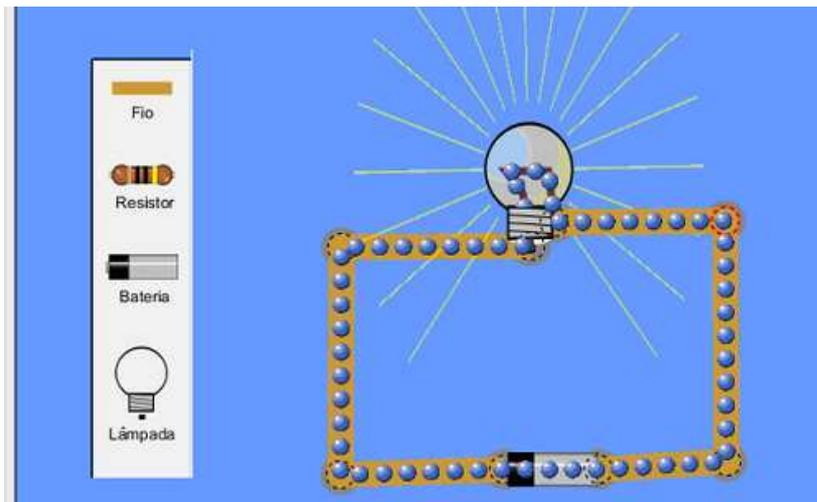
**incorreto**

A corrente elétrica produzida por uma bateria provem de reações químicas de oxidorredução. Os elétrons saem do polo negativo e entram no polo positivo até que haja uma diferença de potencial entre os elementos da bateria e os elementos do circuito externo ao qual está ligada. Normalmente isso ocorre quando acabam as substâncias disponíveis para a ocorrência dessas reações químicas e a bateria para de funcionar. Baterias recarregáveis são aquelas que permitem a reversão dessas reações químicas.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



4. Ao acender uma lâmpada incandescente utilizando uma bateria, os elétrons percorrem um circuito elétrico até ela, onde são transformados em luz e calor. Você

**A. concorda com essa afirmação, pois uma fonte de energia como uma bateria vai fornecendo elétrons para a lâmpada brilhar até que os elétrons sejam totalmente consumidos**

**incorreto**

**B. discorda dessa afirmação, pois o que a bateria faz é utilizar um campo elétrico para 'empurrar' elétrons para o fio, que transferem sua energia cinética para a rede cristalina e fazem o fio brilhar**

**correto**

**C. concorda com essa afirmação, pois uma bateria estoca elétrons e utiliza-os para fornecer ao sistema até que não hajam mais elétrons**

**incorreto**

A passagem dos elétrons pelo circuito gera luz através de diferentes processos, dependendo do tipo de lâmpada. O que a bateria (ou a tomada da casa) faz é fornecer um campo elétrico que faz os elétrons circularem (sem desaparecer). Vem daí o nome 'circuito'! Os elétrons fornecem energia para a rede cristalina aumentando a temperatura até que o filamento brilhe.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



5. A lâmpada de um abajur, com potência de alguns watts, está ligada à tomada por fios bem mais finos do que os ligados a um chuveiro elétrico, que possui potência de milhares de watts. Os fios do chuveiro precisam ser mais grossos porque

**A. o uso de fios com diferentes espessura é mais uma questão histórica e cultural, sem sentido técnico**

**incorreto**

**B. a quantidade de energia que os elétrons dos fios vão adquirir é muito maior no caso do chuveiro do que no caso da lâmpada, e se o fio não for suficientemente grosso pode esquentar e derreter**

**correto**

**C. são processos totalmente diferentes: o chuveiro só gera calor, o que requer fios grossos, enquanto a lâmpada só gera luz, o que requer fios finos**

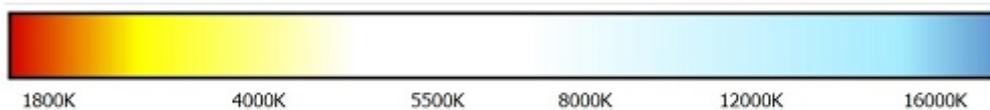
**incorreto**

Tanto no caso da lâmpada como do chuveiro, o efeito desejado é produzido pelo movimento dos elétrons. Para o chuveiro, mover muito os elétrons (dar-lhes muita energia cinética) é necessário para esquentar a água, e muito menos movimento (menos energia) é necessário para acender a lâmpada. O movimento dos elétrons gera calor não só na resistência do chuveiro ou no emissor de luz da lâmpada (filamento, gás, semicondutor), mas também nos fios. Assim, quanto mais grosso o fio, menor a possibilidade de que derreta devido ao excesso de calor produzido pelo movimento dos elétrons.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



6. Profissionais da fotografia, cinema, design de interiores etc., utilizam uma informação com base no tipo de luz que uma lâmpada emite chamada de *temperatura de cor*, apresentada em kelvins (2700 K, 3800 K, 6500 K etc.). Essa informação serve para planejar seus projetos e também esclarece aos consumidores que

**A. essa é a temperatura de operação da lâmpada, e que ele deve tomar as devidas precauções para evitar queimaduras ou incêndios**

**incorreto**

**B. a tonalidade da luz emitida pela lâmpada (mais avermelhada, amarelada ou azulada) é semelhante àquela emitida por um objeto (de metal, por exemplo) a essa temperatura**

**correto**

**C. essa é a temperatura que o ambiente vai ficar ao se utilizar a lâmpada**

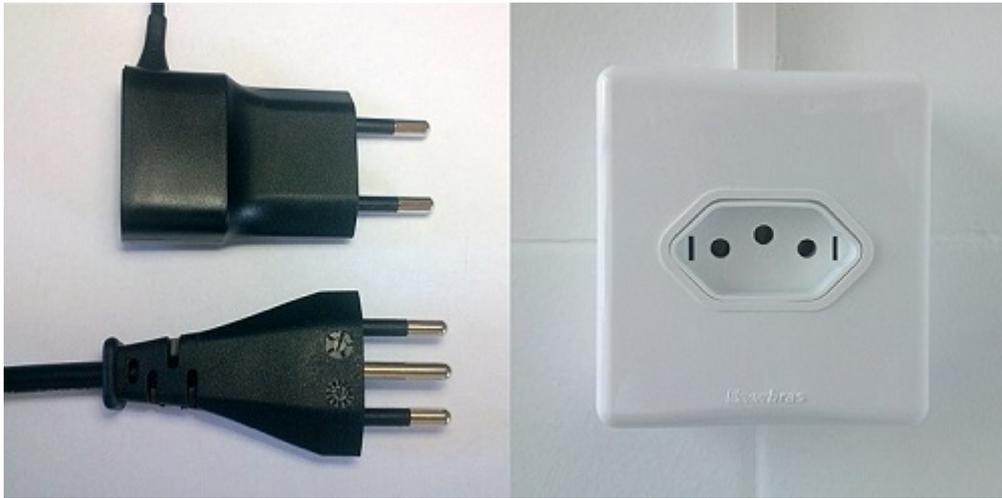
**incorreto**

É uma propriedade da matéria, quando aquecida, emitir radiação eletromagnética (luz), tanto visível (o intervalo de cores do arco-íris) quanto invisível (infra-vermelho, ultravioleta, ondas de rádio etc.). As contribuições relativas de cada cor individual (comprimento de onda) definem a cor final que enxergamos, e depende da temperatura do objeto. Aproximadamente entre 600 e 700 °C um corpo emite luz visível vermelho-escuro. À medida que a temperatura aumenta, a luz passa de um vermelho brilhante a tons de amarelo e finalmente de um branco-azulado. Esse padrão de emissão de luz por é universal, independentemente do que o material é feito (apesar de que outros processos podem acrescentar outros comprimentos de onda à luz emitida), por isso é utilizado como referência.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



7. Seu professor afirma que a tomada de uma casa é uma fonte de elétrons e que eles são conduzidos até os aparelhos elétricos onde são transformados em outros tipos de energia. Você

A. discorda dele, argumentando que os elétrons apenas transferem energia de um dispositivo para outro, mas não são consumidos  
**correto**

B. concorda com ele, acrescentando que os elétrons se movem da tomada até os dispositivos quase instantaneamente  
**incorreto**

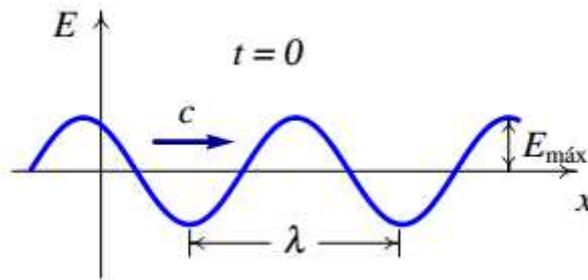
C. concorda com ele, pois somente a transformação de toda a massa dos elétrons em energia ( $E = mc^2$ ) pode fazer as coisas funcionarem  
**incorreto**

A rede elétrica doméstica é suprida com uma *corrente alternada* (CA ou AC, do inglês *alternating current*), em que os elétrons nos fios ficam oscilando, em movimentos de pequena amplitude, em torno de um ponto médio. Desse modo, os elétrons não saem de um dos fios da tomada, passam pelo aparelho e voltam pelo outro. Isso acontece em circuitos de *corrente contínua* (CC ou DC, do inglês *direct current*).  $E = mc^2$  é sempre válida, mas não se aplica, nesse caso, a toda a massa do elétron.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



8. Um campo elétrico oscilante, tipicamente presente nos fios de uma instalação elétrica residencial, tem o potencial de produzir, quando ligado a um circuito externo, uma corrente elétrica

A. constante no tempo, chamada de corrente contínua

**incorreto**

B. variável no tempo, chamada de corrente alternada

**correto**

C. nula

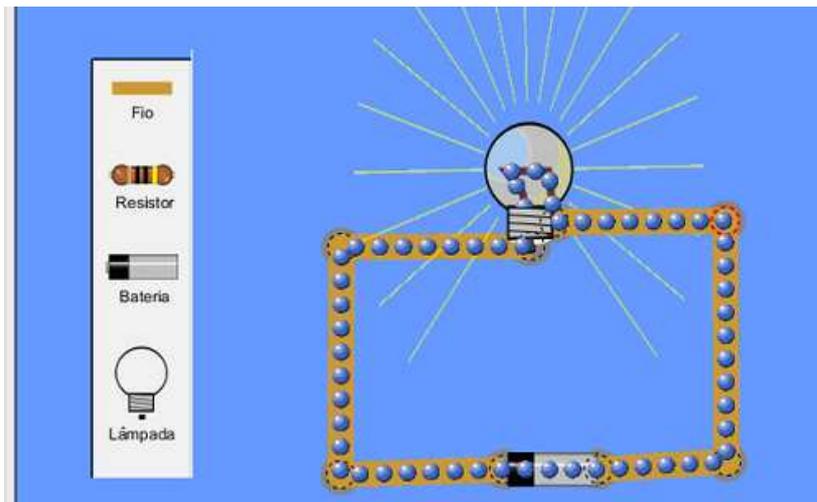
**incorreto**

Quando os elétrons estão em uma região onde existe um campo elétrico, aparece uma força fazendo-os movimentarem-se. Caso este campo elétrico seja constante no tempo a força também será constante e sempre na mesma direção. Quando o campo elétrico oscila a força também oscila fazendo o elétron ir 'para frente e para trás', o que caracteriza uma corrente alternada.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



9. Um campo elétrico constante, tipicamente presente nos circuitos alimentados por uma pilha ou bateria, produz uma corrente elétrica

A. constante no tempo, chamada de corrente contínua  
**correto**

B. variável no tempo, chamada de corrente alternada  
**incorreto**

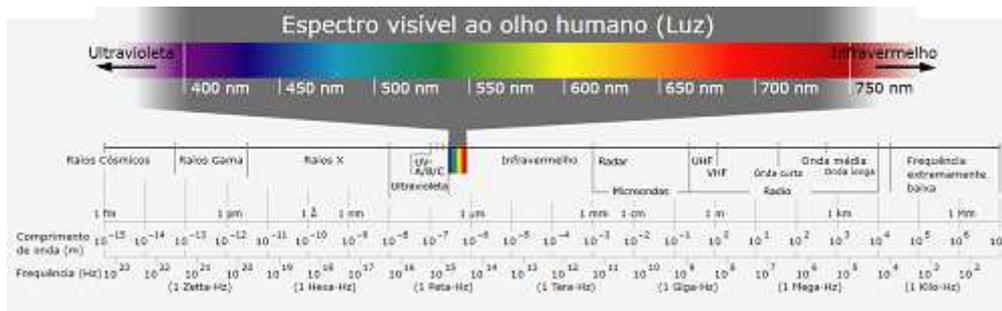
C. nula  
**incorreto**

Pilhas e baterias, através de reações químicas, produzem um campo elétrico constante fazendo os elétrons saírem do polo negativo, atravessar o circuito ao qual a pilha ou bateria está conectada, e retornem a ela pelo polo positivo. O número de elétrons permanece o mesmo, mas a corrente para quando o potencial elétrico entre as substâncias na bateria não é suficientes para mover muitos elétrons.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



10. As regiões do espectro eletromagnético são grosseiramente classificadas de acordo com intervalos de comprimentos de onda. Cada intervalo recebe um nome. O intervalo entre os 380 nanômetros (a partir do qual o violeta fica visível) e 750 nanômetros (a partir do qual o vermelho fica invisível) recebe o nome de

A. espectro de luz visível

correto

B. micro-ondas

incorreto

C. rádio

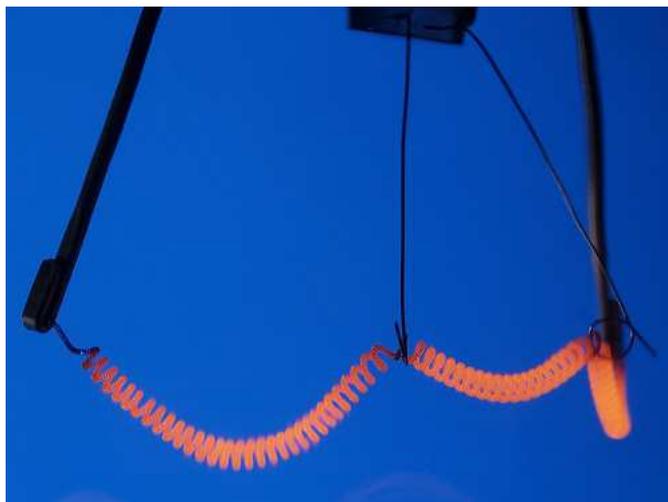
incorreto

Usualmente os intervalos do espectro eletromagnético são classificados como raios gama, raios x, ultravioleta, luz visível, infravermelho, micro-ondas, rádio. Os nomes e limites de cada intervalo de classificação são um tanto mal definidos, o que, do ponto de vista científico, não importa muito, porque o que realmente importa é o comprimento da onda ou, alternativamente, a energia do fóton associado a ela.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



11. O espectro de energia emitido por um material incandescente (como o filamento de uma lâmpada) tem comprimentos de ondas que dependem principalmente da

A. temperatura do objeto

correto

B. da cor do objeto

incorreto

C. da forma do objeto

incorreto

O espectro de radiação emitido por um objeto incandescente fundamentalmente de sua temperatura, e em geral pouco do material de que é feito, da sua cor ou da sua forma.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



12. A lâmpada incandescente produz a maior parte de sua radiação eletromagnética no intervalo do

A. espectro visível

incorreto

B. espectro infravermelho

correto

C. espectro ultravioleta

incorreto

A lâmpada incandescente é extremamente ineficiente do ponto de vista da quantidade de luz produzida por unidade de energia (lúmens/watt). A maior parte da energia irradiada é na forma de calor, que está na região do infravermelho, não visível por olhos humanos.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



13. Todo corpo emite radiação eletromagnética com um espectro de frequências que depende primariamente

A. da sua temperatura

correto

B. do material de que é feito

incorreto

C. da forma que tem

incorreto

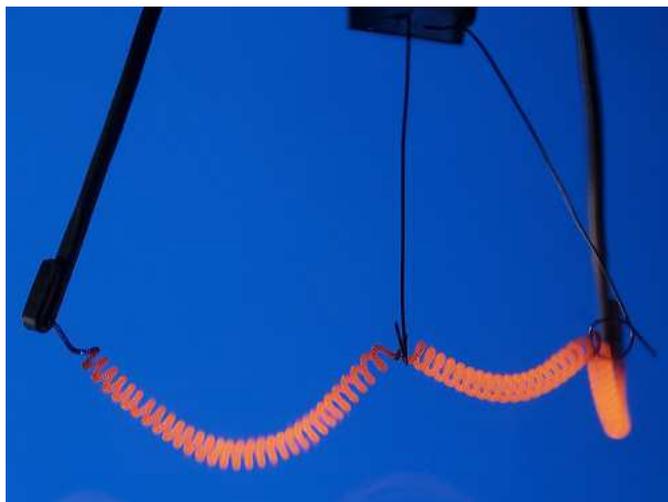
O espectro de radiação emitido por um objeto depende, em grande medida (mas não totalmente), de sua temperatura, e muito pouco do material de que é feito e de sua forma. Um termômetro informa o valor médio das energias de vibrações das partículas que compõem o corpo que o termômetro está medindo.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair





**15.** Nas embalagens de lâmpadas incandescentes havia recomendações sobre como manuseá-las para evitar queimaduras. Algumas embalagens traziam a informação de que o filamento poderia chegar a  $2600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Essa informação

**A.** deve estar exagerada, pois a lâmpada derreteria  
**incorreto**

**B.** está correta e o filamento funciona de maneira otimizada para a produção de luz

**correto**

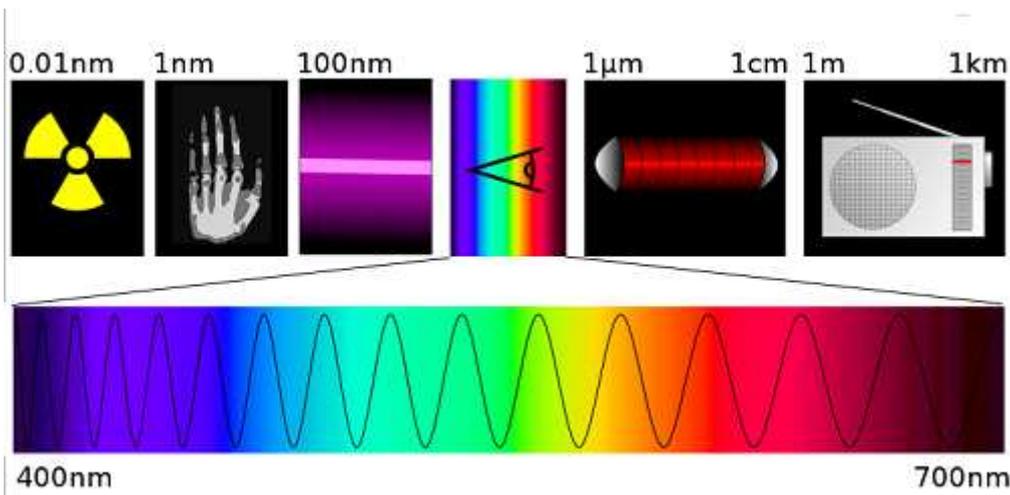
**C.** deve estar equivocada, pois a lâmpada não esquenta  
**incorreto**

A emissão de luz visível começa ocorrer com valores de temperatura entre  $600$  e  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O ponto de fusão (temperatura que começa derreter) do tungstênio é aproximadamente  $3200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A temperatura de  $2.600\text{ }^{\circ}\text{C}$  para um filamento de tungstênio é ideal para essas lâmpadas.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**16.** Na incandescência, um corpo emite um conjunto amplo de ondas eletromagnéticas que chamamos de *espectro contínuo* que, segundo a teoria matemática que o descreve, teria um número infinito de comprimentos de ondas.

**A.** Percebemos somente uma pequena fração disso, aqueles que são emitidos no intervalo do espectro visível.

**correto**

**B.** Percebemos principalmente os comprimentos de onda na região do infravermelho.

**incorreto**

**C.** Percebemos principalmente os comprimentos de onda na região do ultravioleta.

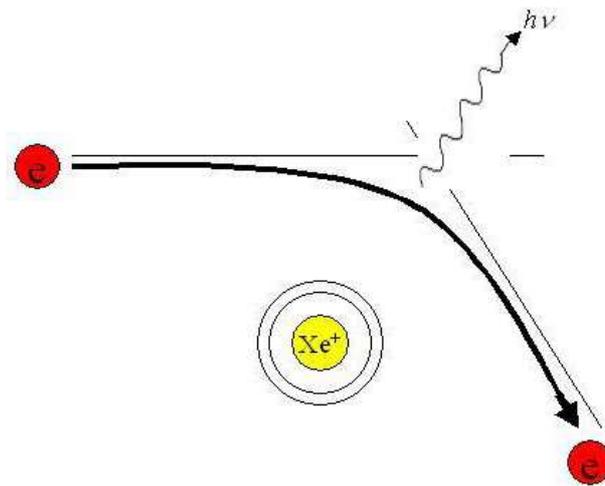
**incorreto**

O comprimento de onda da radiação emitida com maior intensidade por um objeto incandescente está relacionado à sua temperatura pela lei de Wien (procure na internet!). Entretanto, este comprimento não é único, pois outros também estão sendo emitidos, mas o olho humano é sensível somente a uma pequena parte deles (o espectro visível).

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



17. A matéria é composta de partículas carregadas (em geral prótons e elétrons), que, segundo a teoria clássica, quando aceleradas ou desaceleradas emitem radiação eletromagnética (luz visível ou não). A emissão de luz na incandescência é devido

A. à conversão de elétrons em luz

incorreto

B. à sonoluminescência

incorreto

C. às constantes variações do movimento das partículas do corpo

correto

Toda partícula portadora de carga emite radiação quando está acelerada (aumentando ou diminuindo de velocidade). Esta é uma das leis da teoria eletromagnética clássica. A teoria quântica, que aperfeiçoa a teoria clássica, estabelece que quando os elétrons estão em suas respectivas órbitas atômicas, eles não emitem radiação.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**18.** Quando verificamos com a ajuda de um termômetro a temperatura de um corpo estamos na verdade

**A.** medindo uma grandeza proporcional à energia média das partículas: quanto maior a energia, maior a temperatura

**correto**

**B.** determinando quanto tempo vai levar para atingir o zero absoluto

**incorreto**

**C.** verificando a quantidade de fluido calórico do corpo

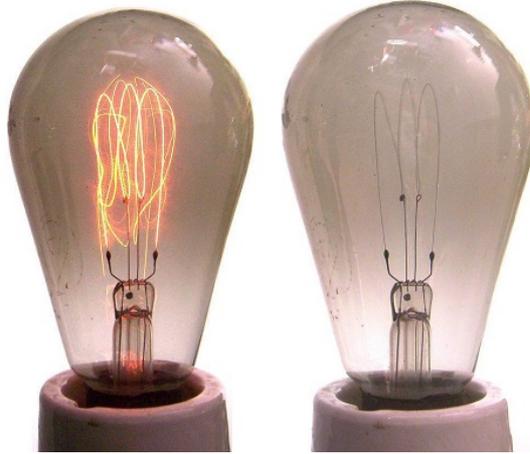
**incorreto**

Um objeto qualquer possui trilhões e trilhões de átomos. Somar individualmente a energia de cada um deles para obter a energia total térmica é impossível. Basta usar o termômetro para obter o valor desta energia, que é proporcional e média das energias de cada átomo.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**19.** Rafael fez uma pesquisa sobre filamentos de lâmpadas e descobriu que os primeiros eram fabricados de papel carbonizado ou bambu seco. Ao apresentar os resultados para seu professor, ele

**A.** questiona o resultado, argumentando que é impossível papel ou bambu seco tornarem-se incandescentes porque antes pegariam fogo

**incorreto**

**B.** concorda com a pesquisa

**correto**

**C.** enfaticamente rejeita o resultado, solicitando que refaça a pesquisa

**incorreto**

No início muitos materiais diferentes foram testados como filamento, e lâmpadas com filamentos de papel carbonizado ou bambu foram comercializadas. Pesquisas posteriores, com tungstênio por exemplo, levaram a lâmpadas com rendimentos bem superiores aos das que tinham por base o carbono.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



20. Ao medir a temperatura do filamento de uma lâmpada incandescente com um pirômetro ótico, Luana registra 2600 °C. Esse registro está

A. errado, pois a essa temperatura a lâmpada inteira derreteria  
**incorreto**

B. correto

**correto**

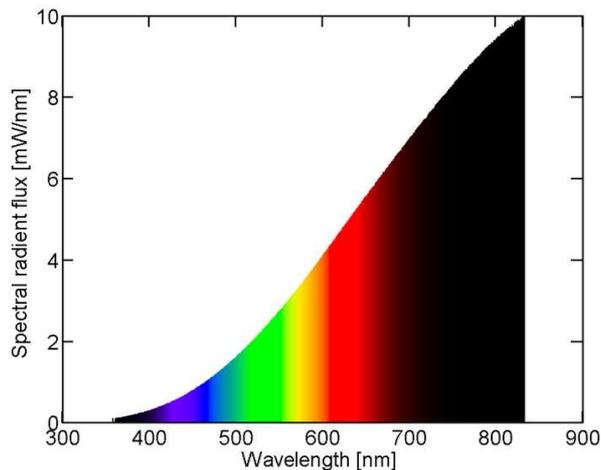
C. errado; o pirômetro deve estar com defeito  
**incorreto**

O filamento poderia funcionar a uma temperatura até um pouco maior, porque a temperatura de fusão do tungstênio é de aproximadamente 3400 °C. O pirômetro ótico mede a temperatura a partir da cor do objeto inspecionado, e não através do contato com ele, o que permite que meça temperaturas muito mais altas do que a temperatura de fusão de muitos materiais.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



21. Após aprender um pouco mais sobre lâmpadas incandescentes, sua amiga lhe diz que elas são muito ineficientes na produção de luz visível. Você

A. concorda, pois cerca de 5% da energia consumida pela lâmpada é transformada em luz visível

**correto**

B. concorda, pois cerca de 95% da energia consumida pela lâmpada é transformada em luz visível

**incorreto**

C. discorda, pois se fossem ineficientes não seriam fabricadas

**incorreto**

Mesmo a melhor lâmpada incandescente tem baixa eficiência na produção de luz visível. A maior parte da radiação é emitida na região do infravermelho do espectro eletromagnético, percebida como calor, mas invisível aos olhos humanos. Entretanto, de fato foi a mais importante forma de iluminação por aproximadamente um século.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**22.** A escolha do gás que preenche o interior de uma lâmpada incandescente depende da aplicação para a qual ela foi projetada. Entretanto, em qualquer modelo de lâmpada um gás que não pode estar presente é o

**A.** oxigênio

**correto**

**B.** hélio

**incorreto**

**C.** argônio

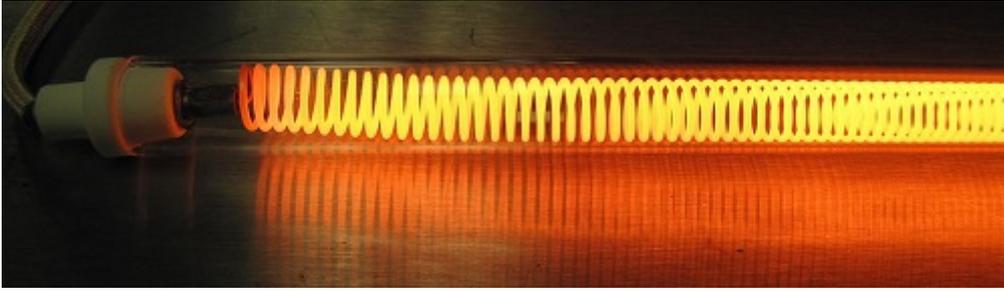
**incorreto**

O oxigênio é altamente reativo e provoca a combustão do filamento, destruindo-o rapidamente. A atmosfera dentro do bulbo da lâmpada deve ser composta de gases inertes.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



23. Quando uma corrente elétrica atravessa um dispositivo eletrônico é comum haver aquecimento. Este fenômeno recebeu o nome de

A. efeito Joule

correto

B. arco voltaico

incorreto

C. eletroluminescência

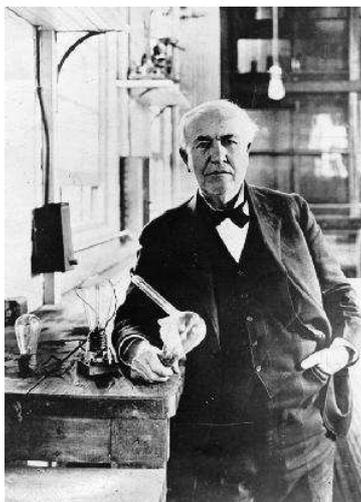
incorreto

Não apenas os fios, resistências de chuveiro, ferro elétrico, carregadores de celulares entre outros podem sofrer aquecimento devido à passagem de uma corrente elétrica, mas essencialmente qualquer material.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**24.** Muitos inventores ao longo da história contribuíram de maneira significativa para o desenvolvimento de lâmpada incandescente, mas somente alguns ficaram popularmente conhecidos, entre eles

**A.** Thomas Edison

**correto**

**B.** Alexander Graham Bell

**incorreto**

**C.** Santos Dumont

**incorreto**

É muito comum a mídia atribuir invenções e a proposição de importantes conceitos científicos apenas àqueles que conseguiram avanços mais significativos ou que encontravam-se no final do processo. No caso da lâmpada incandescente, Thomas Edison ficou com esse crédito, pois na época ele tinha um capital técnico, industrial, financeiro e político maior que muitos de seus concorrentes. Não são os historiadores que fazem isso! Ao contrário, eles tentam o tempo todo problematizar as coisas. Quem faz isso em geral são escritores preguiçosos...

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair

**25.** O brilho de uma lâmpada incandescente depende da voltagem da rede elétrica à qual está conectada (220 volts, por exemplo). Da mesma maneira, o seu tempo de vida também depende da voltagem e

**A.** da quantidade de vezes que acendemos e apagamos a lâmpada  
**incorreto**

**B.** quanto menor a voltagem maior será o tempo de vida  
**correto**

**C.** quanto menor a voltagem menor será o tempo de vida  
**incorreto**

Voltagens menores implicam em redução da temperatura do filamento, aumentando a sua vida útil. Tipicamente, o tempo de vida dobra diminuindo-se apenas 5% da voltagem, mas o fluxo luminoso visível é reduzido em cerca de 20%.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair

**26.** A maior parte da radiação eletromagnética emitida por uma lâmpada incandescente está no intervalo

**A.** visível do espectro, por isso a usamos como fonte de luz  
**incorreto**

**B.** infravermelho do espectro, um dos motivos de ser ineficiente como fonte de luz visível  
**correto**

**C.** ultravioleta do espectro, ajudando a combater a proliferação de vermes  
**incorreto**

A maior parte do espectro eletromagnético emitido por uma lâmpada incandescente está no infravermelho, compreendendo comprimentos de onda maiores que os comprimentos de onda visíveis pelos seres humanos.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



27. Após anos de estudos o material que melhor apresentou um bom desempenho como filamento de uma lâmpada incandescente é o

A. tungstênio

correto

B. papel carbonizado

incorreto

C. ferro

incorreto

O tungstênio possui características ideais, como elevado ponto de fusão, boa resistência mecânica, valor econômico aceitável.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**28.** Lâmpadas incandescentes comuns foram proibidas de serem fabricadas nos EUA, Brasil, União Europeia, Rússia, entre outros países, como parte de acordo de redução de gases associados ao efeito estufa pois esse tipo de lâmpada

**A.** apresenta baixa eficiência em relação a outros tipos já disponíveis no mercado

**correto**

**B.** tem um processo de produção extremamente poluente

**incorreto**

**C.** não agradava os presidentes desses países

**incorreto**

A maior parte da energia utilizada pela sociedade advém de combustíveis fósseis, geradores de gases associados ao efeito estufa. Lâmpadas que geram mais luz com menos energia são, portanto, preferíveis.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



29. Dois importantes parâmetros que deveríamos considerar antes de comprar uma lâmpada são suas eficiência e tempo de vida. Para determinar a eficiência dividimos a quantidade de lúmens (lm) produzidos por watt (W) de potência necessária (lúmens/watt). Segundo a tabela abaixo, para uma lâmpada incandescente que produz 800 lúmens a eficiência será aproximadamente

	Incandescente	Halógena	Fluorescente	LED
450 lm	40 W	29 W	11 W	7 W
800 lm	60 W	43 W	13 W	9 W
1600 lm	100 W	72 W	23 W	12 W
Vida útil	6 meses	1 a 2 anos	1 a 3 anos	5 a 15 anos

Fonte: <https://www.guollo.com.br/post/as-vantagens-das-lampadas-led>

A. 13 lm/W

correto

B. 16 lm/W

incorreto

C. 11 lm/W

incorreto

A escolha de uma lâmpada dependerá das características do ambiente e do gosto de seus usuários. Normalmente não pensamos nisso pois só queremos substituir a que parou de funcionar. A eficiência é uma informação que relaciona a quantidade de luz visível produzida com a quantidade de energia gasta. Uma lâmpada que produz 1600 lúmens para 100 W tem uma eficiência de  $1600/100 = 16$  lúmens/watt.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



30. Dois importantes parâmetros que deveríamos considerar antes de comprar uma lâmpada são suas eficiência e tempo de vida. Para determinar a eficiência dividimos a quantidade de lúmens (lm) produzidos por watt (W) de potência necessária (lúmens/watt). Segundo a tabela abaixo, para uma lâmpada halógena que produz 800 lúmens a eficiência será aproximadamente

	Incandescente	Halógena	Fluorescente	LED
450 lm	40 W	29 W	11 W	7 W
800 lm	60 W	43 W	13 W	9 W
1600 lm	100 W	72 W	23 W	12 W
Vida útil	6 meses	1 a 2 anos	1 a 3 anos	5 a 15 anos

Fonte: <https://www.guollo.com.br/post/as-vantagens-das-lampadas-led>

A. 13 lm/W

incorreto

B. 16 lm/W

incorreto

C. 19 lm/W

correto

A escolha de uma lâmpada dependerá das características do ambiente e do gosto de seus usuários. Normalmente não pensamos nisso pois só queremos substituir a que parou de funcionar. A eficiência é uma informação que relaciona a quantidade de luz visível produzida com a quantidade de energia gasta. Uma lâmpada que produz 1600 lúmens para 100 W tem uma eficiência de  $1600/100 = 16$  lúmens/watt.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



31. Dois importantes parâmetros que deveríamos considerar antes de comprar uma lâmpada são suas eficiência e tempo de vida. Para determinar a eficiência dividimos a quantidade de lúmens (lm) produzidos por watt (W) de potência necessária (lúmens/watt). Segundo a tabela abaixo, para uma lâmpada fluorescente que produz 800 lúmens a eficiência será aproximadamente

	Incandescente	Halógena	Fluorescente	LED
450 lm	40 W	29 W	11 W	7 W
800 lm	60 W	43 W	13 W	9 W
1600 lm	100 W	72 W	23 W	12 W
Vida útil	6 meses	1 a 2 anos	1 a 3 anos	5 a 15 anos

Fonte: <https://www.guollo.com.br/post/as-vantagens-das-lampadas-led>

A. 62 lm/W

correto

B. 19 lm/W

incorreto

C. 11 lm/W

incorreto

A escolha de uma lâmpada dependerá das características do ambiente e do gosto de seus usuários. Normalmente não pensamos nisso pois só queremos substituir a que parou de funcionar. A eficiência é uma informação que relaciona a quantidade de luz visível produzida com a quantidade de energia gasta. Uma lâmpada que produz 1600 lúmens para 100 W tem uma eficiência de  $1600/100 = 16$  lúmens/watt.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



32. Dois importantes parâmetros que deveríamos considerar antes de comprar uma lâmpada são suas eficiência e tempo de vida. Para determinar a eficiência dividimos a quantidade de lúmens (lm) produzidos por watt (W) de potência necessária (lúmens/watt). Segundo a tabela abaixo, para uma lâmpada LED que produz 800 lúmens a eficiência será aproximadamente

	Incandescente	Halógena	Fluorescente	LED
450 lm	40 W	29 W	11 W	7 W
800 lm	60 W	43 W	13 W	9 W
1600 lm	100 W	72 W	23 W	12 W
Vida útil	6 meses	1 a 2 anos	1 a 3 anos	5 a 15 anos

Fonte: <https://www.guollo.com.br/post/as-vantagens-das-lampadas-led>

A. 45 lm/W

incorreto

B. 90 lm/W

correto

C. 180 lm/W

incorreto

A escolha de uma lâmpada dependerá das características do ambiente e do gosto de seus usuários. Normalmente não pensamos nisso pois só queremos substituir a que parou de funcionar. A eficiência é uma informação que relaciona a quantidade de luz visível produzida com a quantidade de energia gasta. Uma lâmpada que produz 1600 lúmens para 100 W tem uma eficiência de  $1600/100 = 16$  lúmens/watt.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



33. Dois importantes parâmetros que deveríamos considerar antes de comprar uma lâmpada são suas eficiência e tempo de vida. Para determinar a eficiência dividimos a quantidade de lúmens (lm) produzidos por watt (W) de potência necessária (lúmens/watt). Segundo a tabela abaixo, quanto à vida útil, qual das lâmpadas é mais vantajosa?

	Incandescente	Halógena	Fluorescente	LED
450 lm	40 W	29 W	11 W	7 W
800 lm	60 W	43 W	13 W	9 W
1600 lm	100 W	72 W	23 W	12 W
Vida útil	6 meses	1 a 2 anos	1 a 3 anos	5 a 15 anos

Fonte: <https://www.guollo.com.br/post/as-vantagens-das-lampadas-led>

A. halógena

incorreto

B. fluorescente

incorreto

C. LED

correto

A escolha de uma lâmpada dependerá das características do ambiente e do gosto de seus usuários. Normalmente não pensamos nisso pois só queremos substituir a que parou de funcionar. A eficiência é uma informação que relaciona a quantidade de luz visível produzida com a quantidade de energia gasta. Uma lâmpada que produz 1600 lúmens para 100 W tem uma eficiência de  $1600/100 = 16$  lúmens/watt.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**34.** Lâmpadas halógenas diferenciam-se estruturalmente das incandescentes comuns por possuírem um filamento embutido em um pequeno invólucro constituído de quartzo. Isso faz com que

**A.** o filamento possa funcionar a uma temperatura mais elevada

**correto**

**B.** a lâmpada fique mais bonita

**incorreto**

**C.** a lâmpada seja mais barata

**incorreto**

O tubo de quartzo tem várias funções: permite um ambiente de alta pressão, ajuda no isolamento térmico, aumenta a resistência mecânica, diminuí a quantidade de gás e resiste a uma maior temperatura de operação do filamento.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**35.** No interior de uma lâmpada halógena há um gás (da família dos halogênios da tabela periódica – flúor (F), cloro(Cl), bromo (Br), iodo (I), astato (At) e tenesso (Ts)), que tem a função de

**A.** diminuir o fluxo luminoso

**incorreto**

**B.** reagir quimicamente com o tungstênio vaporizado, regenerando o filamento

**correto**

**C.** evitar a contaminação de ambiente

**incorreto**

O processo de regeneração do filamento é a principal característica desse tipo de lâmpada, aumentando o consideravelmente o seu tempo de vida.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**36.** Joana decide comprar lâmpadas halógenas para uma aplicação que requer luz e calor orque, em relação às incandescentes comuns, existem vantagens tais como

- A.** maior tempo de vida e maior brilho por unidade de energia  
**correto**
- B.** menor tempo de vida e menor brilho  
**incorreto**
- C.** maior custo e menor brilho  
**incorreto**

Lâmpadas halógenas possuem um invólucro feito de quartzo que abriga o filamento de tungstênio. Dentro dele é adicionado um gás da família dos halogênios (hélio, neônio, argônio etc.). Este gás realiza um papel importante, regenerando o filamento e aumentando sua durabilidade.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**37.** Um *arco voltaico* consiste na ruptura elétrica de um gás, produzindo uma descarga elétrica de longa duração. A corrente através de um meio normalmente não condutor, como o ar, produz um plasma, e esse plasma pode produzir luz visível. Lâmpadas que utilizavam diretamente o arco voltaico na produção de luz foram as precursoras das lâmpadas

**A.** incandescentes

**incorreto**

**B.** fluorescentes

**correto**

**C.** LED

**incorreto**

Arcos voltaicos produzem grandes quantidades de radiação ultravioleta não visível. Entretanto, estas radiações têm energia para induzir a excitação de elétrons em compostos fluorescentes. Os compostos fluorescentes são empregados hoje em dia nos três processos de produção de luz, mas foram utilizados primeiramente nas lâmpadas fluorescentes de arco voltaico.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**38.** Sua colega Camila afirma que lâmpadas de arco voltaico (faísca contínua) foram as primeiras lâmpadas comercialmente viáveis. Você

**A.** discorda, pois essas lâmpadas são mais modernas do que as incandescentes

**incorreto**

**B.** discorda, pois a tecnologia necessária para a produção desse tipo de lâmpada é extremamente sofisticada

**incorreto**

**C.** concorda, pois é relativamente fácil produzir um arco voltaico em um gás

**correto**

Produzir uma lâmpada para ambientes pequenos foi bem mais difícil do que para ambientes externos e grandes. As lâmpadas de arcos eram e são ainda ideais para iluminar grandes áreas, tais como estádios para realização de jogos, ginásios etc. Para pequenos ambientes são perniciosas à visão e à pele, pois a quantidade de luz produzida (incluindo ultravioleta) é muito intensa. Por produzirem luz sem muita dificuldade, foram as primeiras a serem comercializadas.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**39.** Uma lâmpada de arco voltaico é caracterizada por uma descarga elétrica entre dois eletrodos, entre os quais há um gás. Nesse tipo de lâmpada a descarga elétrica deve ser

**A.** contínua e estável, formada por um fluxo contínuo de cargas (elétrons e íons)

**correto**

**B.** evitada

**incorreto**

**C.** interrompida imediatamente para não estragar a lâmpada

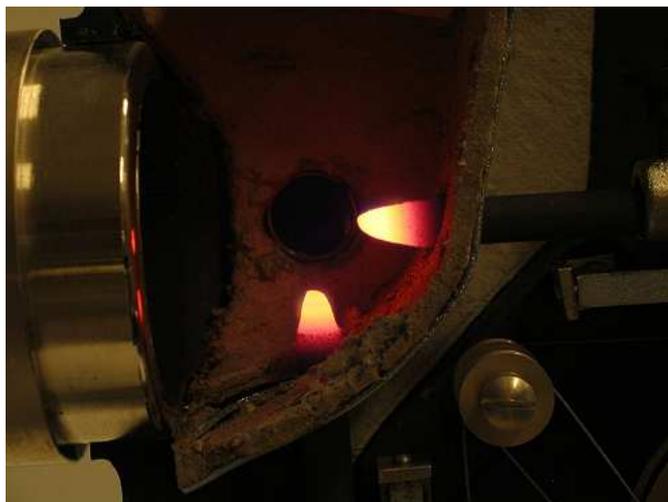
**incorreto**

Uma lâmpada fluorescente funciona devido a uma descarga elétrica controlada, através do controle da temperatura e pressão internas. A descarga elétrica estável produz um fluxo de radiação ultravioleta também estável, que é absorvida pela substância fluorescente presente na parede interna da lâmpada, que emite luz visível.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**40.** As primeiras lâmpadas de arco voltaico eram feitas com dois eletrodos de carbono entre os quais se forma um arco elétrico (faísca contínua). Esse tipo de lâmpada não era utilizada em pequenos ambientes por questões de segurança uma vez que

**A.** seu brilho é muito intenso a ponto de danificar os olhos  
**correto**

**B.** o carbono é extremamente tóxico  
**incorreto**

**C.** os eletrodos de carbono tinham metros de altura  
**incorreto**

Pense em um flash no momento de uma fotografia. Um brilho rápido, muito intenso, que nos faz piscar os olhos involuntariamente. Imagine esse brilho continuamente. Além de incômodo, machuca os olhos e até a pele, tanto pela intensidade de luz visível quanto de luz ultravioleta produzidas.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**41.** A produção de luz em lâmpadas fluorescentes acontece, esquematicamente, em quatro etapas: (a) uma descarga elétrica ocorre através do gás no tubo, excitando ou ionizando os átomos do gás; (b) ao desexcitarem-se ou recombinarem-se e voltar ao seu estado de menor energia, os átomos emitem luz ultravioleta, invisível para nós; (c) a luz ultravioleta é absorvida pelo revestimento interno da lâmpada, excitando-o; (d) ao voltar ao seu estado de menor energia, o material do revestimento emite luz visível.

A descarga elétrica através do gás é essencialmente

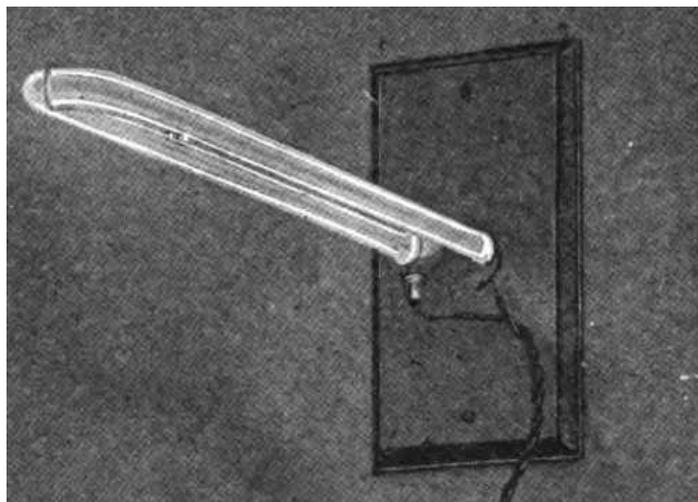
- A.** um filamento metálico incandescente  
incorreto
- B.** um arco voltaico  
correto
- C.** um LED que emite luz azul  
incorreto

Humphry Davy, por volta de 1800, percebeu que um circuito elétrico alimentado por uma bateria e com dois bastões de carbono pontiagudos nas terminações mantinha um arco elétrico de alta luminosidade (após um contato mecânico inicial e mantida uma distância apropriada).

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**42.** A produção de luz em lâmpadas fluorescentes acontece esquematicamente em quatro etapas: (a) uma descarga elétrica ocorre através do gás no tubo, excitando ou ionizando os átomos do gás; (b) ao desexcitarem-se ou recombinarem-se e voltar ao seu estado de menor energia, os átomos emitem luz ultravioleta, invisível para nós; (c) a luz ultravioleta é absorvida pelo revestimento interno da lâmpada, excitando-o; (d) ao voltar ao seu estado de menor energia, o material do revestimento emite luz visível.

A *excitação* de um átomo ocorre quando

**A.** ele passa a mover-se mais rapidamente  
**incorreto**

**B.** um ou mais de seus elétrons muda para uma camada superior (*K* para *L*, por exemplo)  
**correto**

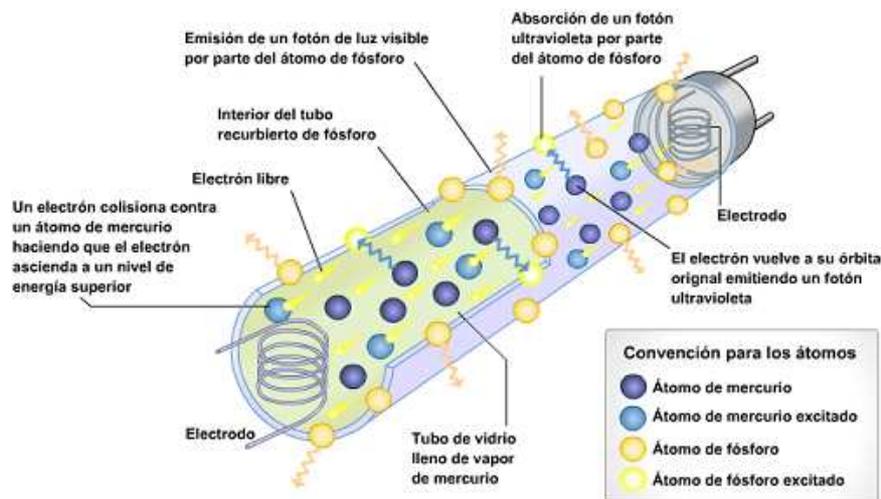
**C.** ele ganha tanta energia que sai da lâmpada  
**incorreto**

Os átomos são formados por três partículas, os prótons, nêutrons e elétrons. No centro está o núcleo, formado por prótons e nêutrons, em torno do qual ficam os elétrons. Os elétrons estão organizados de acordo com certas regras descritas, até onde sabemos, pela física quântica, no que chamamos de *camadas* (*K*, *L*, *M* etc.). Quando um elétron ganha energia e vai para uma camada de maior energia (de *K* para *L*, por exemplo), dizemos que o átomo ficou excitado. Quando o elétron perde essa energia emitindo um fóton e passando para uma camada de menor energia, dizemos que há uma desexcitação do átomo.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



43. A produção de luz em lâmpadas fluorescentes acontece esquematicamente em quatro etapas: (a) uma descarga elétrica ocorre através do gás no tubo, excitando ou ionizando os átomos do gás; (b) ao desexcitarem-se ou recombinarem-se e voltar ao seu estado de menor energia, os átomos emitem luz ultravioleta, invisível para nós; (c) a luz ultravioleta é absorvida pelo revestimento interno da lâmpada, excitando-o; (d) ao voltar ao seu estado de menor energia, o material do revestimento emite luz visível.

A ionização de um átomo ocorre quando

A. ele passa a mover-se mais rapidamente  
incorreto

B. um ou mais de seus elétrons recebem tanta energia que deixam o átomo  
correto

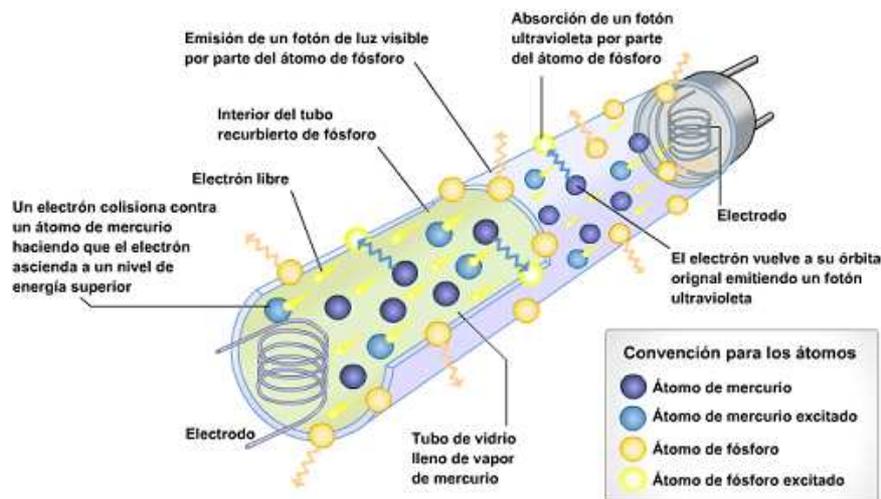
C. ele ganha tanta energia que sai da lâmpada  
incorreto

Os átomos são formados por três partículas, os prótons, nêutrons e elétrons. No centro do átomo está o núcleo, formado por prótons e nêutrons, em torno do qual ficam os elétrons. Os elétrons estão organizados de acordo com certas regras descritas, até onde sabemos, pela física quântica, no que chamamos de *camadas* (*K*, *L*, *M* etc.). Em certas situações um elétron pode ganhar tanta energia que é ejetado do átomo, e dizemos que o átomo fica ionizado (com uma carga positiva a mais).

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



44. A produção de luz em lâmpadas fluorescentes acontece esquematicamente em quatro etapas: (a) uma descarga elétrica ocorre através do gás no tubo, excitando ou ionizando os átomos do gás; (b) ao desexcitarem-se ou recombinarem-se e voltar ao seu estado de menor energia, os átomos emitem luz ultravioleta, invisível para nós; (c) a luz ultravioleta é absorvida pelo revestimento interno da lâmpada, excitando-o; (d) ao voltar ao seu estado de menor energia, o material do revestimento emite luz visível.

A desexcitação de um átomo ocorre quando

A. ele passa a mover-se mais lentamente  
incorreto

B. um ou mais de seus elétrons saltam para camadas de menor energia ( $L$  para  $K$ , por exemplo)  
correto

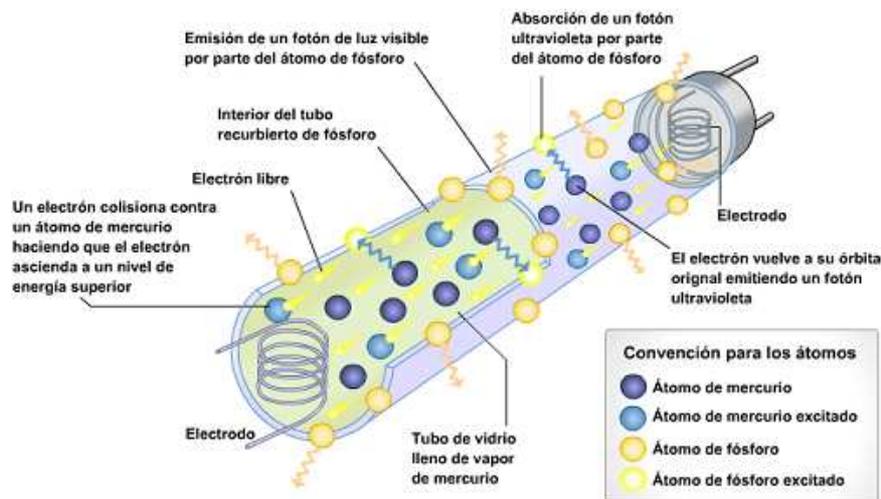
C. ele perde energia e volta para a lâmpada  
incorreto

Os átomos são formados por três partículas, os prótons, nêutrons e elétrons. No centro está o núcleo, formado por prótons e nêutrons, em torno do qual ficam os elétrons. Os elétrons estão organizados de acordo com certas regras descritas pela física quântica, no que chamamos de *camadas* ( $K$ ,  $L$ ,  $M$  etc.). Quando um elétron ganha energia e vai para uma camada superior (de  $K$  para  $L$ , por exemplo), dizemos que o átomo ficou excitado. Quando o elétron perde essa energia emitindo um fóton e voltando para uma camada inferior, dizemos que há uma desexcitação do átomo.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



45. A produção de luz em lâmpadas fluorescentes acontece esquematicamente em quatro etapas: (a) uma descarga elétrica ocorre através do gás no tubo, excitando ou ionizando os átomos do gás; (b) ao desexcitarem-se ou recombinarem-se e voltar ao seu estado de menor energia, os átomos emitem luz ultravioleta, invisível para nós; (c) a luz ultravioleta é absorvida pelo revestimento interno da lâmpada, excitando-o; (d) ao voltar ao seu estado de menor energia, o material do revestimento emite luz visível.

A *recombinação* de um átomo ocorre quando

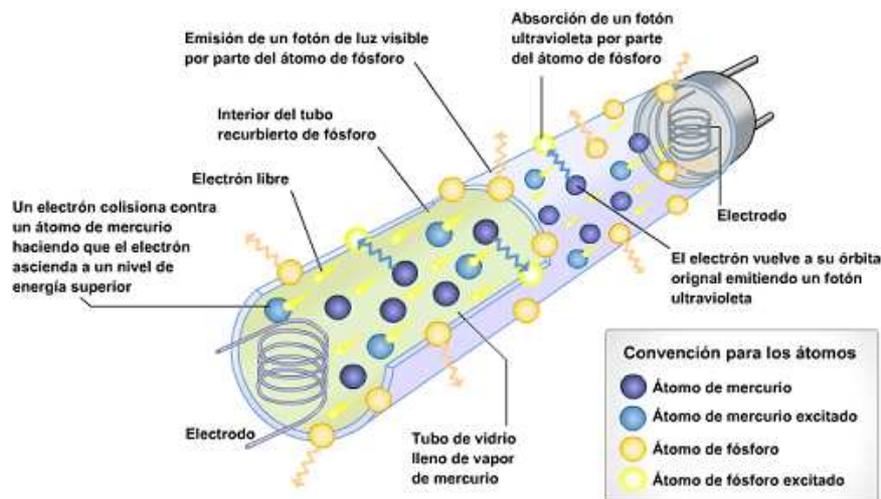
- A. ele passa a mover-se mais lentamente  
**incorreto**
- B. quando captura um elétron livre do meio  
**correto**
- C. ele perde energia e volta para a lâmpada  
**incorreto**

Os átomos são formados por três partículas, os prótons, nêutrons e elétrons. No centro do átomo está o núcleo, formado por prótons e nêutrons, em torno do qual ficam os elétrons. Os elétrons estão organizados de acordo com certas regras descritas, até onde sabemos, pela física quântica, no que chamamos de *camadas* (*K*, *L*, *M* etc.). Em certas situações um elétron pode ganhar tanta energia que é ejetado do átomo, e dizemos que o átomo fica ionizado (com uma carga positiva a mais). Este átomo ionizado pode capturar um outro elétron do meio em que se encontra. Este processo se chama *recombinação*.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**46.** A produção de luz em lâmpadas fluorescentes acontece esquematicamente em quatro etapas: (a) uma descarga elétrica ocorre através do gás no tubo, excitando ou ionizando os átomos do gás; (b) ao desexcitarem-se ou recombinarem-se e voltar ao seu estado de menor energia, os átomos emitem luz ultravioleta, invisível para nós; (c) a luz ultravioleta é absorvida pelo revestimento interno da lâmpada, excitando-o; (d) ao voltar ao seu estado de menor energia, o material do revestimento emite luz visível.

É importante que a luz ultravioleta produzida na desexcitação ou recombinação dos átomos seja absorvida pelo revestimento interno da lâmpada porque

**A.** é uma radiação invisível e nociva para nós  
**correto**

**B.** não está envolvida no processo de produção de iluminação  
**incorreto**

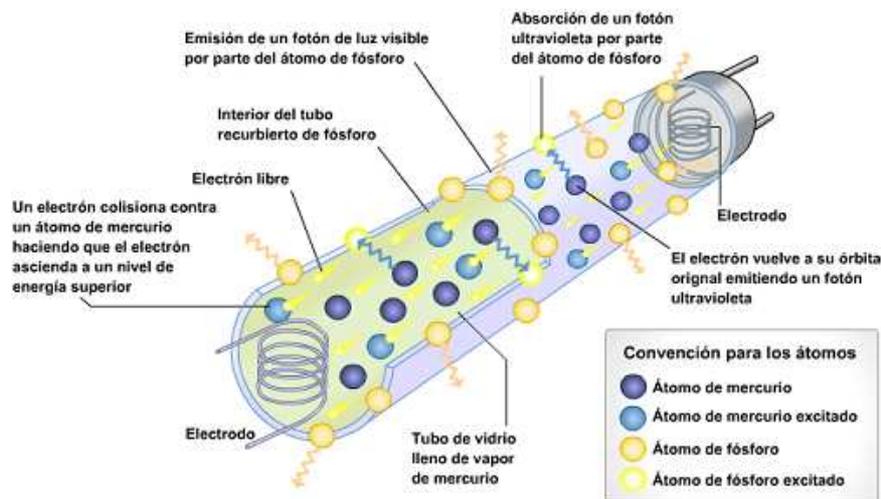
**C.** é uma radiação desnecessária para o funcionamento da lâmpada  
**incorreto**

Na ausência do revestimento que converte a luz ultravioleta em luz visível, a lâmpada não cumpriria a sua função básica, pois não enxergamos radiação ultravioleta. Além disso, seria nociva à saúde, pois a radiação ultravioleta tem energia suficiente para danificar os olhos e a pele.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



47. A produção de luz em lâmpadas fluorescentes acontece esquematicamente em quatro etapas: (a) uma descarga elétrica ocorre através do gás no tubo, excitando ou ionizando os átomos do gás; (b) ao desexcitarem-se ou recombinarem-se e voltar ao seu estado de menor energia, os átomos emitem luz ultravioleta, invisível para nós; (c) a luz ultravioleta é absorvida pelo revestimento interno da lâmpada, excitando-o; (d) ao voltar ao seu estado de menor energia, o material do revestimento emite luz visível.

A função do revestimento interno de uma lâmpada fluorescente é

**A. deixar a lâmpada bonita**

**incorreto**

**B. dar maior rigidez mecânica ao vidro de que a lâmpada é feita**

**incorreto**

**C. converter luz ultravioleta em luz visível**

**correto**

Dentro das lâmpadas fluorescentes existem muitos componentes necessários para a produção de luz. Um deles é uma substância fluorescente que reveste a parte interna do tubo, e que converte luz ultravioleta em luz visível. A descoberta e o aprimoramento dessas substâncias em geral é de grande importância econômica.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



48. Podemos dizer que raios e relâmpagos formados em uma tempestade e o arco voltaico em uma lâmpada têm em comum o fato de serem

A. uma bola de fogo de existência rara e efêmera  
**incorreto**

B. algo que só acontece quando a umidade do ar é muito elevada  
**incorreto**

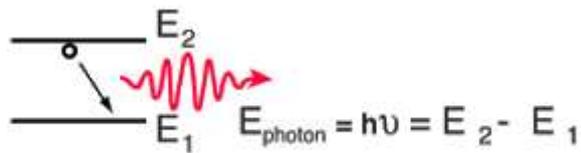
C. uma corrente elétrica entre dois pontos  
**correto**

Uma descarga elétrica constitui-se por um *plasma* de elétrons e íons (átomos ionizados), que é conhecido como o 'quarto estado da matéria'. Essas descargas podem ocorrer em qualquer meio material (mas não no vácuo perfeito, que não tem elétrons nem íons), controlada ou descontroladamente.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



49. As lâmpadas fluorescentes funcionam convertendo radiação ultravioleta em radiação visível através de um processo conhecido como

A. emissão espontânea

correto

B. fragmentação atômica

incorreto

C. fragmentação nuclear

incorreto

Há duas etapas onde ocorre emissão espontânea. A primeira é quando átomos de mercúrio vaporizados absorvem energia do arco voltaico e depois emitem radiação ultravioleta. A segunda é quando os sais minerais absorvem esta radiação ultravioleta e convertem em radiação visível. Este processo elaborado foi conquistado com anos de pesquisas de diversos estudiosos.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**50.** Quando uma lâmpada fluorescente está ligada átomos ionizados de mercúrio vaporizado absorvem elétrons e em seguida

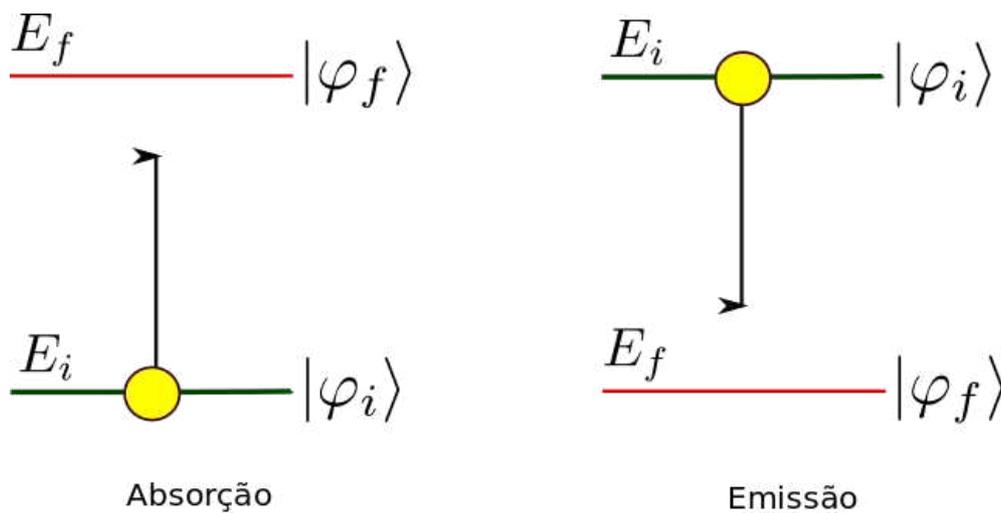
- A.** todo o átomo transforma-se em luz  
**incorreto**
- B.** o átomo é destruído  
**incorreto**
- C.** ocorre a emissão de radiação ultravioleta  
**correto**

Na recombinação dos átomos de mercúrio grande parte da radiação emitida está na faixa do ultravioleta. O revestimento interno da lâmpada absorve o ultravioleta e converte a sua energia em luz visível.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



51. De acordo com um dos postulados do modelo de Bohr, em algumas circunstâncias (havendo 'vagas') elétrons podem saltar para órbitas com um maior nível de energia, por exemplo da camada K para a camada L, ou para órbitas com menor nível de energia, por exemplo da camada L para a camada K. Os físicos chamam estes fenômenos de

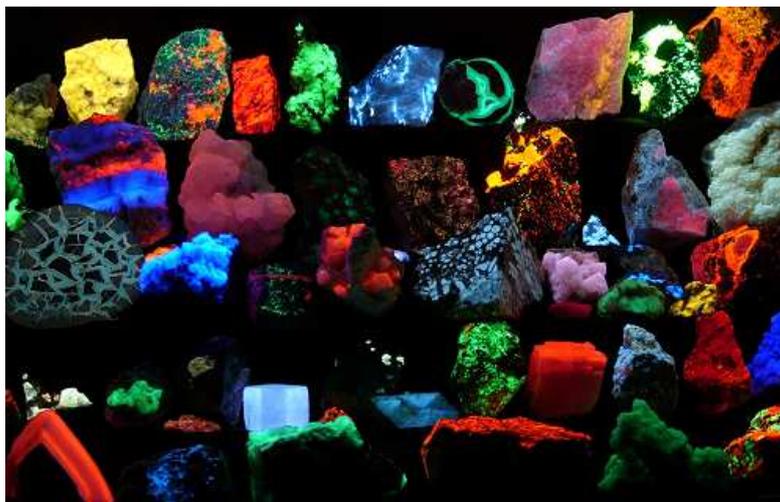
- A. excitação e desexcitação correto
- B. gravitação incorreto
- C. solidificação incorreto

Niels Bohr estava pesquisando por muito tempo o comportamento dos átomos ao absorverem e emitirem energia. Ao propor um postulado trazendo a ideia que os elétrons faziam uma mudança de órbita, de energia, de forma quantizada, ele trouxe uma revolução para a concepção do átomo. Quando um elétron muda de uma órbita interna para outra mais externa ele absorve energia, e quando muda de uma órbita mais externa para uma mais interna ela emite energia.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**52.** As lâmpadas fluorescentes utilizam um revestimento na parte interna do vidro que transforma radiação

**A.** ultravioleta em luz visível

**correto**

**B.** cósmica em gases

**incorreto**

**C.** beta em em raios X

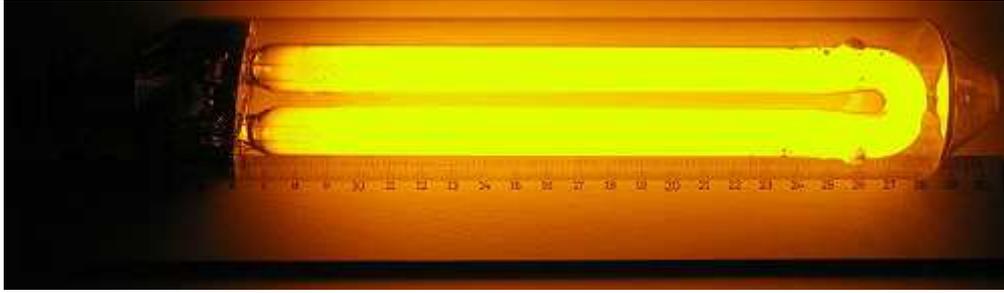
**incorreto**

A função dos sais minerais aplicados na parte interna das lâmpadas fluorescentes é transformar a radiação ultravioleta oriunda do mercúrio vaporizado em radiação visível.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

[próxima questão](#)

[sair](#)



**53.** João observa um letreiro luminoso e percebe que cada letra é composta de um único tubo comprido de cor amarela. Curioso, ele faz algumas pesquisas e descobre que o amarelo deve-se à predominância do elemento sódio em estado gasoso e que

**A.** o gás dentro da lâmpada não é importante  
**incorreto**

**B.** esse elemento absorve a radiação ultravioleta e emite radiação correspondente à cor amarela  
**correto**

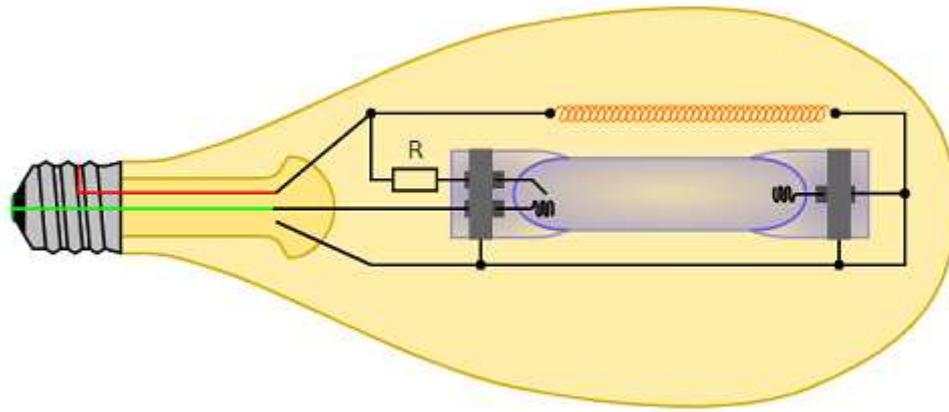
**C.** lâmpadas coloridas não têm utilidade  
**incorreto**

A interação dos átomos com a radiação é bastante rica. Uma maneira de identificar elementos químicos em uma substância é estudar o seu espectro (as 'cores' que absorve ou emite). Cada substância tem uma assinatura própria, e a assinatura do sódio é uma forte emissão de luz amarela na desexcitação do átomo.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**54.** Débora fica surpresa ao descobrir que uma lâmpada de luz mista produz luz branca misturando radiações azuladas provenientes de um arco elétrico, radiações amareladas oriundas de um filamento incandescente e radiações avermelhadas provenientes de uma camada fluorescente presente na parte interna do bulbo. Ela descobre que os fenômenos que ocorrem são

**A.** calefação, vaporização e condensação  
**incorreto**

**B.** arco elétrico, incandescência e fluorescência  
**correto**

**C.** fissão, fusão e irradiação  
**incorreto**

As lâmpadas mistas trazem três tipos de produção de luz ao mesmo tempo.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**55.** Lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão utilizam uma descarga em um gás para produzir uma luz amarela geralmente utilizada na iluminação pública e de prédios e monumentos históricos. A luz que elas produzem é praticamente

**A.** policromática, pois contêm todos os comprimentos de onda visíveis  
**incorreto**

**B.** monocromática, pois com emissão de luz com comprimentos de onda em torno de 589 nm

**correto**

**C.** inadequadas; vagalumes

**incorreto**

A vasta maioria da luz produzida por este tipo de lâmpada está concentrada em dois comprimentos de onda muito próximos entre si, de 589,0 nm e 589,56 nm. Em ambientes iluminados com esse tipo de luz a visão a cores fica prejudicada, pois somente o amarelo chega aos nossos olhos.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**56.** Uma das qualidades das lâmpadas de sódio de baixa pressão é que elas emitem luz amarela com comprimento de onda próximo à região do espectro de luz melhor absorvido pelo olho humano. Provavelmente isso ocorre porque

**A.** a atmosfera da terra é amarela

**incorreto**

**B.** todos gostam da cor amarela

**incorreto**

**C.** o olho humano adaptou-se para enxergar bem durante o dia, utilizando a luz do Sol, que é predominantemente amarela.

**correto**

A espécie humana evoluiu para enxergar durante o dia. A radiação do Sol que chega à superfície da Terra tem seu máximo em torno da cor amarela, o que pode ter levado a essa adaptação.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



57. Uma das maneiras de se obter uma lâmpada germicida a partir de um arco voltaico, é não aplicar sais fluorescentes na parte interna do tubo que contém mercúrio vaporizado, assim

- A. a radiação ultravioleta pode escapar do tubo sem ser absorvida  
**correto**
- B. ela é utilizada para iluminar salas de aula  
**incorreto**
- C. ela é utilizada apenas para diversão  
**incorreto**

Uma lâmpada fluorescente é, na verdade, também uma lâmpada de arco voltaico. Arcos voltaicos emitem quantidade significativa de radiação ultravioleta, que em geral é nociva aos seres vivos, podendo ser utilizada para matar vírus e bactérias, por exemplo.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**58.** A luz de lâmpadas germicidas são nocivas à visão e à pele de pessoas e animais, mas podem ser utilizadas para destruir bactérias pois emitem radiação UVC (ultravioleta 'curto'). Essas lâmpadas são utilizadas

**A.** na esterilização de instrumentos, no tratamento de água potável e de esgoto etc.

**correto**

**B.** em qualquer lugar, inclusive em nossas casas

**incorreto**

**C.** apenas para diversão

**incorreto**

O ultravioleta tipo 'C' tem comprimentos de onda entre 100 e 280 nm. Por causarem danos aos olhos ou a pele, este tipo de lâmpada é utilizada de forma restrita e é eficiente no tratamento de água e esterilização de instrumentos.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**59.** Lâmpadas de arco voltaico conhecidas com 'lâmpadas de luz negra' emitem radiações UVA, que excitam certas substâncias minerais que podem ser aplicadas em tintas, tecidos etc. A radiação UVA é invisível para os seres humanos, portanto não serve para iluminação. Usos para essas lâmpadas incluem

**A.** detectar notas falsas, vazamentos de gás refrigerantes, substâncias marcadas etc

**correto**

**B.** diversão

**incorreto**

**C.** iluminação de estádios de futebol

**incorreto**

O ultravioleta tipo 'A' tem comprimentos de onda entre 315 e 400 nm. Seres humanos não enxergam esse tipo de radiação mas alguns animais sim. Esta luz é utilizada em certos contextos para estimular alguns materiais a emitirem luz visível.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**60.** Os componentes de um circuito elétrico podem ser classificados como condutores, que são aqueles que conduzem bem a eletricidade, os isolantes, que são aqueles que dificilmente conduzem a eletricidade. Uma terceira classe são os semicondutores, como o diamante e o silício, que são materiais cuja condutividade pode ser controlada utilizando-se campos elétricos, por exemplo. Semicondutores são empregados

**A.** apenas em celulares

**incorreto**

**B.** praticamente todos os tipos de aparelhos eletrônicos

**correto**

**C.** apenas em ventiladores

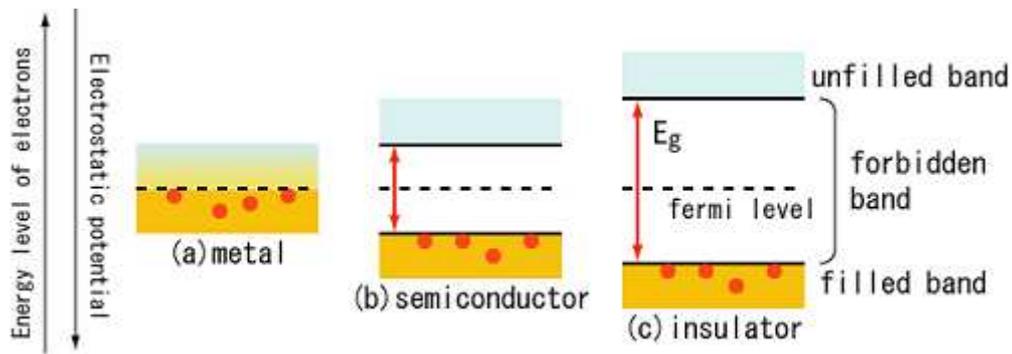
**incorreto**

O estudo e pesquisas de muitos cientistas nos últimos anos produziu materiais incríveis em relação a condução de eletricidade, permitindo a criação de componentes de circuitos dos mais diversos tipos. Essa é uma das razões do avanço tecnológico nos últimos anos.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



61. Com relação à aplicação de uma diferença de potencial elétrico ('voltagem') em um material, podemos classifica-lo como isolante, condutor ou

A. semicondutor

correto

B. neutro

incorreto

C. paramagnético

incorreto

Metais como ferro, cobre, ouro, alumínio etc. são exemplos de bons condutores. Borracha, madeira, plástico, água pura e ar são exemplos de bons isolantes. Diamante (uma forma de carbono), silício e germânio, além de uma infinidade de outras substâncias são exemplos de semicondutores.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**62.** Um material é considerado isolante quando os elétrons precisam de muita energia para passar de estados ligados (banda de valência) para estados livres (banda de condução). São exemplos de materiais isolantes

**A.** ferro, cobre, ouro

**incorreto**

**B.** plástico, madeira, borracha

**correto**

**C.** gravidade, vento, luz

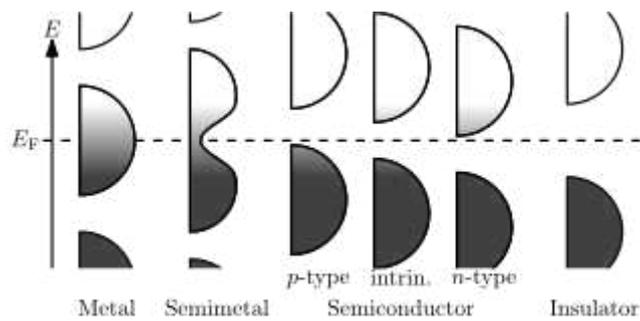
**incorreto**

Metais são em geral bons condutores. Os semimetais também conduzem eletricidade, porém em condições especiais. Isolantes em geral não conduzem eletricidade, mas se submetidos a uma grande diferença de potencial (voltagem), pode ocorrer a ruptura dielétrica, o que em geral danifica o material irreversivelmente.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

[próxima questão](#)

[sair](#)



**63.** LEDs são feitos de materiais semicondutores. Nos semicondutores, as *bandas de condução* e de *valência* consistem em intervalos de níveis de energia que os elétrons podem ocupar, separados por uma região proibida (o *gap*). A condutividade elétrica do semiconductor depende de possibilidade dos elétrons passarem da banda de valência para a banda de condução, o que pode ser facilitado pela aplicação de um campo elétrico acima de um certo valor (proporcionado por uma pilha ou bateria, por exemplo). Se o campo elétrico aplicado for baixo demais, semiconductor comporta-se como um

**A.** isolante

correto

**B.** condutor

incorreto

**C.** inexistente

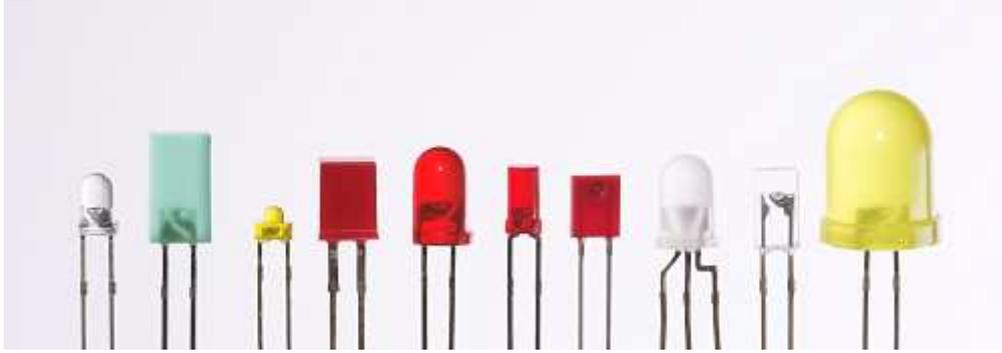
incorreto

Nos metais a distinção entre as bandas de valência e de condução perde o sentido (como se estivessem superpostas) e os elétrons podem ser postos em movimento (constituir uma corrente elétrica) com a aplicação de qualquer campo elétrico.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**64.** O diodo é um dispositivo eletrônico semicondutor que pode ser empregado em uma infinidade de funções em circuitos elétricos. Uma que vem sendo bem extensivamente explorada é a capacidade que alguns tipos têm de emitir luz. O LED é uma sigla para expressão em inglês *light emitting diode*, que significa:

**A.** válvula emissora de luz

**incorreto**

**B.** processador ultra rápido

**incorreto**

**C.** diodo emissor de luz

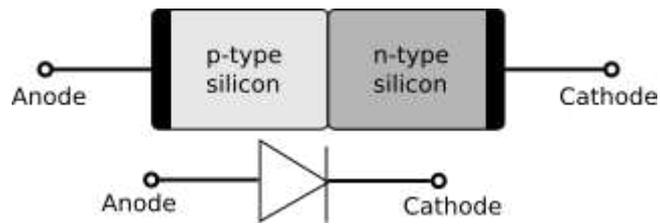
**correto**

*Diode*, diodo; *light*, luz; *emitting*, emissor. Devido à forte influência econômica, científica, tecnológica e cultural dos Estados Unidos e da Inglaterra, muitas siglas e palavras da língua inglesa são populares no Brasil e no mundo.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**65.** Um LED (*light emitting diode*) emite luz através de um fenômeno chamado de recombinação de pares ou de 'elétrons-lacunas', também conhecidos como 'elétrons-buracos'. Este fenômeno consiste da junção de um elétron com um 'buraco de elétron' (que é um lugar em que, energeticamente, 'cabe' um elétron), acompanhada da liberação de energia como fótons (luz). Podemos concluir que sistema

**A.** passou de um estado de maior energia para outro de menor energia  
**correto**

**B.** transformou-se em luz  
**incorreto**

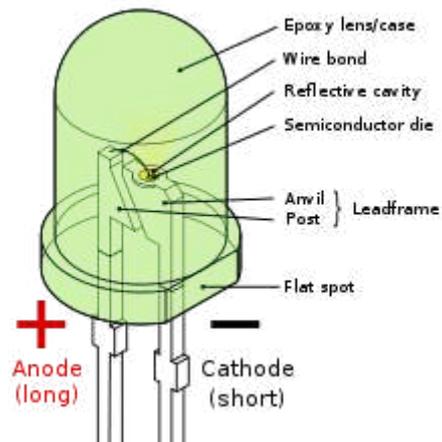
**C.** desapareceu  
**incorreto**

LEDs são fabricados a partir de materiais semicondutores. O local onde ocorre a produção de luz é na junção entre dois tipos de semicondutores, chamados de tipo  $n$  e tipo  $p$ . Quando o terminal positivo da bateria é ligado ao lado  $p$  da junção dizemos que o diodo está submetido a uma polarização direta. A polarização direta diminui a voltagem entre os dois lados da junção. Com isso, a difusão de elétrons aumenta e uma corrente percorre o circuito. Na difusão elétrons passam para o lado de menor energia, emitindo fótons.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**66.** A recombinação, nome dado ao processo físico associado à geração de luz em um LED, ocorre com emissão de fótons com energia muito parecidas, e conseqüentemente com frequências também muito próximas, com diferenças praticamente imperceptíveis para olho humano. Para fins práticos, um LED emite luz

**A.** com única cor

**correto**

**B.** com várias cores

**incorreto**

**C.** invisível

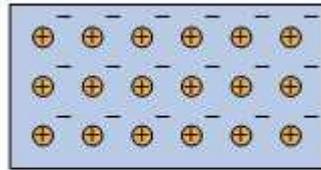
**incorreto**

Os LEDs são fabricados com diversos materiais semicondutores. As cores do LED dependem desses tipos de materiais. Por exemplo, arseneto de gálio produz luz vermelha; fosfato de alumínio, amarela; nitreto de gálio, azul etc.

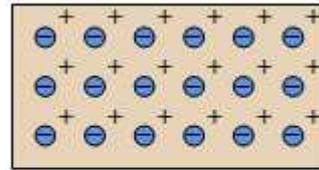
Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



Semicondutor tipo N



Semicondutor tipo P

67. Semicondutores do tipo  $p$  são caracterizados por possuírem 'buracos de elétrons', que são 'locais' muito receptivos a elétrons, como se fossem cargas positivas. Esses materiais

A. são encontrados abundantemente na natureza  
incorreto

B. não existem  
incorreto

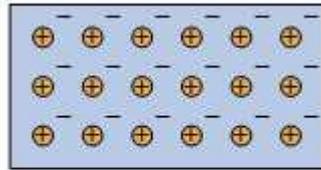
C. são fabricados com técnicas industriais sofisticadas  
correto

A fabricação de alguns tipos de semicondutores é extremamente sofisticada e poucos países os produzem em escala industrial economicamente viável.

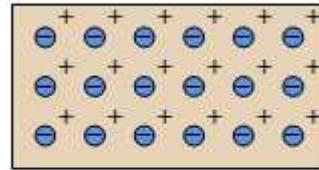
Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



Semicondutor tipo N



Semicondutor tipo P

68. Semicondutores do tipo  $n$  são caracterizados por possuírem alguns elétrons fracamente ligados à rede cristalina do material, o que permite que sejam movidos com maior facilidade. Esses materiais

A. formam-se naturalmente na natureza  
incorreto

B. não existem  
incorreto

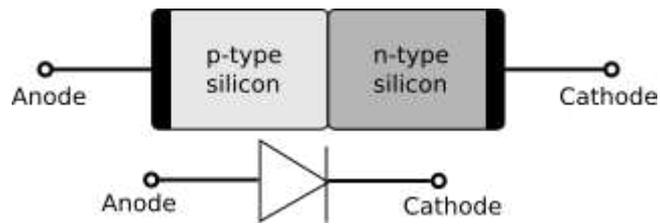
C. são fabricados com técnicas industriais sofisticadas  
correto

A fabricação de alguns tipos de semicondutores é extremamente sofisticada e poucos países os produzem em escala industrial economicamente viável.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



69. O local onde ocorre a produção de luz em um LED é uma região de contato entre um semicondutor do tipo  $n$  com um semicondutor do tipo  $p$ , conhecido como junção  $pn$ . É neste local que ocorre o fenômeno da

A. incandescência

incorreto

B. recombinação entre elétrons e buracos de elétrons

correto

C. aniquilação de elétrons

incorreto

Na região de contato entre os semicondutores tipo  $n$  e tipo  $p$  existe um 'degrau de energia'. Quando um campo elétrico é aplicado através desse degrau, elétrons e buracos de elétrons recombina-se emitindo fótons.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**70.** Na ruptura dielétrica elétrons bem ligados aos átomos são arrancados, forçando o material, que pode estar na forma sólida, líquida ou gasosa, a conduzir eletricidade. Em geral quando isso ocorre em um dispositivo eletrônico ele fica

**A.** danificado

**correto**

**B.** funcionando normalmente

**incorreto**

**C.** colorido

**incorreto**

Materiais condutores permitem que os elétrons se desloquem na presença de um campo elétrico externo. Nos materiais isolantes os elétrons estão bem presos aos núcleos atômicos. Mas se neste material for aplicado um campo elétrico suficientemente intenso ocorre a ruptura dielétrica, frequentemente danificando irremediavelmente o material. Metais também podem ser danificados quando uma corrente elétrica excessiva passa por ele, derretendo-o, por exemplo.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



71. O nitrogênio é usado na forma gasosa em lâmpadas incandescentes de projetores, onde uma alta rigidez dielétrica é necessária. No nitrogênio os elétrons estão bem presos aos núcleos dos átomos dificultando assim

- A. o funcionamento da lâmpada **incorreto**
- B. que ocorra uma ruptura dielétrica **correto**
- C. o congelamento da lâmpada **incorreto**

Os átomos possuem diferentes propriedades. Uma delas é a energia de ligação entre os elétrons e seu núcleo. A rigidez dielétrica está associada a essa energia. Parâmetros que podem influenciar na rigidez dielétrica de um gás são a temperatura e a pressão dentro da lâmpada. O nitrogênio possui uma alta rigidez dielétrica.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

[próxima questão](#)

[sair](#)



72. Lâmpadas de LEDs possuem um circuito eletrônico cuja finalidade é diminuir a voltagem relativamente elevada fornecida pela rede elétrica (110 ou 220 volts) para uma voltagem muito menor. Se a voltagem sobre o LED exceder a indicada pelo fabricante

- A. continuará funcionando normalmente  
**incorreto**
- B. poderá ocorrer uma ruptura dielétrica danificando o LED  
**correto**
- C. continua funcionando, mas apresentará falhas  
**incorreto**

Os LEDs são fabricados com materiais semicondutores que apresentam sensibilidade à passagem de uma corrente elétrica. Operam com pequenas voltagens, da ordem de poucos volts. Se aplicarmos 110 ou 220 volts a um LED, ele 'queima' instantaneamente porque elétrons são arrancados forçadamente de estrutura (ruptura dielétrica).

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**73.** Ruptura dielétrica pode ocorrer em um sólido, líquido ou gás. Em uma lâmpada de arco voltaico ou fluorescente este fenômeno é bem-vindo, pois ela é projetada para isso acontecer controladamente. Entretanto, caso a ruptura dielétrica ocorra em um LED, ele é danificado. O fenômeno bem conhecido que poderá ocorrer após o ar atmosférico ser ionizado é

- A.** o congelamento do oxigênio  
**incorreto**
- B.** a produção de raios ou relâmpagos  
**correto**
- C.** o vento sul  
**incorreto**

Raios e relâmpagos decorrem do acúmulo de cargas elétricas nas nuvens criando grande diferença de potencial elétrico (voltagem) entre ela e o solo. Quando esta voltagem é suficiente para ionizar o ar atmosférico, ocorre a ruptura dielétrica, abrindo passagem para as cargas elétricas de um lado para o outro. Isso é o raio.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**74.** A condutividade elétrica é uma característica de alguns materiais. Materiais que conduzem bem a eletricidade são classificados como

**A.** isolantes

**incorreto**

**B.** divisíveis

**incorreto**

**C.** condutores

**correto**

Materiais condutores possuem elétrons livres que podem movimentar-se no material. Metais são ótimos condutores de eletricidade, sendo os elétrons as cargas que movimentam-se.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



75. A condutividade elétrica é uma característica de alguns materiais. Materiais que não conduzem bem a eletricidade são classificados como

**A. isolantes**

**correto**

**B. divisíveis**

**incorreto**

**C. condutores**

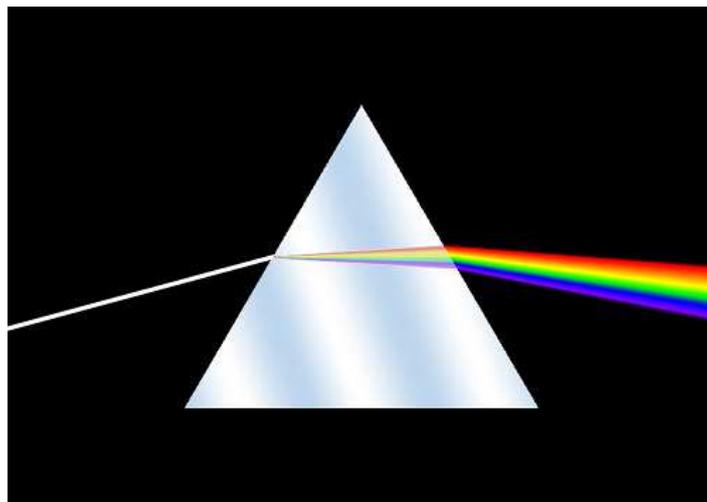
**incorreto**

Materiais isolantes não possuem elétrons livres que podem movimentar-se através do material.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

[próxima questão](#)

[sair](#)



**76.** Em 1704 Isaac Newton publicou, na Inglaterra, o livro *Opticks*, com os resultados de suas investigações sobre a luz. Ele observou um feixe de luz solar passar por um prisma e dividir-se em cores. Hoje podemos dizer que Newton estava observando

**A.** o espectro da luz

correto

**B.** a química da luz

incorreto

**C.** o calor da luz

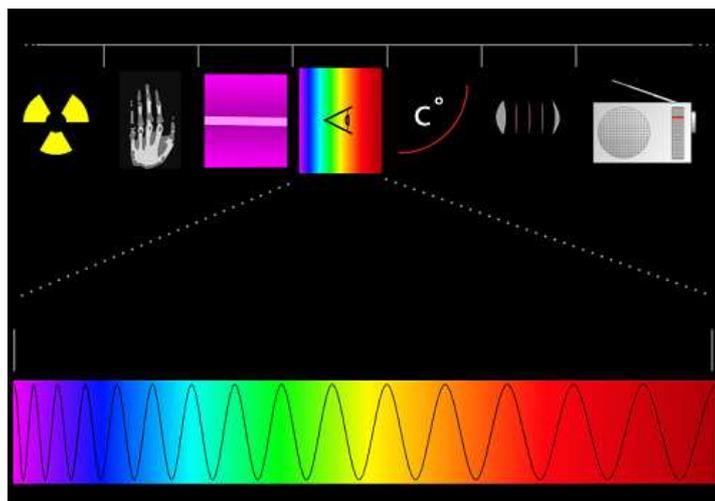
incorreto

O livro apresenta uma extensa investigação sobre vários aspectos da luz, particularmente ligados à refração, à difração e a mistura de cores. O título completo do livro é *Optiks, or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



77. O espectro eletromagnético é tradicionalmente organizado em intervalos. Cada intervalo recebe um nome. A quantidade de radiação emitida em cada intervalo depende da temperatura do objeto. No caso de uma lâmpada incandescente a maior parte da radiação está no intervalo chamado

A. infravermelho

correto

B. luz visível

incorreto

C. arco-fris

incorreto

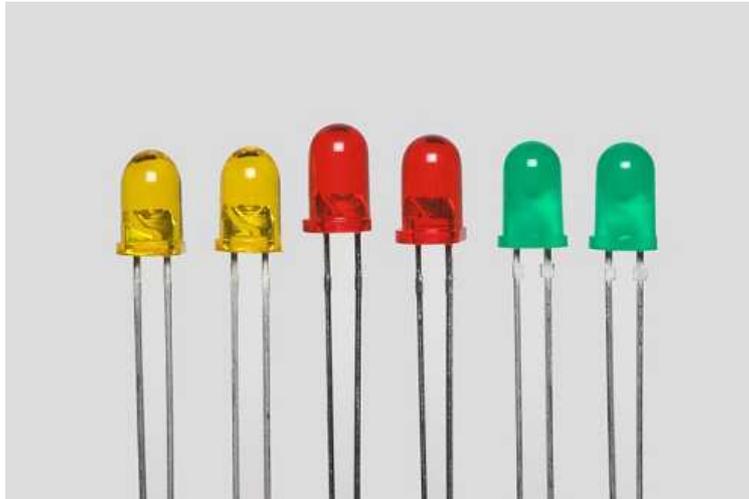
Os limites dos intervalos, onde termina o intervalo visível e começa o infravermelho, por exemplo, em geral não são especificados por um único número, mas também por um intervalo. A passagem do vermelho para o infravermelho, por exemplo, ocorre entre 700 e 800 nm.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair





78. Lâmpadas de LEDs possuem um circuito integrado cuja a finalidade é regular a tensão elétrica. Conforme a tabela abaixo, um LED de nitrato de gálio quando acionado com 3,1 volts, emite luz

	Material semicondutor	Cor da luz	Comprimento de onda (nanômetros)	Tensão (volts)
1	Arsenieto de gálio e alumínio	Infravermelha	880	até 1,5
2	Arsenieto de gálio e alumínio	Vermelha	645	1,7
3	Fosfato de alumínio, índio, e gálio	Amarela	595	1,7 a 2,0
4	Fosfato de gálio	Verde	565	2,0 a 3,0
5	Nitreto de gálio	Azul	430	3,0 a 4,0

Adaptado de: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Tabela\\_luz\\_comp.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Tabela_luz_comp.png)

A. amarelo

incorreto

B. azul

correto

C. verde

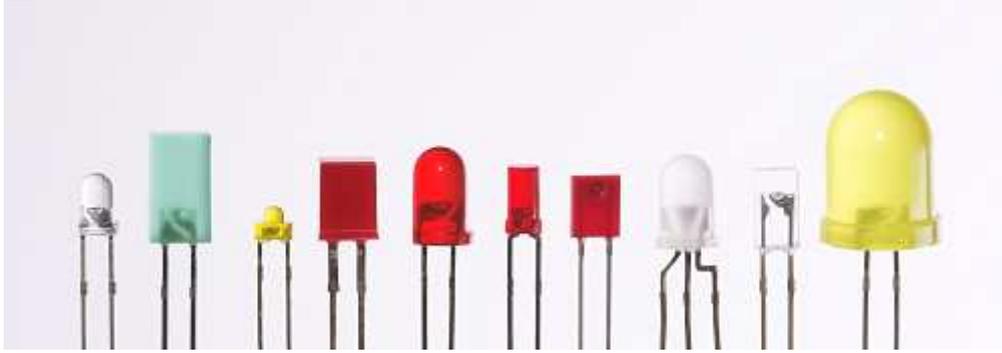
incorreto

A recombinação elétron-buraco responsável pela produção de luz em um LED depende da diferença de potencial (voltagem) entre o lado  $n$  e o lado  $p$  do semicondutor. Essa diferença de potencial é conhecida como *gap*, ou 'vão' entre os diferentes níveis de energia. O tamanho do *gap* determina a cor do LED e é definido durante a fabricação, através da escolha dos tipos e proporções dos materiais empregados.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



79. Em um LED são aplicados 1,8 volts de diferença de potencial elétrico, fazendo-o emitir radiação eletromagnética com comprimentos de onda próximos a 595 nm. Segundo a tabela abaixo, esse LED é provavelmente feito de

	Material semiconductor	Cor da luz	Comprimento de onda (nanômetros)	Tensão (volts)
1	Arsenieto de gálio e alumínio	Infravermelha	880	até 1,5
2	Arsenieto de gálio e alumínio	Vermelha	645	1,7
3	Fosfato de alumínio, índio, e gálio	Amarela	595	1,7 a 2,0
4	Fosfato de gálio	Verde	565	2,0 a 3,0
5	Nitreto de gálio	Azul	430	3,0 a 4,0

Adaptado de: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Tabela\\_luz\\_comp.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Tabela_luz_comp.png)

A. fosfato de gálio

incorreto

B. fosfato de alumínio, índio, e gálio

correto

C. bicarbonato de sódio

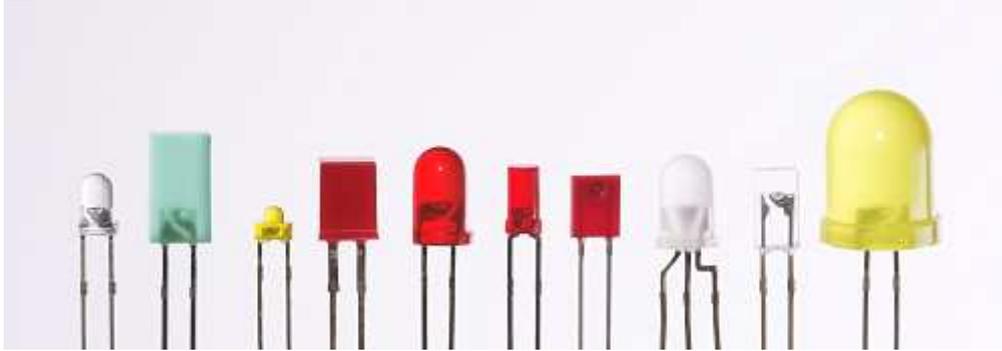
incorreto

As cores dos LEDs são geradas de acordo com os materiais utilizados na fabricação. O aspecto mais importante é a o tamanho do *gap* (o 'vão' de energia) entre o lado *n* e *p* do semiconductor. Quanto maior o *gap* menor será o comprimento de onda.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



80. Um LED feito a partir de arsenieto de gálio e alumínio emite a cor vermelha quando aplicamos uma tensão em torno de 1,7 volts. O comprimento de onda desta radiação emitida está em torno de

	Material semiconductor	Cor da luz	Comprimento de onda (nanômetros)	Tensão (volts)
1	Arsenieto de gálio e alumínio	Infravermelha	880	até 1,5
2	Arsenieto de gálio e alumínio	Vermelha	645	1,7
3	Fosfato de alumínio, índio, e gálio	Amarela	595	1,7 a 2,0
4	Fosfato de gálio	Verde	565	2,0 a 3,0
5	Nitreto de gálio	Azul	430	3,0 a 4,0

Adaptado de: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Tabela\\_luz\\_comp.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Tabela_luz_comp.png)

A. 400 nanômetros

incorreto

B. 645 nanômetros

correto

C. 500 nanômetros

incorreto

A cor de um LED é determinada em sua fabricação de acordo com os minerais empregados. A cor está relacionada ao comprimento de onda da radiação emitida. Comprimentos de onda da ordem de 400 nm estão associados ao limite entre o violeta e o ultravioleta, e comprimentos de onda da ordem de 500 nm estão associados a tons mais laranja-amarelados.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**81.** Para uma lâmpada incandescente produzir 600 lúmens (lm) de luz uma é necessário fornecer cerca de 60 watts (W) de potência. Isso significa que, aproximadamente, para cada 1 W de potência uma lâmpada incandescente produz

**A.** 10 lm

**correto**

**B.** 60 lm

**incorreto**

**C.** 2 lm

**incorreto**

A proporção 1 W para 10 lm é apenas uma aproximação, pois, existem vários tipos de lâmpadas incandescentes para diferentes finalidades. Todas, entretanto, são consideradas de baixa eficiência quando comparadas com as atuais lâmpadas de LEDs.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



82. Para uma lâmpada fluorescente produzir 600 lúmens (lm) de luz são necessários cerca de 10 watts (W) de potência. Isso significa que, aproximadamente, para cada 1 W de potência uma lâmpada fluorescente produz

A. 10 lm

incorreto

B. 60 lm

correto

C. 2 lm

incorreto

O lúmen (lm) é uma unidade associada à quantidade de luz visível que produzida por uma fonte de luz, por unidade de tempo. O watt (W) é uma unidade associada à potência (energia/tempo). A eficiência das lâmpadas é em geral expressa pela razão entre essas duas unidades (lúmens/watt, ou lm/W). Nem toda energia é aproveitada na produção de luz visível, pois parte dela gera calor.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**83.** Para uma lâmpada de LED produzir 600 lúmens (lm) de luz são necessários cerca de 6 watts (W) de potência. Isso significa que, aproximadamente, para cada 1 W de potência uma lâmpada de LED produz

**A.** 2 lúmens

**incorreto**

**B.** 50 lúmens

**incorreto**

**C.** 100 lúmens

**correto**

A proporção 1 W para 100 lúmens é uma aproximação pois existem vários tipos de lâmpadas de LEDs para diferentes finalidades. Todas elas são, entretanto, muito mais eficientes do que lâmpadas incandescentes.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**84.** Kauane realiza uma pesquisa e descobre que não existe LEDs que emitem diretamente luz branca. Para emitir luz branca LEDs geralmente emitem luz azul que uma camada de fosfato converte de em luz branca, semelhantemente ao que acontece na lâmpadas fluorescentes. A luz branca percebida pelo olho humano é resultado da percepção combinada de diferentes intensidades de luz, em geral

**A.** infravermelha e azul

**incorreto**

**B.** vermelha, verde e azul

**correto**

**C.** radio, raios X e raios gama

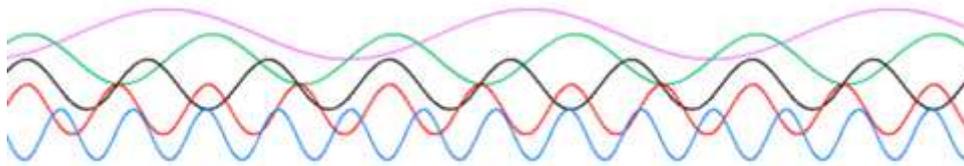
**incorreto**

A visão a cores é uma construção do cérebro humano feita a partir de informações elétricas fornecidas por diferentes tipos de células em nossos olhos (os cones e bastonetes). O olho humano tem sensores otimizados para enxergar tons de vermelho, verde e azul, que, em diferentes intensidades, permitem-nos diferenciar milhões de cores.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**85.** Compreender o espectro eletromagnético é fundamental para o entendimento do funcionamento do mundo que nos cerca, e em particular das lâmpadas. Observando a imagem acima podemos dizer que

**A.** não existe a cor amarela

**incorreto**

**B.** a verde é mais rápida

**incorreto**

**C.** radiações associadas a cores diferentes têm comprimentos de onda diferentes

**correto**

O comprimento de onda é a distância entre dois pontos iguais da onda (distância entre dois picos por exemplo).

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**86.** RGB é um acrônimo para *red*, *green*, *blue*, do inglês vermelho, verde e azul, respectivamente. Tecnologia RGB é empregada em uma infinidade de dispositivos, inclusive para iluminação. Quando LEDs dessas três cores são ligados simultaneamente e longe de nossos olhos em geral vemos

**A.** as três cores, não importando a distância  
**incorreto**

**B.** luz branca, resultado da 'mistura' das três cores em nossos olhos  
**correto**

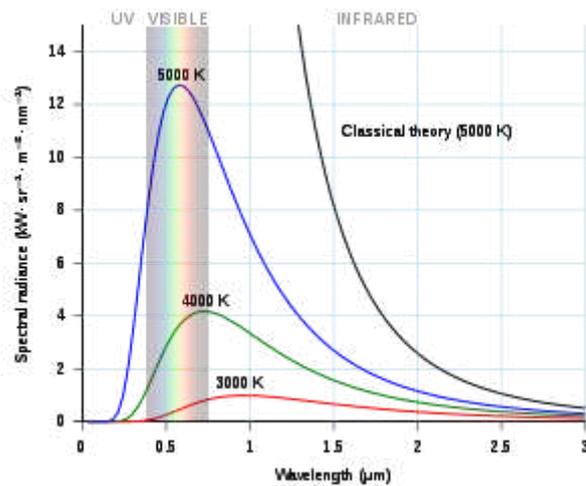
**C.** um tom marrom escuro, resultado do cancelamento parcial das cores  
**incorreto**

Apesar dos LEDs serem geralmente caracterizados por uma 'cor' (vermelho, amarelo, verde, azul), eles não emitem radiação estritamente monocromática (como a de um *laser*), mas têm faixas de emissão relativamente estreitas, por isso a distinção clara de cores. Um dos grandes desafios da indústria de iluminação com LEDs foi substituir o 'trio' RGB por um LED de alta energia cuja luz pudesse ser convertida em luz branca através de mecanismos semelhantes aos empregados em lâmpadas fluorescentes.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



87. O fenômeno da recombinação elétron-buraco, nos LEDs, resulta na emissão de fótons com valores de energia bem definidos. Esses fótons têm energias proporcionais à frequência da luz, e a constante de proporcionalidade é chamada de

A. constante de Planck ( $h$ )

correto

B. constante gravitacional ( $G$ )

incorreto

C. constante de dilatação térmica ( $\alpha$ )

incorreto

A energia do fóton emitido na recombinação dos pares elétron-buraco em um LED é definida no processo de fabricação. Podemos imaginar que a energia do fóton depende da largura de um 'vão' (*gap*) de energia que um elétron atravessa. A frequência do fóton emitido é a largura desse vão dividida pela constante de Planck. Quanto maior for a largura do vão, maior é a frequência do fóton emitido.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**88.** A constante de Planck tem esse nome em homenagem ao cientista que a propôs, o alemão Max Planck, em 1900. A constante de Planck é particularmente importante para a análise de fenômenos atômicos e nucleares, que são objetos de estudo da

**A.** física quântica

**correto**

**B.** física do equilíbrio

**incorreto**

**C.** física dos cheiros

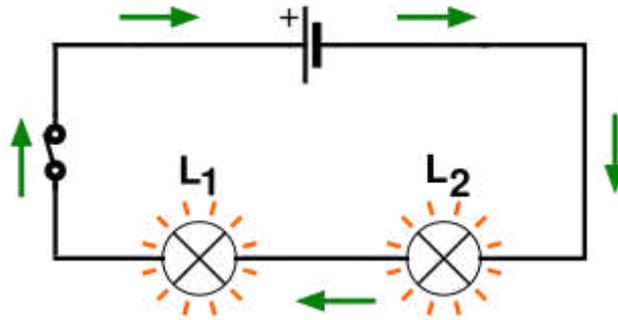
**incorreto**

Max Karl Ernest Ludwing Planck é considerado o 'pai' da física quântica e um dos físicos mais importantes do século XX, tanto que seu nome é dado ao imenso sistema de instituições de pesquisa da Alemanha. Planck recebeu o Nobel de Física de 1918.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



89. Kauane percebeu que para ligar um LED de cor vermelha precisará de 1,8 volts; dois LEDs de cor vermelha em série (um depois do outro), precisará de 3,6 volts; três LEDs de cor vermelha em série, de 5,4 volts. Ela então conclui que para ligar 10 LEDs de cor vermelha precisará de uma fonte de

A. 10 volts

incorreto

B. 18 volts

correto

C. 2 volts

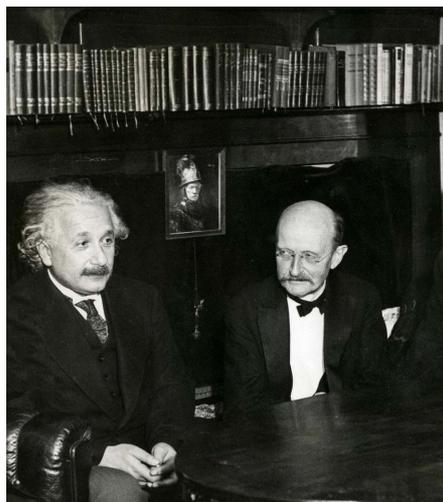
incorreto

Se para um LED são necessários 1,8 volts, para 10 LEDs em série são necessários  $10 \times 1,8 = 18$  volts.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair



**90.** Eduardo explica ao seu colega Felipe que a energia de um fóton emitido por um LED dada pela equação  $E = h \times f$ , onde  $E$  é a energia do fóton,  $h$  uma constante da natureza, e  $f$  a frequência associada ao fóton. Em palavras, isso quer dizer que quanto maior a frequência, maior a energia do fóton. Felipe afirma corretamente então que no LED

**A.** a energia dos fótons associados à cor violeta é maior do que a dos associados à cor verde

**correto**

**B.** a energia dos fótons associados à cor vermelha é maior do que a dos associados à cor azul

**incorreto**

**C.** os fótons associados à cor amarela não têm energia

**incorreto**

A equação acima é conhecida como *equação de Einstein-Planck* e  $h$   $6,63 \times 10^{-34}$  J/s é a *constante de Planck*. No olho humano células especializadas são sensibilizadas pela energia dessas ondas de uma maneira bastante complexa, algumas por uma fótons de menor energia, outras por fótons de maior energia, dependendo de sua estrutura molecular. A combinação dessas informações é utilizada pelo cérebro para construir a percepção de cor.

Se a alternativa que você escolheu não foi a correta, porque não tentar alguma outra?

próxima questão

sair