UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

ESTUFA PARA O CULTIVO DE VEGETAIS E SEUS FUNDAMENTOS FÍSICOS

ROBSON DAVID PIMENTA

BARRA DO GARÇAS – MT
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

ESTUFA PARA O CULTIVO DE VEGETAIS E SEUS FUNDAMENTOS FÍSICOS

ROBSON DAVID PIMENTA

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Mato Grosso - Pólo Barra do Garças, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Adellane Araújo Sousa

BARRA DO GARÇAS – MT
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

P644e Pimenta, Robson David.
ESTUFA PARA O CULTIVO DE VEGETAIS E SEUS FUNDAMENTOS FÍSICOS / Robson David Pimenta. -- 2022
170 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Adellane Araujo Sousa.
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física, Pontal do Araguaia, 2022.
Inclui bibliografia.

1. Efeito Estufa. 2. Fotossíntese. 3. Interdisciplinaridade. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO

CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: *Estufa para o Cultivo de Vegetais e seus Fundamentos Físicos*

AUTOR: *Robson David Pimenta*

Dissertação defendida e aprovada em 29 de julho de 2022

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. PROFESSOR DOUTOR ADELLANE ARAUJO SOUSA (Presidente da banca e orientador) INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO/ICET/CUA/BARRA DO GARÇAS

2. PROFESSOR DOUTOR FABRIZIO MYAKI ALVES (Membro interno)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO/ICET/CUA/BARRA DO GARÇAS

3. PROFESSOR DOUTOR DENIS REZENDE DE JESUS (Membro externo)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO/CATALÃO/GO

Barra do Garças, 29 de julho de 2022.

Documento assinado eletronicamente por **ADELLANE ARAUJO SOUSA**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 29/07/2022, às 14:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **FABRIZIO MYAKI ALVES**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 29/07/2022, às 23:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Denis Rezende de Jesus**, **Usuário Externo**, em 01/08/2022, às 10:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4954639** e o código CRC **C8D09CCF**.

Referência: Processo nº 23108.038386/2022-43 SEI nº 4954639

“Na teoria da relatividade, não existe tempo absoluto único; em vez disso, cada indivíduo tem sua própria medida de tempo, que depende de onde ele se encontra e de como está se movendo.”

Stephen Hawking

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e sogros que me apoiaram em todos os momentos difíceis e que de certa forma me ajudou a alcançar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF - Pólo Barra do Garças pela oportunidade de realização de trabalhos em minha área de pesquisa. A Sociedade Brasileira de Física–SBF.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior –Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 pela bolsa que me foi destinada pois sem ela ficaria muito difícil em questões financeiras.

Aos colegas do MNPEF que me trouxeram muitas alegrias, e se tornaram verdadeiros amigos de coração, por me auxiliar nas tarefas desenvolvidas durante o curso e apoio nas horas difíceis revisão deste trabalho.

A todos os professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física Polo Barrado Garças que muitos colaboraram para minha formação.

Ao meu orientador, professor Dr. Adellane, pelas suas orientações, incentivos constantes e paciência.

****

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

Diversificar as técnicas e metodologias em sala de aula se torna a cada dia mais contundente e necessário. Procurou-se através deste trabalho implementar as aulas de Física mais atraentes e instigadoras no terceiro ano do Ensino Médio no Colégio Estadual Lindolfo Mendes da Cunha, Faina – GO. Na implementação dessas aulas, utilizou-se a construção de uma estufa de madeira com iluminação de lâmpadas de LED de diversas cores para verificação de suas influências no crescimento das plantas. Alguns conceitos como intensidade de radiação luminosa, temperatura, umidade, absorção e reflexão de luz, emissão de radiação de corpo negro, suas relações com o Efeito Estufa foram tratadas nas aulas. Procurou-se também administrar as aulas de uma forma interdisciplinar envolvendo a Biologia e a Física nos processos de fotossíntese e efeito estufa. As aulas demonstraram-se muito dinâmicas e produtivas segundo relato de estudantes. Trazer os fenômenos físicos, químicos e biológicos do dia a dia para ser debatido e estudando em sala de aula trouxe a aprendizagem significativa à tona. Sendo assim, a experimentação e temas atuais trabalhados em sala de aula demonstraram maior engajamento por parte dos estudantes facilitando a aprendizagem e até mesmo a indisciplina que muitas vezes são narradas por professores.

PALAVRAS-CHAVE: Efeito Estufa; Fotossíntese; Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

Diversify the techniques and methodologies in the classroom becomes increasingly forceful and necessary. Through this work, the most attractive and instigating physics classes in the third year of high school at the Lindolfo Mendes da Cunha State College, Faina-GO, was sought through this work. In the implementation of these classes, the construction of a wooden greenhouse of LED lamps of various colors was used to verify their influences on plant growth. Some concepts such as luminous radiation intensity, temperature, humidity, absorption and reflection of light, emission of black body radiation, their greenhouse relations were treated in classes. It was also sought to manage the classes in an interdisciplinary way involving biology and physics in photosynthesis and greenhouse effects. The classes were very dynamic and productive according to student report. Bringing the physical, chemical and biological phenomena of everyday life to be debated and studying in the classroom brought meaningful learning to light. Thus, the experimentation and current themes worked in the classroom demonstrated greater engagement from the students facilitating learning and even the indiscipline that are often narrated by teachers.

KEY WORDS: Greenhouse effect; Photosynthesis; Interdisciplinarity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ilustração das diferenças de irradiações da luz 28
Figura 2 - Vista da estufa artificial internamente. 29
Figura 3 - Reflexão e refração da luz. 30
Figura 4 - Absorção das cores no processo de Fotossíntese. 31
Figura 5 - Propagação da luz em linha reta. 32
Figura 6 - Reflexão e absorção da luz. 32
Figura 7 - Reversibilidade da Luz. 33
Figura 8 - Formação de sombra e penumbra 33
Figura 9 - Ilustração de frente de onda princípio de Huygens. 34
Figura 10 - Espectro eletromagnético. 34
Figura 11 - Dispersão da luz num prisma. 35
Figura 12 - LED e diagrama de circuito correspondente. 35
Figura 13 - Tipos de LED 35
Figura 14 - Caraterística tensão-corrente de um LED 36
Figura 15 - Curva experimental e teórica da radiância espectral. 37
Figura 16 - comprimento de onda a diferentes temperaturas 39
Figura 17 - Salto do elétron na camada – Quarto postulado de Bohr. 44
Figura 18 - Cerne da reação são as subunidades D1 e D2 que atravessam a membrana tilacóide. 45
Figura 19 - Processo da Fotossíntese II. 45
Figura 20 - Metabolismo energético 46
Figura 21 - Transporte do elétron do PSII para PSI. 47
Figura 22 - Relação da fotossíntese em ralação a Temperatura. 48
Figura 23 - Dipolo momentâneo para o CH4. 49
Figura 24 - Dipolo momentâneo para o CO2 49
Figura 25 - Esquema da transferência de energia para as moléculas através da absorção de radiação infravermelha 50
Figura 26 - Balanço da energia da Terra, radiância de entrada e saída da troposfera. 50
Figura 27 - Foto da maquete da estufa com os equipamentos e as lâmpadas de Full Spectrum. 52
Figura 28 - Foto da ação de preparação e semeadura. 53
Figura 29 - Foto do início da apresentação da aula 1,2 e 3. 53
Figura 30 - Foto referente a aula 2 e 3. 54
Figura 31 - Aula 5 – Utilização do simulador do PhET colorado. 59
Figura 32 - Figura da simulação do átomo de Bohr no PhET colorado. 60
Figura 33 - Hiperlink da aula virtual da Khan Academia. 60
Figura 34 – Link da simulação efeito estufa – PhET colorado. 61
Figura 35 – Vídeo demonstrando a irradiação térmica dos corpos. 62
Figura 36 - Link do vídeo mostrando a cor dos corpos em relação a temperatura. 62
Figura 37 - Medidas da intensidade luminosa (em lux) das lâmpadas Full Spectrum. 63
Figura 38 – Medidas da intensidade luminosa (em lux) das lâmpadas verdes. 64
Figura 39 - Figura ilustrativa da clorofila. 66
Figura 40 - Imagem sobre os processos da fotossíntese. 66
Figura 41 - Imagem da explicação envolvendo espectro eletromagnético. 67
Figura 42 - Imagem da complementação de conteúdo do ENEM 67
Figura 43 - Aula interdisciplinar. 69

ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Gráfico referente as respostas do Quis Educativo 56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cronograma e duração das aulas. 25
Quadro 2 – Quadro de acompanhamento da estufa com lâmpadas LED Full Spectrum 64
Quadro 3 – Quadro de acompanhamento da estufa lâmpadas verdes 654

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Cores associadas a alguns semicondutores usados atualmente. 336

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 16

1.1 Objetivos 18

1.1.1 Objetivo Geral 18

1.1.2 Objetivos Específicos 18

1.2 O Produto educacional 18

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 20

2.1 Reflexões sobre ensinar física 20

2.2 Interdisciplinaridade 21

2.3 Experimentação no ensino de Física 23

3. METODOLOGIA 25

4. FUNDAMENTOS FÍSICOS 27

4.1 Interdisciplinaridade 27

4.2 Espectro eletromagnético 34

4.3 Radiação de corpos negros, Lei de Planck e Stefan-Boltzmann 37

4.4 Modelo atômico de Bohr 40

4.5 Física da Fotossíntese 44

4.6 Efeito estufa na terra 49

5. RELATO DA APLICAÇÃO EM SALA DE AULA 52

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO 71

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 77

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78

APÊNDICE A 82

APÊNDICE B 160

APÊNDICE C 163

1. INTRODUÇÃO

Ensinar, passar conhecimento, compartilhar momentos considerados satisfatórios em uma sala de aula, é por onde começaremos o nosso trabalho.

Que armas usar para mudar a metodologia usada em sala de aula? Quando falo em armas me refiro a técnicas, metodologias, teorias educacionais. De alguma forma precisava sair do velho quadro e giz. Poucas vezes mudei minhas aulas com algum experimento; era conteúdo, explicação e exercícios. Isso mudou quando iniciei o Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física, as possibilidades estavam postas, agora depende de mim, assimilar e repassar e principalmente mudar minhas concepções e atuação como profissional da educação.

Percebi que preciso dar de mim o que os estudantes mais precisam, chamar a atenção para minhas aulas e explicações mostrando o quanto é importante cada um dos conteúdos trabalhados. Na teoria ficaram muito abstratas, então aulas práticas devem ajudar. Os alunos, agora do século XXI, não querem aulas como as ministradas no século XIX; não temos mais estudantes passivos, que só ouvem, copiam e respondem, eles interagem com o professor e com os colegas de sala, alguns são autodidatas, procuram um ambiente diferenciado que a sala de aula tradicional.

Mesmo no século XXI infelizmente as escolas não possuem laboratórios de informática, de Física e outras ciências. Então cabe ao professor criar condições de aplicar a prática juntamente com a teoria. Acreditando que é de suma importância a experimentação para auxiliar no desenvolvimento conceitual da Física, a improvisação se tornou um "laboratório"; podemos levar para sala de aula materiais do dia a dia que servem de base para as práticas experimentais, dos mais baratos economicamente aos mais sofisticados e, com essas experimentações, enriqueço as aulas ao mesmo tempo em que mostro que a Física está presente nas mais diversas situações.

O fenômeno do efeito estufa tem sido trabalhado no contexto da educação básica, mais associado à problemática do aquecimento global devido sua importância no impacto do meio ambiente em curto, médio e longo prazo. Diversos materiais didáticos, em Física e química, em que se introduziu o efeito estufa na educação básica trazem abordagens superficiais e muitas vezes errôneas conceitualmente (FREITAS & BONZANINI, 2016).

Dentre os vários trabalhos que trataram do tema efeito estufa no em aulas de Física no ensino médio, podemos citar Rubino (2010) com sua dissertação titularizada com o tema "A Física envolvida no fenômeno do efeito estufa – uma abordagem CTS para o Ensino Médio" no contexto do enfoque CTS.

Neste trabalho foi proposto e implementado uma sequência didática organizada em espiral usando uma metodologia baseada em atividades investigativas como experimentos envolvendo a garrafa térmica e um coletor solar. No trabalho citado diversos conceitos físicos como emissão, reflexão, absorção de energia radiante e ressonância foram tratados em conjunto com a fenomenologia do efeito estufa. Outra temática envolvendo a aprendizagem de conceitos físicos e o aquecimento global na perspectiva CTS foi trabalhado com alunos do ensino médio através do trabalho paradidático de Creton (2010) utilizando o aquecimento global como eixo estruturador da aprendizagem de conceitos.

A simulação do efeito estufa e sua relação com o aquecimento global pela presença do gás carbônico foi feita através de dispositivos de estufa contendo sensores de temperatura e pressão conectados à um dispositivo Arduino para coleta e análise de dados. Ondas eletromagnéticas de iguais intensidades foram aplicadas nos dois ambientes de estufa e a curvas da temperatura em função do tempo foram analisadas tendo base o trabalho de ANDERSON *et al* (2021) que apresenta a simulação do efeito estufa demonstrando a intensificação de seus efeitos além dos impactos da mudança da cobertura da terra.

Por outro lado, o fenômeno do efeito estufa pode ser usado para a introdução de conceitos de Física e biologia numa perspectiva multidisciplinar como por exemplo a associação entre temperatura e radiação eletromagnética com o fenômeno da fotossíntese. Esta relação pode ser identificada no crescimento de vegetais como as hortaliças (KUMUDINI,2004).

O uso da estufa para o crescimento de vegetais em ambiente escolar tem sido proposto para a aprendizagem de grandezas Físicas do sistema internacional de unidades bem como conceitos diversos de mecânica sintetizados pelas leis de Newton (PIRES, 2019).

Neste trabalho, abordamos os fundamentos físicos relacionados ao crescimento de plantas em uma estufa artificial, relacionando a radiação luminosa de diferentes lâmpadas de LED no crescimento das plantas envolvendo os conceitos físicos relacionados como incidência de luz, reflexão, refração e a lei de Brewster, lei de Planck, e a lei de Stefan-Boltzmann e radiação de corpo negro e sua relação como o Efeito Estufa. Neste texto, abordamos o fenômeno da fotossíntese como exemplo de interação entre a Física, biologia e química em um contexto interdisciplinar.

Procuramos dividir o texto da dissertação em capítulos, sendo: primeiro capítulo com uma introdução que apresenta motivação para a escolha do tema, além dos objetivos e uma apresentação do produto educacional. No capítulo 2, procuramos explicar a importância da experimentação no ensino de Física. O capítulo 3 apresenta o conteúdo de Física abordado nas

aulas, de um ponto de vista mais formal (no produto educacional, o conteúdo de Física é direcionado diretamente aos estudantes, sem o rigor de um texto acadêmico). O capítulo 4 traz a metodologia que utilizamos; o relato da aplicação do produto efeito no capítulo 5; os resultados e discussões estão no capítulo 6. Por fim, seguem as referências bibliográficas e o produto educacional, no apêndice A.

1.1 Objetivos

Para a construção desse trabalho foram trabalhados seguintes objetivos.

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver os conceitos físicos relacionados com a luz e temperatura através de uma estufa artificial de plantas com estudantes de terceiro ano do Ensino Fundamental no Colégio Estadual Lindolfo Mendes da Cunha – Faina – GO.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Introduzir aos conteúdos: incidência de luz, reflexão, refração, a lei de Brewster, lei de Planck, lei de Stefan-Boltzmann e radiação de corpo negro.
- Relacionar as leis Físicas como as leis de Planck e de Stefan-Boltzmann com o efeito estufa e a fotossíntese através de dados extraídos do experimento utilizando a maquete por nós projetada; Envolvimento dos alunos nas atividades experimentais: montagem, tomada e análise de dados;
- Programar dentro das aulas utilizando o lúdico, jogos educacionais, atividades diferenciadas como caça-palavras e cruzadinhas.

1.2 O Produto educacional

Entendemos como Produto Educacional o material didático formalizado para trabalhar com os estudantes em sala de aula, uma espécie de apostila aula por aula, detalhando os conteúdos e atividades como: introdução dos conceitos e leis Físicas relacionadas com funcionamento e crescimento de plantas em uma estufa experimental, demonstração do

crescimento das plantas em função das cores das lâmpadas de LED (de cores diferentes com predominância do azul e LED com cores verdes) na estufa, interação da luz com plantas através da fotossíntese, vídeos e simuladores virtuais de experimentos de Física. Além dos conteúdos abordados na introdução teórica, temos dentro do Produto Educacional, a descrição em detalhes de atividades propostas, tanto experimentais quanto exercícios de fixação, levantamento e análise de dados

Neste material, distribuídos em 76 páginas, os conteúdos são apresentados em três encontros sendo o primeiro com 3h/aula de 50 min. cada, o segundo encontro com 5h/aula de 50 min. cada e o terceiro com 4h/aula com o mesmo tempo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo abordaremos dois assuntos que foram importantes em todas as fases de elaboração deste trabalho, e que nortearam nossas escolhas pedagógicas e ações, desde a fase da escolha da metodologia, da concepção, elaboração e aplicação do produto educacional, sendo eles: a importância da experimentação do ensino da Física e a Interdisciplinaridade.

2.1 Reflexões sobre ensinar física

Enfrentamos hoje em sala de aula uma problemática: como o professor pode chamar atenção do aluno para suas aulas? Neste contexto, a forma dele se expressar e interagir com seus alunos e fazer com que seus alunos interajam entre si é que vai dar o corpo e o desenvolvimento criativo e prático em suas aulas. O professor precisa ser dinâmico, expressivo e muito didático para fazer com que a sua disciplina seja percebida e que o aluno dê a importância necessária no aprendizado do conteúdo a ser administrado pelo professor (BERGAMINI, 1997).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 1999) especificam que o conhecimento científico faz parte da formação do aluno e deve ser implementado em todos os níveis de ensino, guardando-se as particularidades de cada etapa escolar. Passou o tempo em que quadro e giz, um caderno com atividades e um livro com conceitos fossem o suficiente para a aprendizagem do aluno. No cenário atual da educação se faz necessário a experimentação principalmente na área das ciências especificamente no ensino de Física.

Segundo Azevedo (2004) e Marandino (2009), a experimentação em sala de aula no ensino de Física é quase que uma obrigação do professor. Alguns professores ficam aguardando por parte dos governantes que se construa um laboratório de Física sofisticado, com aparelhagem mais moderna, porém isso não vai acontecer, pois, manter um laboratório de Física em uma escola pública depende de manutenção periódica e de um técnico de laboratório de ciências em tempo integral, nos horários de aula, para auxiliar e organizar este laboratório.

Neste intuito, de acordo com Freitas (2002) e Villani (2003) cabe ao professor dinamizar suas aulas criando condições de construir, criar, transformar a sua sala de aula em um laboratório, em todas as suas aulas buscando materiais alternativos de baixo custo.

Gazola (2011) nos traz que a Física é uma ciência experimental, e quando essa experimentação é levada para sala de aula, transforma um conteúdo muitas vezes decorado em

algo curioso e fundamental na vida do estudante. Quando o conteúdo se torna útil ou faz parte do seu dia a dia, o leva a estabelecer relações com outras ciências. O professor não pode se pautar apenas na experimentação deve fazer dela um coadjuvante no ensino, mostrar a devida importância de aprender a aprender. Para Frison e Schwartz (2002) o professor precisa diversificar suas aulas, utilizar das TIC's, jogos didáticos, brincadeiras pedagógicas e jogos pedagógicos, e essa gama de recursos e técnicas de ensino é esquecida muitas vezes ou simplesmente deixada de lado por falta de vontade do próprio professor ou de incentivo do grupo de profissionais da escola em utilizá-las.

Neste cenário de aprendizagem não podemos deixar de falar da avaliação. Perrenoud (2000) nos traz que critérios devem ser usados, e que a aceitação de certa avaliação deve fazer parte de um acordo entre professor e aluno já no início de um ano letivo, conteúdo ou mesmo no decorrer das aulas. Ao propor critérios dá-se mais importância, motivação e responsabilidade ao estudante de buscar sempre se superar e manter sua palavra perante um acordo.

A interação professor-aluno ocorre num local onde o professor e o aluno passam mais tempo, a sala de aula, é ali, por meio das atividades que o professor for aplicar que vão favorecer ou não a aprendizagem. Cabe ao professor proporcionar um ambiente adequado para aprendizagem, voltado para que o aluno venha a se interessar sensitivamente por esse conteúdo.

Este ambiente tem de ser um local de desenvolvimento da capacidade de raciocínio, pela busca da habilidade de pensar por si mesmo, proporcionando dentro da sala de aula um momento para criação e com mentalidade científica. Afinal, um dos objetivos maiores da educação dentro da escola é transformar esta sociedade em uma sociedade pensante, numa sociedade que sai do senso comum e transforma todo esse conhecimento em algo bastante utilizado dentro da própria ciência, local de desenvolvimento da integridade profissional indo até além da mentalidade científica (CARVALHO, 2013).

A Física é uma ciência experimental, como tal, quanto mais o professor levar a experimentação para sala de aula, mais interação poderá ter com seus estudantes, acossando sua curiosidade e oportunizando a aproximação do estudante com o real, com fenômenos naturais que ocorrem no seu cotidiano e que são estudados e comprovados pela Física.

2.2 Interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade deve ser entendida como conceito correlato ao de autonomia intelectual e moral. Nesse sentido a interdisciplinaridade serve-se mais do construtivismo do

que este a ele. O construtivismo é uma teoria da aprendizagem que entende o conhecimento como fruto da interação entre o sujeito e o meio. Nessa teoria, o papel do sujeito é primordial na construção do conhecimento. É o sujeito que aprende através de suas próprias ações sobre os objetos do mundo. É ele, enquanto sujeito autônomo, que constrói suas próprias categorias de pensamento ao mesmo tempo em que organiza seu mundo.

Os estímulos postos ao estudante vão enfatizar o desenvolvimento psíquico, isto é, quanto mais estímulos maior o desenvolvimento emocional. Não existe um roteiro preestabelecido de atividades a serem desenvolvidas em sala de aula, de acordo com o nível ou a série de aprendizado. Podem-se listar possibilidades de ação a serem selecionadas e desenvolvidas, por exemplo, de acordo como tema, a turma, a faixa etária, o objetivo central do trabalho. É premente que se pontue que este trajeto ou roteiro não se deve tornar um plano único, aplicável a todos os conteúdos trabalhados em sala de aula. Variar técnicas e metodologias de apresentação e desenvolvimento é necessário a expectativas positivas de um grupo frente aos conteúdos desenvolvidos (GARCEZ, 2004).

A educação deve-se dedicar a identificação da origem de erros, ilusões e cegueiras para formar cidadãos críticos e que possam se defender de possíveis discriminações sociais. Para Morin (2000), estamos aptos ao erro. O conhecimento não é um espelho das coisas ou do mundo externo. Todas as percepções são, ao mesmo tempo, traduções e reconstruções cerebrais com base em estímulos ou sinais captados e codificados pelos sentidos. Daí resultam, sabemos bem, os inúmeros erros de percepção que nos vêm de nosso sentido mais confiável, o da visão. Freire (2002, p. 45) em seu livro Pedagogia da Autonomia afirma “que as coisas podem até piorar, mas sei também que é possível intervir para melhorá-las”.

Isso nos motiva a abraçarmos a educação de forma objetiva, conscientes e certos de que é possível contribuir para a construção de um mundo mais ético, mais humano, mais solidário, principalmente quando o próprio educador está engajado na tarefa de fazer a diferença, importando-se com a formação de seus educandos em função de despertar no educando a curiosidade, aquela que busca o conhecimento, portanto, insubmissa, e então, por extensão da ideia, formadora do senso crítico (SILVA, 2006).

As ilustrações são foco de interesse muito grande para qualquer faixa etária. É preciso observar se as ilustrações são ricas em detalhes, adequadas ao assunto desenvolvido e de fácil entendimento. Tem-se sempre a opção de sugerir que os próprios alunos criem mais ilustrações para uma história que será lida. Em toda e qualquer idade é sempre interessante trabalhar com temas associados à realidade de cada turma (ALENCAR, 2010).

A ação pedagógica através da interdisciplinaridade aponta para a construção de uma escola participativa e decisiva na formação do sujeito social. O seu objetivo tornou-se a experimentação da vivência de uma realidade global, que se insere nas experiências cotidianas do aluno, do professor e do povo e que, na teoria positivista era compartimentada e fragmentada. Articular saber, conhecimento, vivência, escola comunidade, meio-ambiente etc. tornou-se, nos últimos anos, o objetivo da interdisciplinaridade que se traduz, na prática, por um trabalho coletivo e solidário na organização da escola.

O docente nesse paradigma assume um papel de "ajudante" de aprendizagem, aquele que guia as ações, que apoia, que incentiva, que elabora sequências didáticas, que propõe desafios, promovendo situações e propondo ações que favoreçam o diálogo, a discussão, a busca da análise crítica, e orienta seus alunos ao questionamento inteligente, incentiva-o sempre a ser inquiridor, incentiva à reformulação dos conceitos e a retomada da sistematização dos conhecimentos reconstruídos, a partir dos pontos obscuros e não entendidos pelo aluno (SANTOS, 1994).

2.3 Experimentação no ensino de Física

Apesar das dificuldades encontradas pelos professores em encontrar em suas escolas laboratórios específicos para ensino de Física, percebe-se que é de crucial importância para a aprendizagem dessa ciência que é praticamente voltada a prática da experimentação.

Em Oliveira (2010) percebemos as mais diversas vantagens da experimentação em ciências principalmente à Física: aperfeiçoar a capacidade de observação através do registro das informações verbalizadas manipuladas (prática), aprenderem através da análise de dados, propor hipóteses aos fenômenos observados levando em consideração teoria x prática, e por final levar o estudante a uma compreensão mais profunda dos fenômenos naturais e o papel da importância da observação como um cientista nas investigações desses fenômenos.

Relatam em suas pesquisas Grasselli e Gardelli (2015) que é por meio de atividades experimentais implantadas nas aulas de Física que os estudantes são incentivados e praticamente obrigados a raciocinar e a adquirir as competências na aplicação dos conhecimentos adquiridos analisando resolvendo problemas.

A experimentação oportuniza o estudante a aproximar-se da produção e argumentação cientifica, o tornando um “pesquisador nato”, pois ao analisar seus dados através da observação e manipulação do experimento revisa conceitos próprios, aprenderá novos conceitos e tira de o pensamento “porquê” aprender matemática (VILLANI e NASCIMENTO, 2003).

Para quem ensina, alcançar seus objetivos acaba elevando sua autoestima, pois, percebe que sua didática, seus métodos de ensino fazem a diferença na aprendizagem do aluno ao levantar as hipóteses na problemática do fenômeno e expor aos estudantes maneira observar e comprovar o fenômeno através de atividades experimentais planejadas irá conduzir os alunos a uma posição crítica diante dos resultados esperados.

O professor através do diálogo e estabelecendo um conjunto de hipóteses nas tarefas a serem desenvolvidas proporciona a aprendizagem seja ativa, seja crítica, pois ao relacionar a teoria com a prática abre um leque de oportunidades de aprendizagem (OLIVEIRA, 2010).

Ao proporcionar atividades experimentais por parte do educador, o estudante ainda terá condições de trabalhar em grupo, se socializar e manter seu conhecimento e adquirir conhecimento de outros que participam dos momentos de aprendizagem, professor, colegas e parte teórica.

3. METODOLOGIA

O produto educacional, objeto deste trabalho, teve por prerrogativas desenvolver aulas práticas e teóricas relacionando o conhecimento prévio dos estudantes com conteúdo programáticos de ensino médio seguindo as Diretrizes Nacionais e vinculando com livros didáticos.

No Produto Educacional, primeiramente foram elaborados os planos de aula, separados em encontros, conforme o quadro 01. A utilização da estufa artificial com todos seus materiais, e métodos foram implementados na aula 9. O cronograma das aulas também pode ser visto no quadro 1. Os objetivos, duração, metodologia e formas de avaliação de cada aula são detalhadas no Produto Educacional, no apêndice A.

As aulas foram apresentadas utilizando todas as ferramentas educacionais possíveis e disponíveis na escola, como data show, apresentação por slides, aulas expositivas e participativas. A todo o momento se interrogava os estudantes buscando o conhecimento deles e aprimorando com o novo. Pretendeu-se, através dessa metodologia que os estudantes pudessem ir além do entendimento do conteúdo, passando para o campo da compreensão dele, percebendo suas aplicações e relacionando ao seu cotidiano.

Utilizamos o aplicativo “WhatsApp” para comunicação periódica fora da sala de aula denominada “diário de Bordo”, onde por essa via os estudantes tiraram suas dúvidas quanto a algum conteúdo ou atividades. Utilizamos de certos tipos de simulações computacionais, os chamados *applets* como os da Universidade do Colorado, de nome *PhET* para ampliar o conhecimento dos estudantes sobre os temas trabalhados: Radiação de corpo negro e efeito estufa. Também foi utilizado o *applet* da plataforma “vascak” referente ao modelo do átomo de Bohr. Esses *applets* foram aplicados com roteiros feitos para estudantes contendo questionários elaborados pelo professor.

Em todas as aulas, a estufa ficou visível aos estudantes para instigar a curiosidade deles, e as medições de umidade, temperatura e o acompanhamento no desenvolvimento das plantas foram descritos em uma tabela apresentada na aula 9.

A avaliação da importância da metodologia utilizada vinculando teoria x prática foi feita através de um questionário específico (ANEXO B), e para avaliar o conhecimento adquirido através do Produto Educacional (lembrando que nosso intuito não foi de fazer pesquisa sobre aprendizagem), aplicamos uma avaliação diagnostica e atividades avaliativas no decorrer das aulas, estes resultados aparecerão nos resultados e discussão da aplicação do trabalho.

Em sala de aula procuramos seguir o cronograma abaixo:

Quadro 1 – Cronograma e duração das aulas.

ETAPAS	HORA AULA	DESCRIÇÃO
	50 min.	
01	01	Apresentar o projeto aos alunos, plantar a primeira semente, mostrar os tipos de lâmpadas, material utilizado. Apresentar de maneira resumida, alguns dos fenômenos físicos relacionados ao funcionamento da estufa
	02	Óptica e o estudo das radiações luminosas.
	03	Explicar alguns conceitos na emissão de luz natural e artificial: fluorescência, fosforescência, incandescência e luminescência. Lâmpadas LED.
02	04	Apresentação e discussão do espectro eletromagnético, radiação de corpo negro e origem da Física Quântica.
	05	Lei de Planck e a radiação de corpo negro
	06	Modelo Atômico de Bohr
	07	Modelo Atômico de Bohr
	08	Lei de Stephan - Boltzmann e o Efeito Estufa
03	09	Desenvolvimento da Plantação e monitoramento da estufa
	10	Física da fotossíntese 1 (Foto biologia-Leis de Grothus - Dropper)
	11	Física da fotossíntese - lista de atividades
	12	Aulão – Interdisciplinar para entendimento dos conceitos Físicos na Biologia das plantas
Total	12	OBS: Em todas as aulas teremos questionários a respeito dos conteúdos trabalhados que serão respondidos pelos estudantes e entregues na própria aula. Durante as aulas serão mostrados pequenos vídeos envolvendo os conteúdos e simulações *PhET* Colorado e outros em que os estudantes vão assistir em casa devida pouco tempo das aulas.

Fonte: Autor, 2022.

4. FUNDAMENTOS FÍSICOS

Neste capítulo apresentaremos o conteúdo de Física trabalhado nas aulas. O mesmo conteúdo está inserido no produto educacional (Apêndice A), mas com uma linguagem e formatação completamente diferente, apropriada à nossa metodologia para estudantes de Ensino Médio. Aqui utilizaremos o rigor que um texto acadêmico exige.

A bibliografia consultada para elaboração de texto foi o livro Fundamentos de Física, vol. 2 e 4 dos autores Halliday, Resnick e Walker dos anos 2007, 2009 e 2016.

4.1 Interdisciplinaridade

A fonte de luz para o desenvolvimento das plantas produzidas na estufa artificial (maquete do produto educacional) foram lâmpadas de LED em inglês "Light Emitting Diode", em português Diodo Emissor de Luz. As cores utilizadas foram: **5 lâmpadas Full Spectrum e 6 lâmpadas verde** (aula 9).

O **lux** (símbolo: **lx**) segundo a Wikipédia é a unidade dei luminância ou de intensidade luminosa derivada do SI (Sistema Internacional de Medidas), medindo o fluxo luminoso por unidade de área. É igual a um **lúmen** por metro quadrado. Na fotometria é usado como uma medida da intensidade, conforme percebida pelo olho humano, da luz que atinge ou atravessa uma superfície. Em Costa (2000), o lúmen (símbolo: **lm**) é a unidade de fluxo luminoso derivada do SI, uma medida da quantidade total de luz visível emitida por uma fonte por unidade de tempo. O fluxo luminoso difere da potência (fluxo radiante) em que o fluxo radiante inclui todas as ondas eletromagnéticas emitidas, enquanto o fluxo luminoso é ponderado de acordo com um modelo (uma "função de luminosidade") da sensibilidade do olho humano a vários comprimentos de onda. Os lúmens estão relacionados com o **lux** no sentido de que um **lux** é um lúmen por metro quadrado.

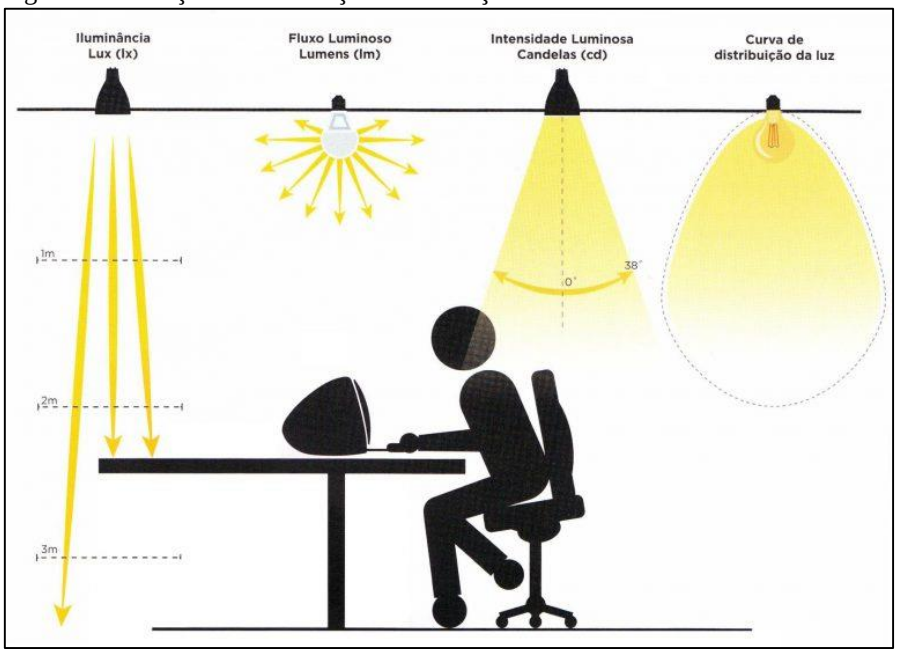
Podemos generalizar algumas definições a respeito da radiação luminosa nas unidades padronizadas de mensuração como:

- Potência total instalada (*Watt* | símbolo: W).
- Fluxo luminoso (*Lúmen* | símbolo: lm).
- Nível de iluminância (*Lux* | símbolo: lx).
- Intensidade Luminosa: (*Candela* | símbolo: cd).

Fluxo radiante (Φ) é a potência emitida, transferida ou recebida sob forma de radiação. Sua unidade é o watt (W), (OKUNO, 2005).

Veja no quadro abaixo as imagens referentes aos conceitos tratados acima:

Figura 1- Ilustração das diferenças de irradiações da luz

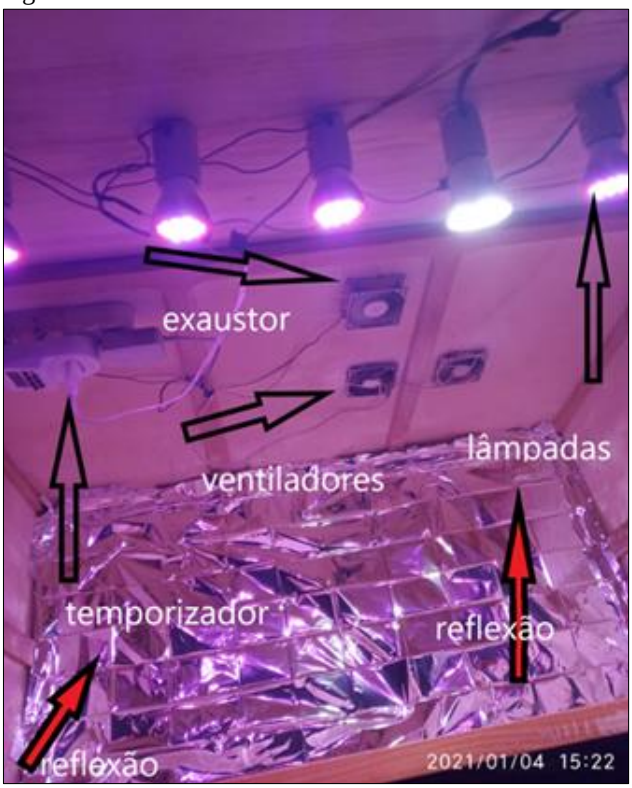


Fonte: https://www.powerlume.com.br/lumen-candela-e-lux-conceitos-basicos/

Voltando a radiação luminosa, devemos lembrar que a fonte primária que temos de energia em forma de luz natural é o sol. No entanto, o homem criou as artificiais como às lâmpadas e as vem aprimorando constantemente, que é o caso dos LED.

Na estufa artificial, a luz foi proveniente de lâmpadas de LED primeiramente do tipo **Full Spectrum**. A luz se irradia sobre as plantas refletindo quando incide nas paredes da estufa e nos equipamentos lá dentro incidindo sobre os potes com a terra e as sementes, e após crescimento das plantas sobre elas Fig. (02). Parte da luz incidente é absorvida no interior da estufa.

Figura 2 - Vista da estufa artificial internamente.

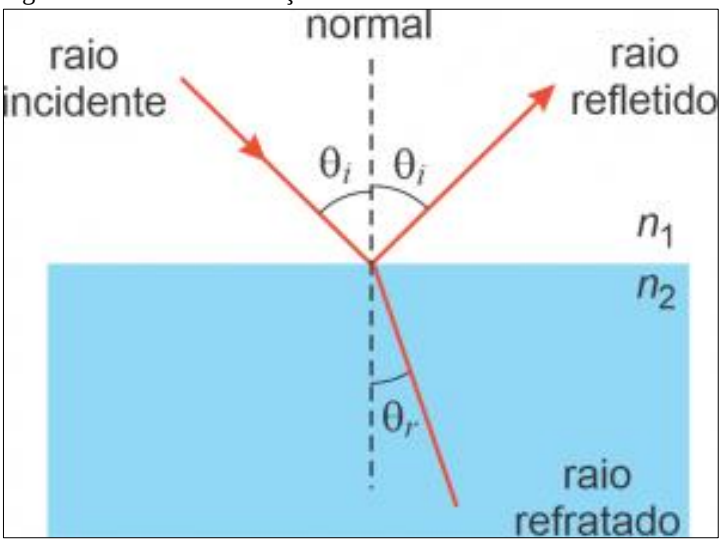


Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

Uma parte da luz incidente é absorvida pela clorofila da planta e está na faixa do visível, ou seja, do violeta ao vermelho com comprimentos de onda entre 400 e 700nm. Como parte de luz irradiada pelo LED é refletida e absorvida no interior da estufa ocorre um aumento de temperatura que será controlada pelos exaustores e ventiladores. A medição da umidade e da temperatura será constante através dos equipamentos específicos. O fundo da estufa é forrado com papel alumínio ajudando na reflexão da luz, com isso ocorre absorção de calor nas paredes onde não há esse material.

Um dos principais objetivos da Física moderna ou FMC (Física Moderna Contemporânea) é compreender a natureza da luz, mesmo sendo um fenômeno extremamente complexo. No caso da estufa, vamos abordar à propagação da luz vindo de uma lâmpada e absorvidas e refletidas pelas superfícies do interior da estufa e pelas estruturas das plantas. Do ponto de vista da propagação geométrica da luz, essa se propaga em linha reta da lâmpada até a superfície do interior da estufa. Parte dessa luz se reflete e refrata nas paredes da estufa segundo a lei da reflexão e refração de acordo com a fig. 03 abaixo:

Figura 3 - Reflexão e refração da luz.



Fonte: http://demonstracoes.Física.ufmg.br/artigos/ver/83/6.-Refracao-da-luz

Nessa figura, θi (ângulo que forma o raio incidente com a normal) é o ângulo de reflexão, θr é o ângulo de refração. Também uma parte da luz é absorvida pela superfície da planta produzindo o fenômeno da fotossíntese que iremos abordar mais adiante. Para explicar o que acontece com essa luz absorvida, vamos primeiramente introduzir o modelo de Bohr a posterior i.

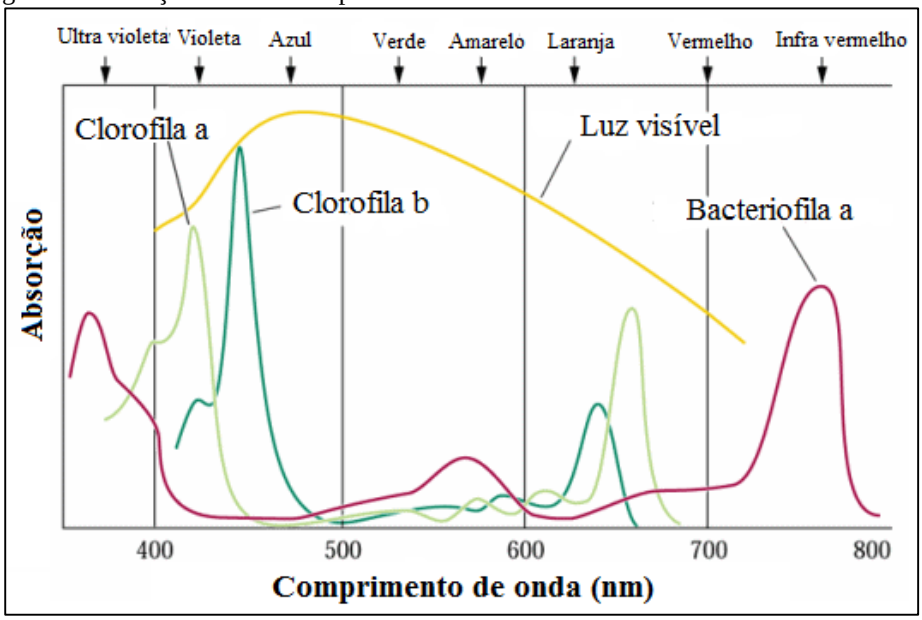
Nesse ponto do trabalho, podemos citar que parte da luz absorvida é reemitida de volta para o interior da estufa na forma de raios infravermelhos, um tipo de radiação com comprimento de onda maior do que o da luz visível. Essa radiação infravermelha é responsável pelo aumento da temperatura no interior da estufa. Este é o fenômeno chamado de efeito estufa e sua temperatura tem de ser controlada pelos ventiladores e exaustores que estão nas paredes da estufa.

O calor gerado pela radiação infravermelha é propagado por convecção do ar da base da estufa onde estão as plantas até o alto da estufa onde estão os exaustores de ar que levarão o ar quente para fora da estufa mantendo a temperatura constante em seu interior. Existe uma temperatura óptima de 30 a 35 graus Célsius para a absorção da luz e a ocorrência do fenômeno da fotossíntese que irá fazer com que a planta absorva oxigênio, e libere gás carbônico, produzindo energia que será utilizada para o crescimento da planta. Estudos mostram que apenas parte do espectro da luz visível favorece o fenômeno da fotossíntese.

A figura abaixo mostra que as cores azuis e vermelhas são as que mais são absorvidas, favorecendo o fenômeno com 4340 angstroms para o azul e 6563 angstroms para o vermelho. Podemos notar na figura que a cor verde não é absorvida durante a fotossíntese, por isso na

maior parte dos casos, a cor verde é refletida no ambiente dando a aparência característica que vemos nas plantas com suas cores verdes.

Figura 4 - Absorção das cores no processo de Fotossíntese.

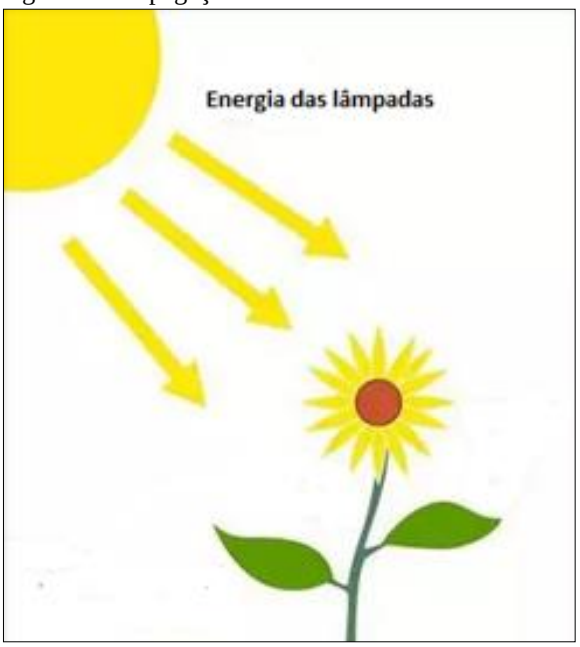


Fonte: http://www.LEDson.ufla.br/praticas-laboratoriais-em-fisiologia-vegetal/espectro-absorcao-radiacao/

A fim de testar o crescimento das plantas sob iluminação de diversas cores, como o azul, vermelho e verde, fizemos um experimento controlado monitorando o crescimento das plantas sob a iluminação de diversas cores de lâmpadas, como as lâmpadas *full spectrum* fornecendo diversas cores como azul, vermelho e outras e lâmpadas de cores verdes. O resultado do monitoramento, conforme demonstrado na aula 9 (ver apêndice), confirma que as lâmpadas de cores verdes não contribuem para o crescimento das plantas devido à falta da fotossíntese que por sua vez ocorre fortemente sob a presenças das lâmpadas de cores azuis, vermelhas, amarelas. Como acontece a absorção da radiação pelas estruturas das plantas? Para ver de maneira mais detalhada como esses fenômenos citados até aqui contribuem para o crescimento das plantas sob o efeito estufa, apresentaremos alguns conceitos em uma forma mais rigorosa daqui em diante.

Um dos princípios da propagação da luz é que se propaga em linha reta Em meios transparentes e homogêneos fig. 05. No experimento colocamos como fonte lâmpadas LED propagando a luz para as plantas colocadas na estufa.

Figura 5 - Propagação da luz em linha reta.

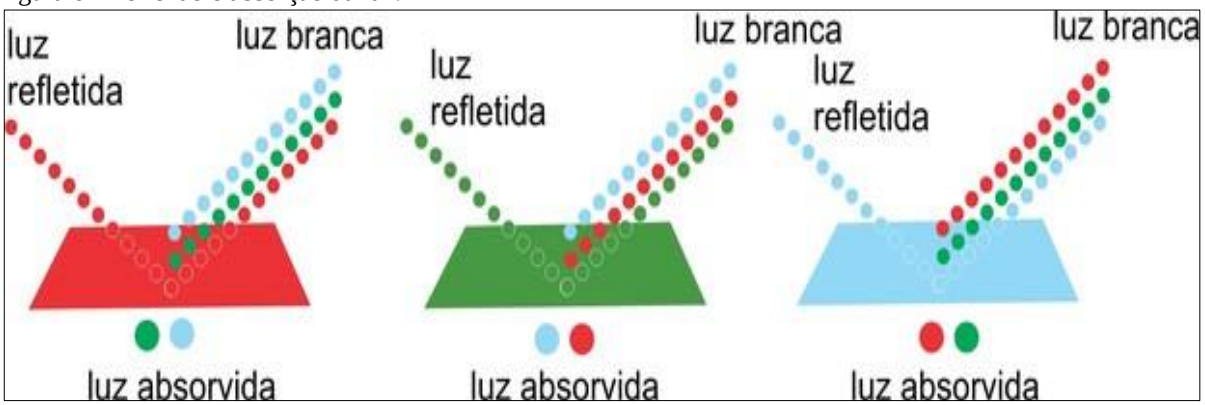


Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

Para entendermos a luz sendo projetada em linha reta, não podemos levar em consideração que ela seja onda ou partícula, é apenas uma interpretação geométrica.

As plantas absorvem da luz branca praticamente todas as cores, mas em menor proporção, em exceção da cor verde, figura abaixo e na figura 04.

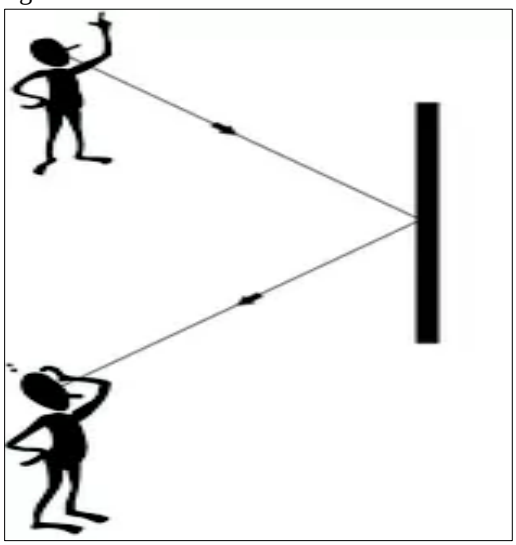
Figura 6 - Reflexão e absorção da luz.



Fonte: http://educacao.globo.com/Física/assunto/ondas-e-luz/principios-da-propagacao-da-luz.html

Outra propriedade é a reversibilidade, a trajetória do raio que incide é o mesmo quando troca de sentido, por esse fenômeno que podemos ver uma pessoa refletida no espelho, figura 6.

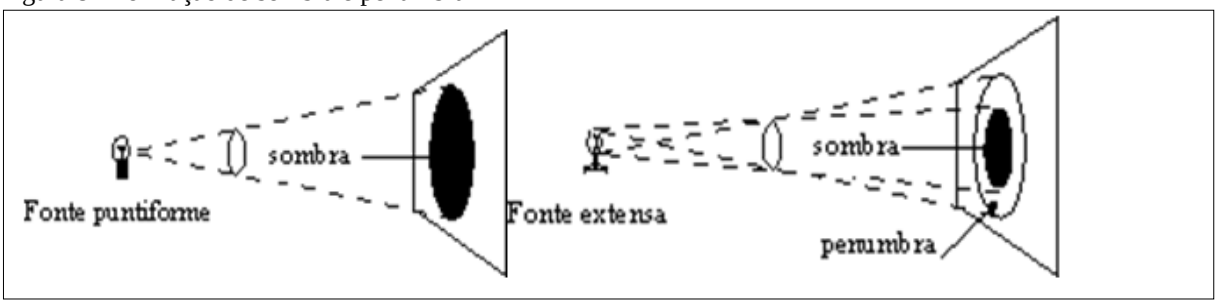
Figura 7 - Reversibilidade da Luz.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

Por se propagar em linha reta, a luz cria a sombra e a penumbra. Figuras abaixo demonstram esses princípios, figura 7.

Figura 8 - Formação de sombra e penumbra

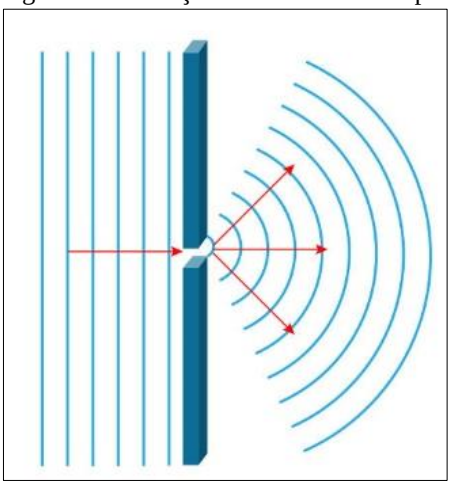


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A região que não recebe luz de região alguma é chamada de sombra, mas a região parcialmente iluminada recebe luz de arte da fonte extensa ou de alguma das fontes pontuais é chamada de penumbra, conforme ilustrado na figura 8.

Outra definição da luz é a teoria ondulatória de Huygens que utiliza uma construção geométrica que permite prever onde estará uma dada frente de onda em qualquer instante futuro se conhecermos a posição atual figura (09) abaixo. Essa construção se baseia no **princípio de Huygens**, que diz o seguinte: “Todos os pontos de uma frente de onda se comportam como fontes pontuais de ondas secundárias. Depois de um intervalo de tempo t, a nova posição da frente de onda é dada por uma superfície tangente a essas ondas secundárias”. Halliday & Resnick (2016, p. 180).

Figura 9 - Ilustração de frente de onda princípio de Huygens.

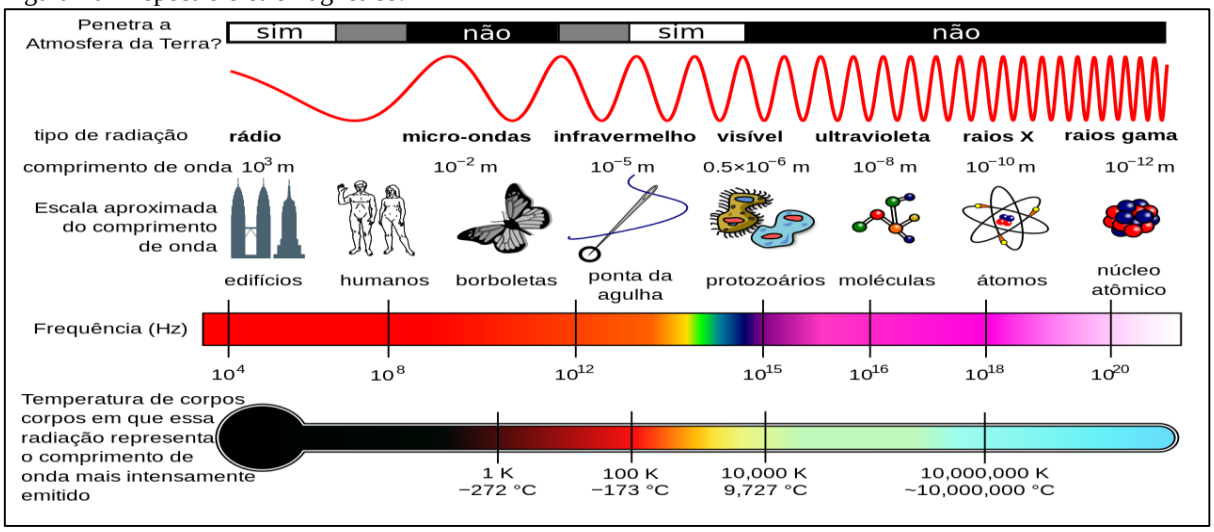


Fonte: https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/principio-huygens.htm

4.2 Espectro eletromagnético

Para uma maior compreensão de como o azul e o vermelho influencia no crescimento das plantas no efeito estufa, começaremos a definir certas grandezas Físicas. O comprimento de onda (λ), e a frequência (f) de uma onda harmónica não podem variar independentemente, pois estão relacionados por λf=c. Dada a frequência ou o comprimento de onda, é possível classificar a onda dentro do **espectro eletromagnético** e determinar as suas propriedades, figura 10. O valor máximo dos campos determina a intensidade, mas não a classificação no espetro.

Figura 10 - Espectro eletromagnético.

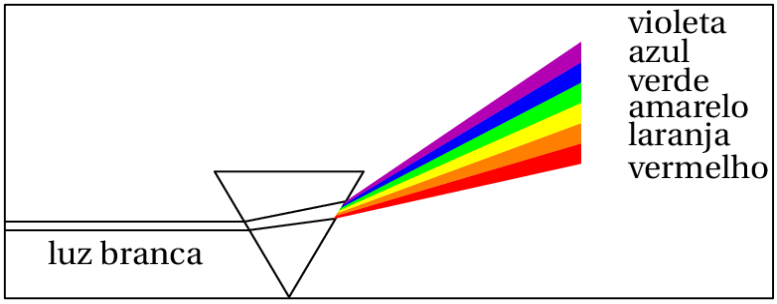


Fonte: https://villate.org/eletricidade/ondas.html

Baseado no artigo pesquisado em https://def.fe.up.pt/eletricidade/ondas.html, a luz solar tem um espectro contínuo de frequências na banda visível; a mistura das várias cores faz

parecer a luz branca, mas fazendo passar essa luz através de um prisma (figura 11), consegue-se ver o espetro das várias cores (diferentes frequências).

Figura 11 - Dispersão da luz num prisma.



Fonte: https://villate.org/eletricidade/ondas.html

O índice de refração da luz é maior quanto maior a frequência; como tal, a cor que se propaga no prisma (violeta) sofre um maior desvio, como mostra acima. Esses LED são dispositivos com um cátodo e um ânodo, identificados na figura 12. Oliveira, et al, (2020, p. 45), diz: “ligando uma diferença de potencial superior a um valor mínimo, com o ânodo a maior potencial que o cátodo, o LED produz luz monocromática”.

Figura 12 - LED e diagrama de circuito correspondente.

Fonte: Domínio público.

O cátodo costuma ser um fio mais curto e estar perto de uma zona onde a cobertura plástica é plana. Conforme visto abaixo a figura 13 mostra diversos tipos de LED. Quando o potencial do ânodo for menor que o potencial do cátodo, o LED não deixa passar corrente e não acende.

Figura 13 - Tipos de LED

Fonte: Domínio público.

A energia elétrica que os portadores de carga perdem na passagem da interface entre os dois semicondutores é transformada em luz. Essa energia corresponde à diferença entre dois

níveis de energia no semicondutor e tem um valor específico próprio dos semicondutores usados no LED. Os fótons emitidos no LED têm todos aproximadamente a mesma frequência, igual à diferença entre os níveis de energia dos elétrons nos dois elétrodos do LED, dividida pela constante de Planck; isso implica que a luz do LED é monocromática. Assim, a cor da luz emitida pelo LED depende do semicondutor usado como é visto na Tabela 1.

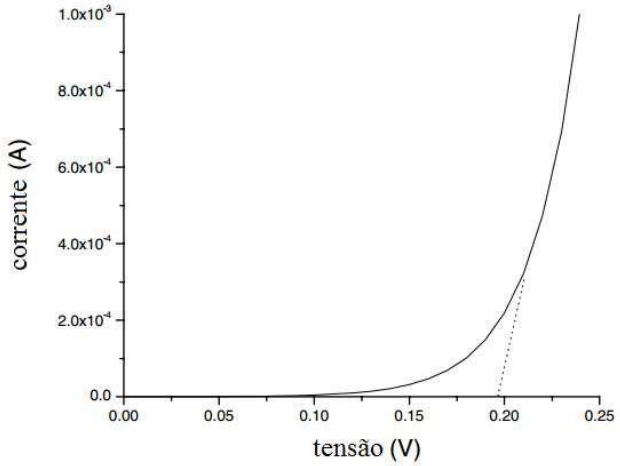
Tabela 1- Cores associadas a alguns semicondutores usados atualmente.

Semicondutor	**Cor da luz**	**λ**
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: Elaborado pelo Autor, 2022.

Quando a corrente elétrica percorre o LED, cada carga de condução que atravessa a interface no LED perde a energia correspondente à de um fóton. Assim, a curva caraterística do LED é representada conforme gráfico da figura 14 (figura de gerador).

Figura 14 - Caraterística tensão-corrente de um LED



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/publication/215904879_On_the_determination_of_the_emission_waelength_of_an_infrared_LED_with_common_laboratory_intruments

A força contra eletromotriz do LED, é a energia por unidade de carga, que as cargas de condução perdem na passagem pelo LED e é convertida em luz. Assim, a energia que cada

elétron perde quando atravessa a interface entre os dois semicondutores é igual a: E. Essa energia é a energia do fóton que é emitido:

$$E = hc/\lambda \qquad \text{eq. (1)}$$

Onde c é a velocidade da luz com valor de (3.10^8 m. s-1 e λ é o comprimento de onda da luz emitida, h é a constante de Planck e tem o valor de $1{,}584.10^{-37}$ Kcal.mol-1). (Como veremos mais adiante).

Resolvendo esta equação temos para o valor de h,

$$h = (\lambda/c)E \qquad \text{eq. (2)}$$

4.3 Radiação de corpos negros, Lei de Planck e Stefan-Boltzmann

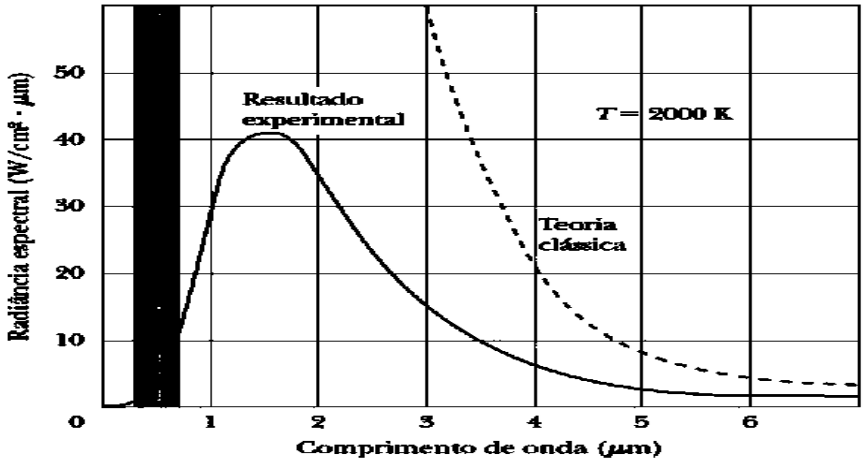
O contexto histórico do final do século XIX no qual a mecânica quântica começou a ser desenvolvida mostra que os físicos acreditavam que todos os fenômenos naturais do ponto de vista físico já estavam descritos. Esses fenômenos eram classificados de duas maneiras: fenômenos mecânicos ou fenômenos eletromagnéticos.

Dentre estes fenômenos citados temos por exemplo uma onda numa corda que é um fenômeno mecânico, onde a corda está se propagando no meio material. Do ponto de vista eletromagnético, a própria luz é uma onda se propagando no vácuo. Contudo, ainda existia um problema a ser resolvido: como um corpo quente emite calor.

Um corpo negro é definido como um meio ou substância que absorve toda a energia incidente nele, ou seja, a radiação não pode ser refletida ou sequer transmitida. Analogamente, um corpo negro pode ser uma cavidade contendo um pequeno orifício no interior de um objeto, com temperatura uniforme. A radiação vai sendo refletida nas paredes internas dessa cavidade e cada vez que ela é refletida internamente, ela perde parte de sua energia, pois uma parte dessa energia é absorvida internamente por essa parede, de forma que depois de inúmeras reflexões, todo essa energia incidente não escapa da cavidade. (HALLIDAY, RESNICK E WALKER, 2009).

O entendimento de como funciona o corpo negro começou com a Lei de Stefan-Boltzmann, pois essa lei sintetiza a ideia que a radiação térmica depende somente da temperatura e não do material que constitui o corpo (figura 15).

Figura 15 - Curva experimental e teórica da radiância espectral.



Fonte: Adaptado de Halliday, Resnick e Walker (2009, p. 413).

A Física Clássica procurou explicar os resultados experimentalmente obtidos das curvas de distribuição da radiação por meio de funções matemáticas que pudessem descrever essas curvas experimentais, pois, ainda havia dúvidas sobre a influência da constituição material do corpo nas suas propriedades tanto de emissão quanto absorção, rugosidade etc. Com isso se provaria que a temperatura dentro da cavidade é a única variável a influenciar a radiação emitida pelos corpos quentes (LOPES, 1990),

Ainda que alguns resultados derivados com a teoria estavam de acordo com os resultados experimentais para a distribuição da radiação em grandes comprimentos de onda, em regiões do espectro eletromagnético com comprimentos de ondas muito pequenos, divergências eram obtidas. Essas divergências ficaram conhecidas como “catástrofe do ultravioleta” figura 15.

Em 1900, Max Planck realizou pesquisas para solucionar o problema da catástrofe do ultravioleta onde ele encontrou a expressão que reproduzia os resultados experimentais para qualquer temperatura. Nesta expressão aparece uma constante que veio a ser conhecida mais tarde como constante de Planck (h). Ele descobriu que o fator mais importante na expressão é o fator exponencial hc/λ, que trazia a suposição de que a energia dos osciladores era quantizada, contrariando a ideia da Física Clássica em que a energia poderia assumir valores contínuos. A expressão encontrada foi:

$$S(\lambda) = \frac{2\pi c^2 h}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1},$$ eq. (3)

Aqui, S(λ) é a radiância espectral, λ é o comprimento de onda, T é a temperatura em Kelvin, c é a velocidade da luz, K é constante de Boltzmann e h é a constante de Planck.

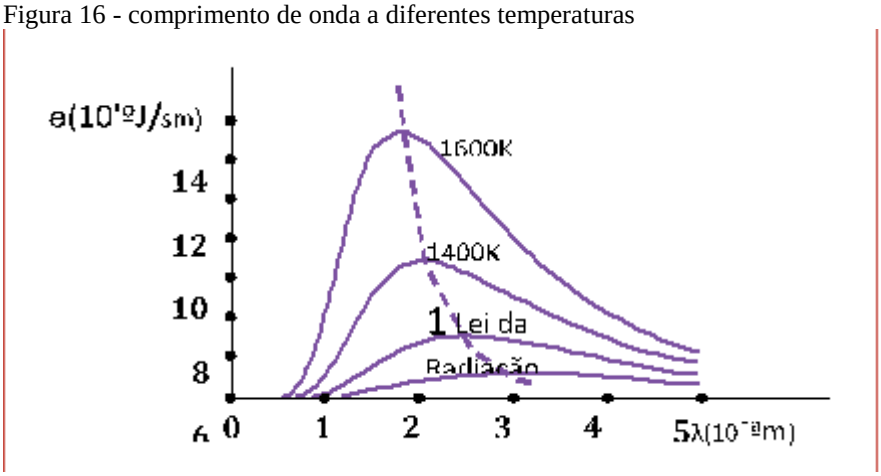
Em 1917, Albert Einstein demonstrou que os átomos podem emitir e absorver fótons e manter-se em equilíbrio com a radiação:

> Einstein conseguiu demonstrá-la a partir de um modelo muito simples, baseado em duas ideias: (1) A energia dos osciladores atômicos das paredes da cavidade que emite a radiação é realmente quantizada. (2) A energia da radiação que existe no interior da cavidade também é quantizada na forma de quanta (que hoje chamamos de fótons) de energia E = hf, a mesma dos osciladores atômicos (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2009, p. 414).

Percebeu-se que, os osciladores atômicos emitem ou absorvem energia realizando transições de um estado quântico para outro. Para outra essa quantização, não poderia ser explicado pela Física Clássica, pois admitiam que os átomos nas paredes oscilavam em movimento harmônico simples, onde as cargas elétricas desses átomos deveriam emitir radiações eletromagnéticas Lopes (1990). Surgiu assim um novo campo da Física.

A figura 16 mostra o gráfico de $S(\lambda, T)=\Theta(\lambda, T)$ em função do comprimento de onda para quatro temperaturas diferentes.

Figura 16 - comprimento de onda a diferentes temperaturas



Fonte: Adaptado de Halliday, Resnick e Walker (2009).

O comprimento de onda, para o qual a potência irradiada por unidade de área e por unidade de comprimento de onda (radiância espectral S(λ)) é máxima, aumenta com a diminuição da temperatura, segundo a lei do deslocamento de Wien:

$$\lambda_{max}=\frac{b}{T} \qquad \text{eq. (4)}$$

Em que *b*, a constante de deslocamento de Wien, vale:

$$b=2{,}90\text{x}10^{-3}\text{mK} \qquad \text{eq. (5)}$$

Integrando a equação (4), podemos perceber que a energia emitida por um corpo negro por unidade de área e unidade de tempo é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta do corpo. Multiplicando esse resultado pela área total do corpo, obtemos a potência total P irradiada pelo corpo negro:

$$P(T)=\sigma T^4 \qquad \text{eq. (6)}$$

Em que σ a constante de Stefan - Boltzmann, vale:

$$\sigma=5{,}67\times10^{-8}W/m^2K^4 \qquad \text{eq. (7)}$$

Com isso o fluxo da energia total emitida por um corpo negro numa temperatura T proporcional às áreas sob as curvas mostradas no gráfico da figura 16. Aqui temos uma ligação direta da fórmula da equação (6) com a estufa de plantas, parte deste produto educacional. Podemos ver que a após a absorção da luz pelas superfícies das paredes da estufa que estão a uma determinada temperatura ambiente T, parte da radiação absorvida é reemitida de volta para o interior da estufa com o comprimento de onda máximo na faixa infravermelha do espectro mantendo a estufa aquecida. A temperatura só não aumenta de maneira descontrolada, prejudicando o crescimento da planta por fotossíntese, porque a temperatura é mantida sob controle através dos ventiladores e exaustores em sua parede.

4.4 Modelo atômico de Bohr

Durante a absorção de luz emitida pelas lâmpadas por estruturas especiais das plantas (clorofila), parte dessa luz, composta por fótons, participa ativamente do fenômeno da fotossíntese que descreveremos mais adiante. Além disso, para entender o processo de remissão de luz na forma de ondas infravermelhas, é necessário esclarecer como se dá a emissão de fótons pelos átomos em um modelo mais simplificado chamado de modelo de Bohr.

Niels Bohr em 1913, de acordo com Lopes (1990), publicou “sobre a constituição de átomos e moléculas”, alusão a uma nova possibilidade, na qual a Física clássica não daria conta de explicar certos fenômenos, necessitando de uma nova Física. Seu modelo atômico, seguiu um caminho completamente diferente do de Nicholson no uso da Constante de Planck (h). Com base no modelo proposto por Bohr, o átomo tem, como defendido por Rutherford, um núcleo central pequeno e positivo, que concentra toda a massa do átomo e, ao seu redor, um número de elétrons realizando movimentos.

Em 1911, Rutherford, com seus colaboradores Hans Geiger e Ernest Marsden realizaram um experimento em que um feixe de partículas alfa criado por decaimento radioativo

de radônio incidiu em uma folha fina de metal. Nesse experimento em que foi medido o número de partículas alfa em função do ângulo de espalhamento, perceberam que havia concentração de cargas no pequeno núcleo tendo um raio em torno de 10^4 vezes menor que o raio do átomo e ainda que ali (núcleo) estava maior parte da massa dos átomos, sendo que a radiação alfa se movimentava ou passava por espaços vazios do átomo.

O "átomo de Rutherford" resolve um problema que foi encontrado no "átomo de Thomson". Contudo o "átomo de Rutherford" apresenta alguns problemas. O primeiro deles é quanto a ideia de um sistema planetário que seria essa característica de ter um núcleo no centro com a maior parte da massa e elétrons orbitando em volta, essa definição gera um problema do ponto de vista de estabilidade do átomo, os elétrons poderiam estar parados em volta do núcleo ou poderiam estar orbitando esse núcleo. Assim os dois casos são instáveis: se os elétrons estão parados, então por causa da carga positiva do núcleo, os elétrons serão atraídos até ele e isso resulta no átomo de Thomson. Por outro lado, se eles estão girando e são paralelos perfeitos ao sistema solar, então o sol seria o núcleo no centro e os planetas seriam os elétrons que giram em volta.

O sistema solar é mecanicamente estável se nós considerarmos somente a massa dos planetas. O modelo do átomo como sistema planetário, ao contrário, não é estável. Para ver isso, diferentemente dos planetas, tantos elétrons quantos núcleos tem cargas e de acordo com a teoria eletromagnética clássica, toda partícula carregada em movimento acelerado libera energia na forma de radiação. Da conservação de energia, se o elétron emite energia na forma de luz ou radiação, a energia tem que vir de algum lugar e a única energia que o elétron tem, vem de sua energia cinética ao realizar o movimento circular (LOPES, 1990).

Então o elétron ia lentamente transformar a energia devido à sua órbita em radiação e isso o faria lentamente se aproximar do núcleo na forma de uma espiral até colidir com ele. De fato, esse modelo estava errado, mas não era só, lhe faltava um detalhe crucial: ele também não explicava o espectro de luz dos átomos, o mesmo ocorrendo com o modelo atômico de Rutherford.

Em 1666, Isaac Newton mostrou que um feixe de luz branca, ao atravessar um prisma, é separado em cores diferentes por ser dispersado em diferentes ângulos dentro do prisma. Essa configuração de cores provenientes do prisma é chamada de espectro. Um arco-íris de certa forma é o espectro da luz visível, um conjunto de comprimentos de onda da luz que o olho humano é capaz de enxergar. Mas foi uma chama que proporcionou os primeiros passos para análise química por meio da espectroscopia. Várias substâncias eram colocadas nas chamas do

bico de Bunsen e ao aquecer estes materiais diferentes, a cor da chama mudavam podendo medir os seus espectros.

O elemento químico hélio, por exemplo, foi descoberto primeiro no sol e só depois aqui na terra através da espectroscopia. Assim, quando um objeto é submetido a uma temperatura bem alta, ele emite luz e o estudo dessa luz emitida permite estudar sua composição química. Ao usar um prisma é possível então separar cada cor da luz emitida pelo objeto. Esse espectro atômico mostra os tipos de luz que cada átomo emite e é composto de linhas finas chamadas linhas espectrais (TIPLER, 2000).

Quando os átomos de um elemento químico absorvem energia devido ao aquecimento provocado pela chama contendo a substância, eles emitem radiação em certas cores muito específicas caracterizadas por um conjunto de linhas brilhantes chamadas de espectro de emissão e quando estes mesmos átomos são iluminados pela luz branca, eles absorvem dessa luz exatamente as mesmas cores produzidas no espectro de emissão produzindo um padrão de linhas escuras chamadas de espectro de absorção.

Mas essas absorções de energia acontecem em frequências da radiação muito específicas, ou seja, os átomos não emitem ou absorvem luz em qualquer sequência como era esperado pela teoria eletromagnética clássica. Tanto Thomson quanto Rutherford até tinham explicações para os espectros dos átomos, mas elas eram insuficientes e não era possível calcular qual a frequência da luz emitida por eles. O próximo modelo atômico que surgiu e examinaremos agora é um passo para longe da Física clássica já em direção ao futuro da Física, a chamada Física quântica que contém a solução da estabilidade do modelo de Rutherford como explicada por um físico chamado Niels Bohr (1885-1955).

Bohr formulou quatro postulados segundo Eisberg e Resnick (1979, p. 65):

> 1. um elétron em um átomo se move em uma órbita circular em torno do núcleo sob influência da atração coulombiana entre o elétron e o núcleo, obedecendo às leis da mecânica clássica.
> 2. Em vez da infinidade de órbitas que seriam possíveis segundo a mecânica clássica, um elétron só pode se mover em uma órbita na qual seu momento angular orbital L é um múltiplo inteiro de $\hbar$ (a constante de Planck dividida por 2π).
> 3. Apesar de estar constantemente acelerado, um elétron que se move em uma dessas órbitas possíveis não emite radiação eletromagnética. Portanto sua energia total E permanece constante.
> 4. É emitida radiação eletromagnética se um elétron, que se move inicialmente sobre uma órbita de energia total (Ei), muda seu movimento descontinuamente de forma se moverem uma órbita de energia total Ef. A frequência da radiação emitida v é igual à quantidade (Ef - Ei) dividida pela constante de Planck h.

O primeiro postulado diz que os elétrons se movem em torno do núcleo atômico em órbitas circulares influenciados pela força coulombiana (o átomo não irradia). No segundo postulado, o átomo emite radiação pois passa de um estado estacionário com maior energia para o estado final com menor energia. O terceiro postulado elimina o problema da orbita circular, devido a emissão da radiação eletromagnética pelo elétron, exigida na Física clássica (EISBERG E RESNICK, 1979, p. 65).

Essa característica da teoria clássica não é válida para o caso de um elétron atômico. O quarto postulado afirma que a frequência de um fóton de radiação eletromagnética é igual à energia carregada por ele dividida pela constante de Planck. Assim podemos ver, por exemplo, que o espectro de emissão do átomo de hidrogênio pode ser explicado através da transição dos elétrons de um nível orbital, mas baixo para outro, de nível orbital superior durante o processo de absorção de energia, o elétron "salta" para um outro nível superior, figura 17 abaixo.

Depois de um certo tempo, esse elétron volta para um outro estado ocupando um nível orbital mais baixo. Essa diferença de energia entre o nível superior que ele ocupava com o nível inferior para onde ele foi, é a energia do fóton emitido durante a transição desse elétron. Esse fóton possui uma energia:

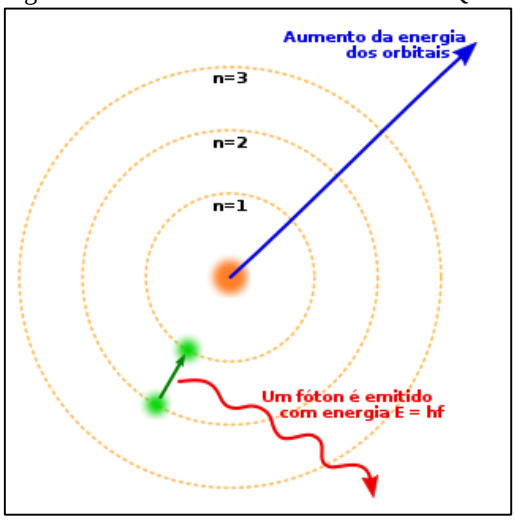
$$\Delta E = hf \qquad \text{eq. (8)}$$

Onde h é a constante de Planck e f é a frequência da radiação eletromagnética que irá formar a cor da linha no espectro de emissão do átomo (raia espectral). ΔE é escrito como

$$\Delta E = nhf \quad n = 1,2,3,4,... \qquad \text{eq. (9)}$$

Certas transições dos elétrons nos níveis de energia do átomo formam as linhas coloridas no espectro de emissão e de linhas que não podemos enxergar a olho nu, como a radiação infravermelha e a ultravioleta. Quando a substância aquecida emite luz, essa luz ao passar por um gás formado por certos átomos, vai ter parte de sua radiação absorvida em certas frequências por essa nuvem de gás e o espectro resultante que será detectado será o espectro de absorção contendo um padrão de linhas escuras.

Figura 17 - Salto do elétron na camada – Quarto postulado de Bohr.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Átomo_de_Bohr

Como foi descrito na introdução deste item, a luz da lâmpada na estufa é absorvida por átomos do material da superfície interna da estufa. Estes átomos absorvem energia dessa luz incidente e os elétrons das camadas eletrônicas dos átomos deste material transacionam para níveis orbitais superiores, caracterizando os chamados estados excitados, idem figura 17.

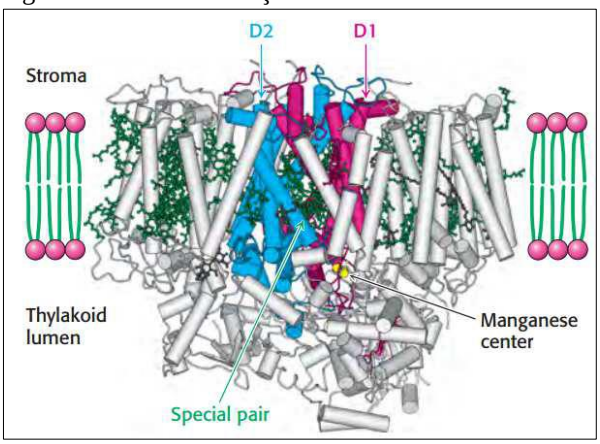
Estes elétrons ao retornar para os níveis de energia em órbitas inferiores, como por exemplo, o estado fundamental, emitem a diferença de energia na forma de fótons da radiação infravermelha que vai aquecer o interior da estufa pelo processo de convecção, formando o chamado efeito estufa. Se as paredes da estufa forem formadas pelo vidro, esses fótons com comprimento de ondas mais longos do que a luz visível não vão conseguir serem transmitidos através do vidro contribuído pela intensificação do efeito.

4.5 Física da Fotossíntese

Agora passamos a descrever como os fótons absorvidos pela clorofila das plantas no interior da estufa participam do fenômeno da fotossíntese.

A fotossíntese é vital para a vida na Terra. A fotossíntese ocorre em todas as plantas verdes e em algumas algas. Um dos primeiros estágios da fotossíntese envolve o fotossistema II. O oxigênio que respiramos é um produto da reação do fotossistema II, e envolve vários componentes: fótons, proteínas de ligação à clorofila que captam luz, um par de moléculas de clorofila conhecidas como centro de reação P680, moléculas de feofitina e plastoquinonas - junto com água e oxigênio.

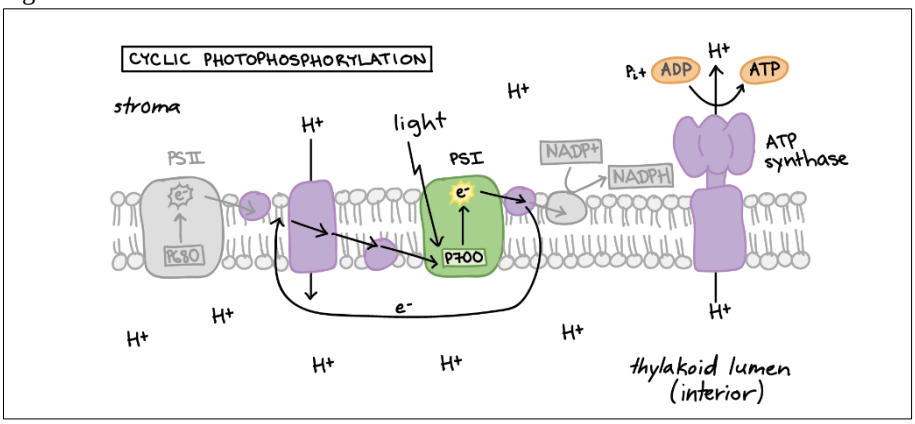
Figura 18 - Cerne da reação são as subunidades D1 e D2 que atravessam a membrana tilacóide.



Fonte:https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2080019/mod_resource/content/1/Aula10BioqII_Fotoss%C3%ADntese.pdf

O centro de reação consiste em várias proteínas e moléculas de pigmento principalmente a moléculas de clorofila, P680, que doam um elétron para o sistema de transporte de elétrons: o elétron é passado para uma molécula de feofitina e depois para a plastoquinonas. Essas moléculas de plastoquinona estão embutidas nas proteínas D2 e D1, figura 18. Um resíduo de tirosina localizado na subunidade D1 é o doador imediato de elétrons para o par especial P680, o radical tirosina então remove um elétron dos íons manganês que, por sua vez, retiram elétrons da água para formar H+ e O^2.

Figura 19 - Processo da Fotossíntese II.



Fonte: https://pt.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-dependent-reactions

Os prótons para formação do plastoquinol provém do estroma. A oxidação da água e liberação dos 4 prótons ocorre no lúmem. Dessa forma, gera-se um gradiente de prótons através da membrana tilacoide, caracterizado por um excesso (figura19).

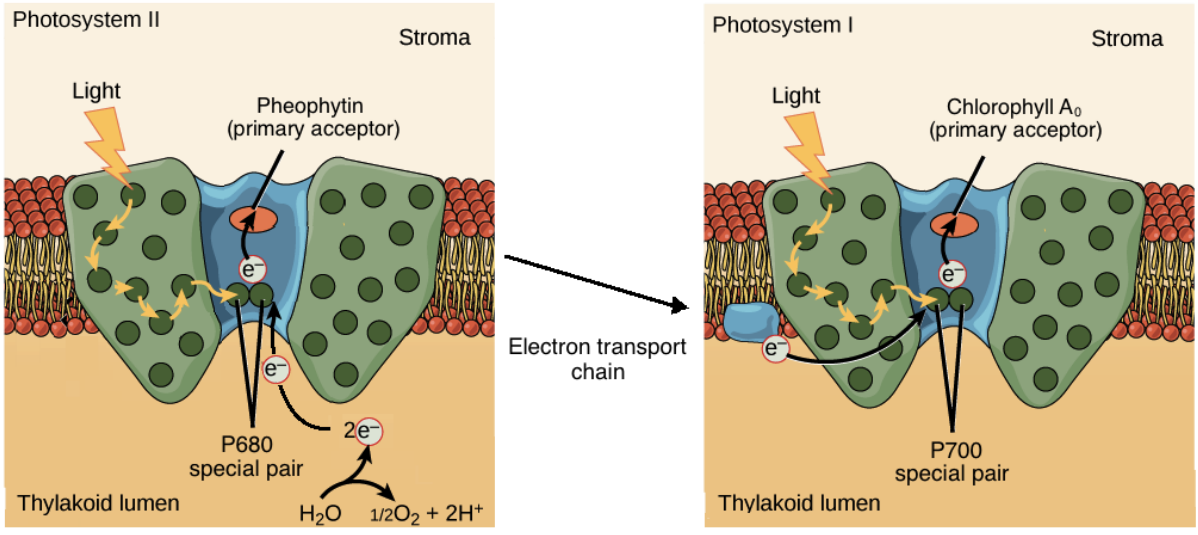
Ao redor do centro de reação estão proteínas que captam a clorofila e ligam a clorofila. Essas proteínas fornecem uma maneira de aproveitar a energia única contida na luz. Quando um dos muitos fótons de luz que inundam uma folha atinge uma molécula de clorofila ao redor do centro de reação, ele cria energia de ressonância. Você pode pensar nisso como energia vibracional. A ressonância, ou energia vibracional, é passada para uma molécula de clorofila vizinha. Em seguida, ele é passado por várias moléculas de clorofila até atingir o centro de reação P680. É essa energia que resulta na perda de um elétron da molécula P680.

Quando um elétron deixa o FSII, figura 20, ele é transferido primeiro para uma molécula orgânica pequena (plastoquinona, Pq), então para o complexo do citocromo (Cyt), e finalmente para uma proteína contendo cobre chamada de plastocianina (Pc). Conforme o elétron se move através desta cadeia de transporte, ele vai de um nível de alta energia para um de baixa energia, liberando, assim, energia. Parte da energia é usada para bombear prótons (H^+) do estroma (exterior do tilacoide) para o interior do tilacoide.

Esta transferência de H^+, juntamente com a liberação de H^+ da quebra da água, forma um gradiente de prótons que será usado para gerar ATP.

As moléculas P680 são novamente reduzidas pelo complexo de evolução do oxigênio. A água é "dividida" no complexo de desenvolvimento de oxigênio. Duas moléculas de água devem ser divididas para fornecer elétrons para reduzir o p680. O oxigênio que respiramos é um produto desse processo de divisão da água figura 20.

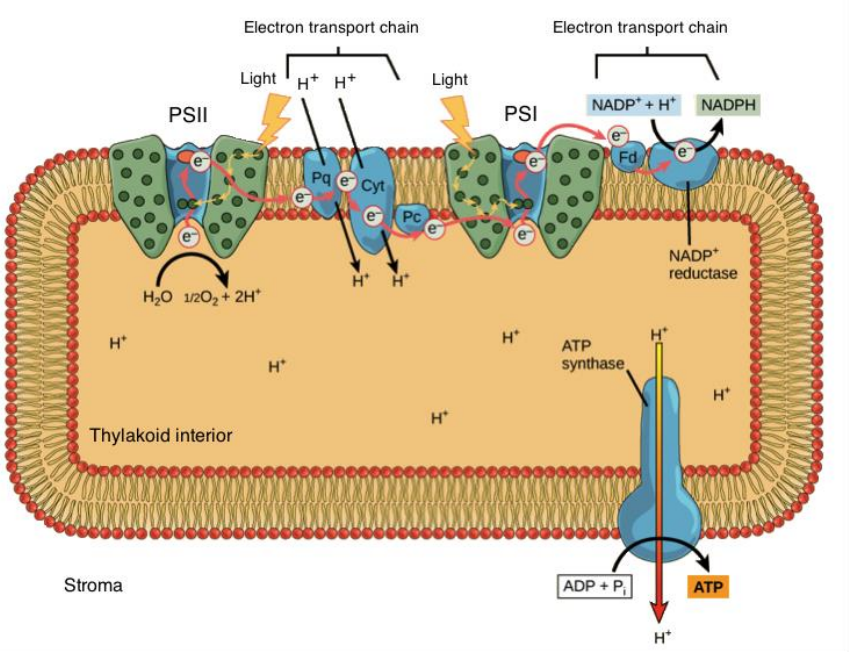
Figura 20 - Metabolismo energético .



Fonte: https://pt.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-dependent-reactions.

Durante as reações fotodependentes, um elétron que é excitado no FSII é passado por uma cadeia de transporte de elétrons para o FSI (perdendo energia ao longo do caminho), figura 21. No FSII, o elétron é excitado novamente e passado por uma segunda parte da cadeia de transporte de elétrons para um aceptor de elétrons final. Vamos traçar o caminho dos elétrons com mais detalhes, começando quando eles são excitados pela energia luminosa no PSII.

Figura 21 - Transporte do elétron do PSII para PSI.

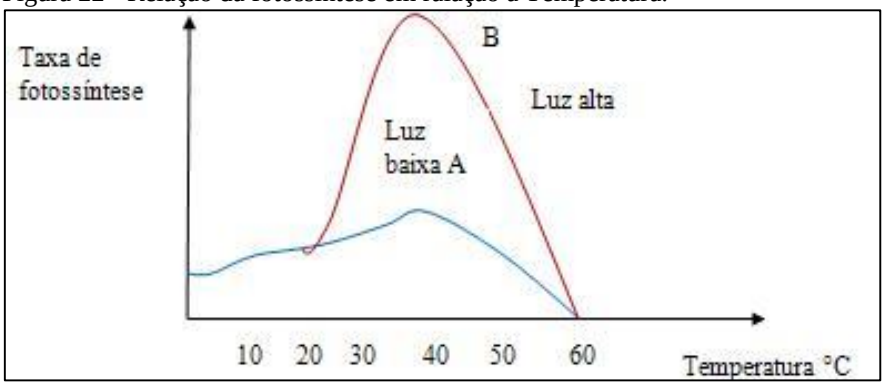


Fonte: https://pt.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis/a/light-dependent-reactions.

Resumindo, os cloroplastos parecem mudar o fluxo de elétrons de linear para cíclico quando a razão entre NADPH e $NADP^+$ é muito alta (quando pouco $NADP^+$ está disponível para receber elétrons). E ainda, o fluxo cíclico de elétrons pode ser comum em tipos de células fotossintéticas com necessidades particularmente altas de ATP (tais como as células de feixe vascular sintetizadoras de açúcar de plantas que realizam a fotossíntese C_4. Por final, o fluxo cíclico de elétrons pode ter um papel fotoprotetor, evitando que o excesso de luz danifique as proteínas do fotossistema e promovendo o reparo de danos induzidos pela luz.

Na fase química do processo de fotossíntese, a temperatura vai de 0°C a 40°C, e conforme cada aumento de 10°, a velocidade da reação duplica. Vejamos um gráfico que apresenta a influência da temperatura na fotossíntese figura 22:

Figura 22 - Relação da fotossíntese em ralação a Temperatura.



Fonte: https://www.colegioweb.com.br/fotossíntese/a-temperatura-e-a-fotossíntese.html

Com a intensidade luminosa baixa, a temperatura não tem quase efeito, neste caso a luz é o fator limitante, quando a intensidade luminosa é alta, a temperatura influi fortemente no processo da fotossíntese. Assim as melhores temperaturas para a fotossíntese estão entre 30 e 40°.

Quando uma onda interage com uma única partícula ou molécula, seu comportamento depende da quantidade de fótons por ela carregada ($E = h.\nu$), h é a constante de Planck e ν à frequência da respectiva radiação eletromagnética.

A equação $E = pc$ nos dá o conceito corpuscular da radiação eletromagnética (p sendo o momento do fóton). Com isso se estabelece a relação onda- partícula para a radiação eletromagnética:

$$hf = pc \qquad \text{eq. (10)}$$

Considerando que $c = \lambda/T$, onde T é o período da onda e a frequência da onda $f = 1/T$, tem-se que

$$f = c/\lambda \qquad \text{eq. (11)}$$

com isso podemos escrever a equação (10) como:

$$h/\lambda = p \qquad \text{eq. (12)}$$

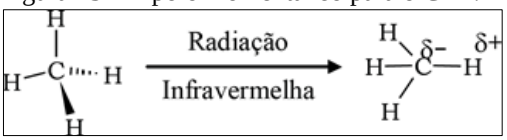
Expressão essa chamada de relação de Broglie que mostra uma relação entre o comprimento de onda da luz (propriedade ondulatória) com a respectiva (propriedade corpuscular). Portanto, a clorofila, quando absorve energia, deverá fazê-lo sob forma de absorção de fótons com seus respectivos quanta de energia dados por $E = hf$.

4.6 Efeito estufa na terra

Vamos olhar de perto como a incidência de radiação do Sol pela Terra é importante para o efeito estufa na Terra com um todo, visto que o efeito estufa é uma preocupação ambiental a nível internacional. Iniciamos com as radiações emitidas pelo Sol que ocorrem nas regiões ultravioleta, visível e infravermelho e que estão envolvidas no efeito estufa (RUBINO, 2010).

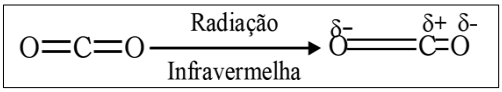
A radiação infravermelha (λ= 0,7 a 1000 μm) "não tem energia suficiente para provocar excitação dos elétrons, mas faz com que os átomos, ou grupos de átomos, vibrem com maior rapidez e maior amplitude em torno das ligações que os unem" (SOLOMONS, 1996, p.556). Ela pode induzir a deformações nas moléculas que geram assimetrias e, por consequência, cria momentaneamente dipolos eletromagnéticos, como mostradas Figuras 23 e 24 para o CO_2.

Figura 23 - Dipolo momentâneo para o CH4.



Fonte: Silva, 2001.

Figura 24 - Dipolo momentâneo para o CO2



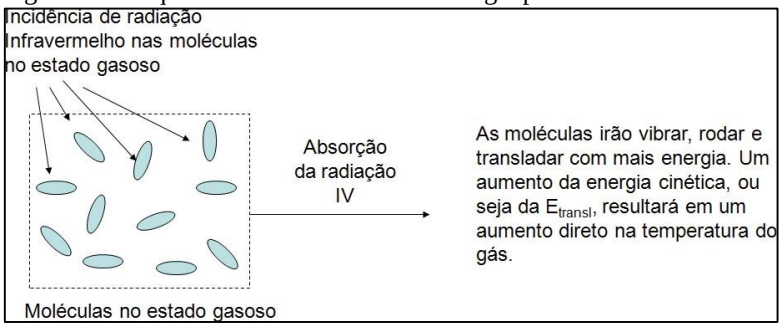
Fonte: Silva, 2001.

O oxigênio e o nitrogênio, por serem moléculas diatômicas com o mesmo átomo, não absorvem a radiação infravermelha, assim, não se deformam como acontece como CH_4 e o CO_2.

Entretanto na atmosfera essas moléculas podem sofrer choques com elétrons e prótons energéticos como, por exemplo, dos ventos solares vindos do aquecimento do Sol nessa região da atmosfera.

A energia interna é aumentada quando a radiação infravermelha incide nas moléculas dos gases estufa, isso ocorre devido ao aumento da translação, vibração e rotação, com isso se torna a energia média interna do sistema. (Figura 24).

Figura 25 - Esquema da transferência de energia para as moléculas através da absorção de radiação infravermelha

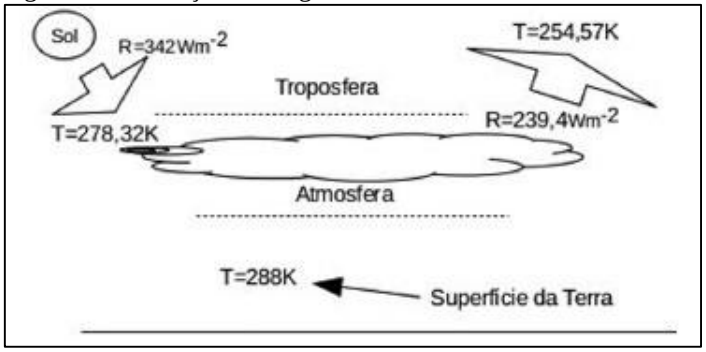


Fonte: Silva, 2001.

Quando um material recebe radiação visível (λ=400 a 700nm) ou ultravioleta (λ=10 a 400nm), ele absorve uma quantidade de energia necessária para excitar seus elétrons de um nível fundamental (menor energia) para um nível excitado de (maior energia). "A absorção molecular nas regiões do ultravioleta e do visível depende da estrutura eletrônica da molécula" (SILVERSTEIN e COLS., 1979, p.65 *apud* RUBINO, 2010). Assim a radiação visível e ultravioleta interage com a estrutura elétrica das moléculas enquanto a radiação infravermelha responsável pelo efeito estufa interage com a estrutura vibracional e rotacional.

Segundo Magalhães (2014) o conceito do efeito estufa consiste numa possível abordagem para a diferença de temperatura $\Delta T = 288 - 254,57 = 33,43$ K entre a temperatura observada da Terra e da estimada pelo modelo elementar, que a considera um corpo negro e leva em conta a refletividade da superfície da Terra, figura 25. Isso porque a Terra teria o valor 288 K para a temperatura caso não houvesse os gases do efeito estufa como CO_2 até o metano CH_4. Então no modelo elementar citado, a temperatura da Terra tem um valor 254,33K, um valor bem mais alto devido à presença destes gases e sua interação com a radiação infravermelha absorvendo e depois emitindo a de volta para a Terra aquecendo o planeta, figura 26.

Figura 26 - Balanço da energia da Terra, radiância de entrada e saída da troposfera.



Fonte: Magalhães (2014).

Existe ainda um outro fato além dos gases do efeito estufa que contribui para o aquecimento da Terra, trata se da interação do Sol com o planeta. Silva (2006) explica que quando a atividade solar, aumenta o vento solar entrelaçado nos campos magnéticos e consequentemente a temperatura da superfície da Terra. Complementa ainda que com a redução das nuvens na atmosfera, há menos perda de raios cósmicos por reflexão, gerando uma maior incidência de radiação solar na superfície da Terra. Com isso a superfície da Terra absorve maior energia em forma de radiação visível, e devolve essa radiação em forma de energia infravermelha.

5. RELATO DA APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

Após a montagem da estufa pelo pesquisador (professor Robson), ele foi levado à escola, mais especificamente para a sala de aula (refeitório). Usou-se este espaço para que a comunidade escolar pudesse de certa forma acompanhar o experimento, ou no mínimo acossar a curiosidade.

Para que os alunos pudessem assimilar melhor os conteúdos teóricos, optamos por realizar o experimento com as lâmpadas de LED na aula nove (aula 9) do Produto Educacional desenvolvendo passo-a-passo o experimento, conforme programado nos objetivos da aula. Mas para instigar a curiosidade dos alunos, iniciamos a apresentação da estufa na primeira aula.

Apresentamos a estufa (caixa) em sala de aula com a participação de 12 alunos. No entanto, devido à pandemia, 10 alunos participaram remotamente das atividades através de vídeos gravados pelos alunos presentes com o uso do aplicativo WhatsApp, explicando tudo que está instalado como o medidor de umidade, luminescência, temperatura, exaustores e ventiladores. Deixamos os estudantes manusear as diferentes lâmpadas de LED e as verdes, conforme a figura 27.

Figura 27 - Foto da maquete da estufa com os equipamentos e as lâmpadas de Full Spectrum.

Fonte: Autor, 2022.

Seguimos ainda no primeiro encontro com a preparação da terra e plantio das sementes com sua colocação na estufa, medindo a temperatura inicial, umidade e fluxo luminoso. Percebi

que poucos alunos têm hábito de manusear ou preparar terra para plantio, seja de flores ou, no caso apresentado, hortaliças.

Instalada a estufa e colocado as sementes, para germinação, demos continuidade da aula 01. No decorrer da aula, procuramos relacionar os diversos tipos de estufas com a estufa projetada para o experimento, como pode ser visto na figura 28.

Figura 28 - Foto da ação de preparação e semeadura.

Fonte: Autor, 2022.

Nas discussões, provocando o conhecimento dos estudantes, percebemos que poucos observaram ou tiveram a oportunidade de ver ou conhecer estufas de esterilização ou até mesmo de plantas.

Figura 29 - Foto do início da apresentação da aula 1,2 e 3.

Fonte: Autor, 2022.

Na oportunidade quando se tratava de falarmos sobre as estufas, um dos alunos perguntou se era a “alta temperatura que fazia com que as ferramentas colocadas numa estufa para esterilização é que matava as bactérias” e assim por diante, conforme a figura 29. Nesta oportunidade, complementamos que não só instrumentos cirúrgicos, mas também existem estufas que são preparadas com temperatura adequada para secar folhas e pequenos ramos, através de exsicatas na biologia, que são guardadas por muito tempo nos herbários das Universidades e Faculdades. As de esterilização não utilizam altas temperaturas e umidade, enquanto as estufas para plantas necessitam de calor, umidade e também de uma fonte de luz.

Várias perguntas foram feitas pelos estudantes quando se tratava de plantas geradas em estufas artificiais, por exemplo, se todas precisavam de luz solar ou qualquer tipo de luz poderia fazer o mesmo efeito de crescimento. Percebemos assim, que através desse experimento da estufa artificial, poderíamos ir além dos objetivos propostos, esclarecendo muitas dúvidas no que tange a questão de crescimento de plantas, seja na forma artificial ou na forma natural.

Colocamos aos alunos, por exemplo, a importância das diversas cores nas lâmpadas de LED para o crescimento dos vegetais na estufa, onde tínhamos a luz ultravioleta, infravermelha, amarela e azul, todas fazendo parte da mesma lâmpada.

Sanadas todas as dúvidas a respeito dos tipos de estufas, seu funcionamento e seus objetivos, demos continuidade a aula com a revisão dos temas já trabalhados no 2º Ano do Ensino Médio. Na figura 30, os temas tratados foram sobre calor, convecção, condução e irradiação. Para esta aula utilizamos data show com a apresentação de muitos exemplos, sempre fazendo a referência com o que ocorre na estufa e como esses fenômenos citados acima ocorrem no interior da estufa.

Figura 30 - Foto referente a aula 2 e 3.

Fonte: Autor, 2022.

Os estudantes foram questionados sobre a clareza dos objetivos das lâmpadas na estufa artificial. As respostas foram praticamente unânimes: sem elas não há luz, sem luz, não há fotossíntese e sem fotossíntese, não há crescimento das plantas, pois, estarão sem energia (alimento). Também entenderam que não bastavam as lâmpadas dentro da caixa irradiarem calor em forma de luz, pois as plantas ainda precisariam da umidade, onde, nesse caso colocou-se um pote com água para que essa evaporasse e umedecesse o necessário para o crescimento das plantas. Os estudantes presentes puderam ver a importância dessa aula, pois conseguiram relacionar a prática e teoria em algo do seu dia a dia, nesse caso a estufa.

Para fixarmos os conhecimentos assimilados pelos estudantes dentro do que foi mostrado acima, colocamos uma atividade diferenciada baseada no jogo de caça palavras e ou palavras cruzadas onde tiveram que achar a palavra-chave. Fechamos a primeira aula com um pequeno questionário, onde, na primeira questão, foi perguntado se eles tiveram algum contato na vida deles, antes da aula que presenciaram, com algum tipo de estufa, Apenas 5 alunos presentes responderam ter visto uma estufa em posto de saúde e uma estudante diz que sua mãe é manicure e precisa higienizar seus equipamentos e utensílios numa pequena estufa mas que ela nunca tinha parado para analisar realmente o que vinha a ser essa estufa.

A segunda questão foi sobre a importância do uso de máquinas no dia a dia do homem. Oito deles responderam praticamente a mesma coisa: “as ferramentas e máquinas simples sempre estarão presentes na vida do homem, muda o modelo, mas a finalidade desta máquina é a mesma como é o caso do prego”.

Fazendo a comparação com a estufa, eles perceberam que a construção da estufa é simples, mas a manutenção das plantas em seu interior é complexa, pois envolve a luz e suas propriedades e ainda a umidade e calor, todos controlados. Na terceira questão (Anexo C), perguntamos especificamente, se gostaram da metodologia ou da aula ministrada, uma vez que eles não tinham contato com esse tipo de informações e dos 12 (doze) alunos presentes, todos responderam que gostaram 100% (cem por cento) da aula.

Depois realizei um questionamento verbal a alguns alunos que devido a pandemia estavam ausentes fisicamente, porém antenados ao assunto através de vídeos encaminhados por seus colegas de nossas aulas. Os 10 (dez) alunos que tiveram contato com a aula por meios remotos, responderam que gostaram 100% (cem por cento), mas que gostariam de estar presencialmente nessas aulas.

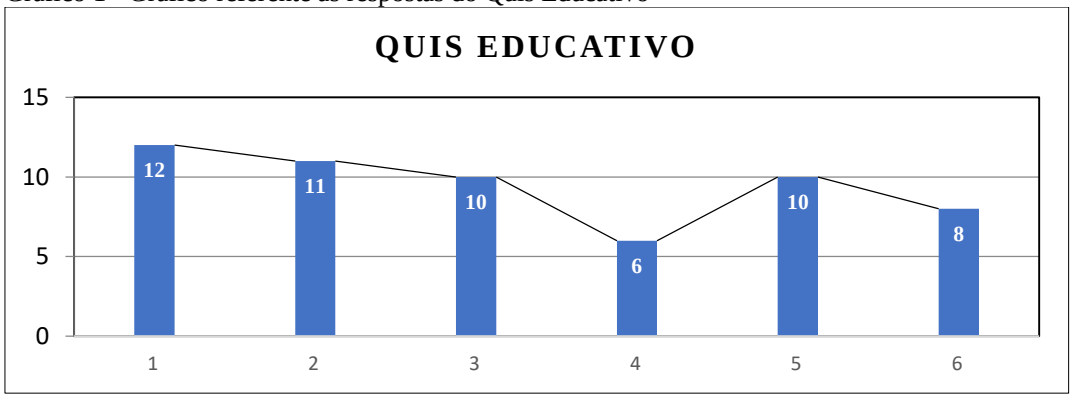
Demos uma pausa na aula e os alunos puderam manipular um pouco a estufa e verificaram mais precisamente onde estavam o medidor de temperatura e umidade. Também manipularam alguns LED na estufa sem estes ainda estarem ligados.

Em seguida, continuamos com a aula 2 (dois). As aulas foram ministradas com um conteúdo teórico sobre óptica e radiações luminosas. Esta aula foi um pouco mais complexa, mesmo sendo uma revisão de conteúdo do segundo ano. Foi revisado o espectro eletromagnético e suas divisões de acordo com propriedades como frequência e comprimento de onda, qual faixa do espectro era de luz visível, qual era faixa invisível aos olhos e quais eram as frequências e comprimentos de ondas relacionados com o calor ou radiação térmica.

Uma das curiosidades que podemos verificar foi que os alunos estavam mais familiarizados com a luz dos dispositivos comerciais de laser, onde estes se apresentam com diversas cores tais como infravermelho, violeta e o verde. Alguns deles, inclusive, já estão proibidos devido ao longo alcance. Conseguimos também verificar na segunda aula que ficou mais claro para eles como a temperatura poderia variar dentro da estufa artificial através da radiação da luz dos LED. Assim, conseguimos trabalhar e aprofundar com eles o conceito de radiação eletromagnética, bem como, o espectro da luz visível. Verificamos que para alguns alunos, a ministração desses conteúdos, foi importante para revisão e aprofundamento, propiciando realmente um melhor aprendizado pois muitos não tiveram aulas presenciais no de 2020.

Seguimos a aula com o Quis Educacional, conforme a figura 30, onde passei uma folha com perguntas e dei um minuto para eles responderem as seis questões relacionadas ao aprendizado dessa aula. O resultado está no gráfico 1 abaixo. Para encerrar essa aula trabalhamos uma outra forma de exercícios de revisão em forma de cruzadinhas sendo a palavra-chave “raio de luz”. Eles tiveram que escrever no espaço destinado para tal, quais conceitos vistos na ótica geométrica que se encaixasse naquele espaço. Trabalhamos um pouco ainda sobre a dualidade da luz através da exibição de pequenos vídeos do YouTube, conforme está no planejamento do produto educacional.

Gráfico 1 - Gráfico referente as respostas do Quis Educativo



Fonte: Autor, 2022.

Percebe-se que dos 12 (doze) que responderam aos quis, apenas a questão 4 (quatro) ficaram com baixo rendimento. Após aplicação do quis, voltamos ao conteúdo explicado e tiramos as dúvidas dos estudantes que estavam com dificuldades. 03 (três) destes me disseram que era pouco tempo para pensar e se atrapalharam nas respostas, respondi que fazia parte do objetivo do quis, de que ele era projetado para que os estudantes tivessem que pensar rapidamente para responder as questões.

Na continuidade das aulas, após 15 (quinze) minutos de descanso, iniciamos a aula 3 sobre a emissão de fótons, especificamente falando sobre os LED. Nesta aula, ficou muito claro para os alunos, os diferentes tipos de lâmpadas e suas características, suas aplicações e qual a Física envolvida nesse fenômeno. Através dessas aulas, os estudantes puderam assimilar os conceitos de absorção e emissão de fótons e entender o princípio do modelo do átomo de Bohr. Esta aula foi participativa e ativa. A interação com os estudantes se deu com muitas perguntas referente ao tema que seria abordado, antes de iniciar o conteúdo. Assim, eles poderiam completar os conhecimentos abordados nestas pré-discussões com os novos adquiridos mais adiante.

Os estudantes ficaram muito curiosos a respeito dos LEDs porque muitos apenas conheciam as lâmpadas frias ou lâmpadas brancas e as incandescentes e para eles, os LEDs eram apenas utilizados para alguns tipos de televisores e aparelhos de som ou até mesmo em instrumentos mais sofisticados. Após a exposição dessa aula, direcionei a eles vários vídeos retirados do YouTube onde se poderia ter com mais clareza sobre as diferenças entre as lâmpadas incandescentes, as lâmpadas de LED e outros tipos de lâmpadas. Também associamos o que foi aprendido com essas lâmpadas e sua emissão de luz com o desenvolvimento das plantas, sobre o que ela precisa para o processo de fotossíntese.

Nesta pequena revisão da aula de biologia referente a fotossíntese eles ficaram muito curiosos e tiraram algumas dúvidas de como as plantas retiram essa energia através do Sol e colocaram isso com uma forma de interpretar o que ocorrerá dentro da estufa artificial através das lâmpadas de LED. Essa aula será ainda mais aprofundada na aula interdisciplinar em que estarão presentes os professores de Biologia, Física e Química. Mesmo assim procuramos, na aula, tirar várias dúvidas a respeito de como ocorre a fotossíntese e para aumentar a profundidade do tema, os colocamos para assistirem dois pequenos vídeos sobre a fotossíntese das plantas.

Em seguida, apresentamos algumas atividades referentes ao conteúdo sobre o modelo de Bohr. Este modelo pode ser usado para um primeiro entendimento da absorção de energia dos fótons pelas plantas uma vez que a energia absorvida pelas plantas começa com a absorção

do quantum de energia (fótons) da luz incidente sobre elas. Esses fótons por sua vez são produzidos por transições entre elétrons de um estado energético para outro (estado excitado para o fundamental, por exemplo), sendo que a energia associada a cada órbita do elétron é quantizada. Assim fechamos nosso primeiro encontro com a aula 1 2 e 3.

No segundo encontro, já na aula 4, estudamos a radiação térmica emitida por Corpos Negros, suas características e possíveis aplicações. Procuramos responder nesta aula, sobre a relação entre a luz visível com a irradiação de calor dos corpos negros, se a estufa pode ser considerada um corpo negro e introduzimos a importância da Constante de Planck.

Iniciamos esta aula perguntando aos alunos o que eles poderiam falar a respeito da radiação de energia de corpo negro. Vários falaram que um corpo negro é algo escuro, de cor preta como uma roupa escura, ou parede escura em que a luz não possa ser refletida. Perguntei a eles como por exemplo quando vão fazer em suas casas e assar uma carne na churrasqueira e o carvão se transforma em brasa, como que essa radiação térmica se propaga. Nesse caso eles achavam que o carvão em brasa não era mais um corpo negro. Assim surgiu na aula, uma grande incógnita de que seria então um corpo negro.

Após muita discussão veio a resposta de aluno (A). “Corpo negro é um corpo que absorve toda a radiação eletromagnética que incide sobre ele”.

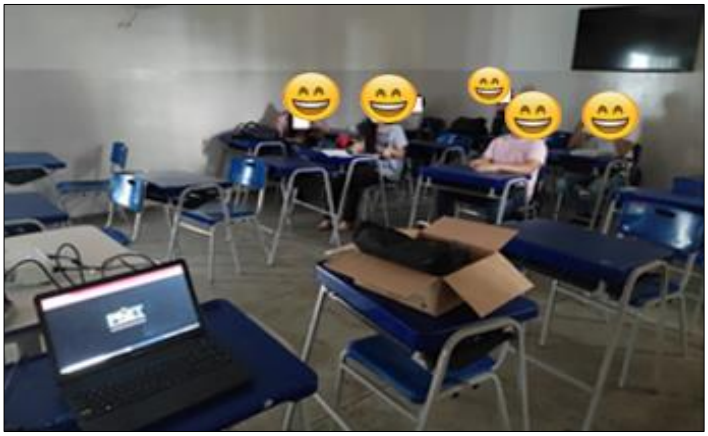
Perguntei como eles imaginam, o que ocorre num tecido preto. Como que ocorre a absorção e radiação se comparado com um tecido branco ou claro e qual dos tecidos dá uma sensação de maior calor? Os estudantes aos poucos foram respondendo que o preto nos dá a sensação de maior calor absorvido e o branco, de menor. Quando indagados qual cor o corpo negro emite, houve grande discussão. O esclarecimento veio com a resposta do Aluno (B): “ausência de cor”, isto é, cor preta é ausência de cor. Então expliquei que a mudança de cor de um corpo negro está relacionada a temperatura dele e que isso determina a radiação térmica emitida por ele. Para complementar, apresentei uma explicação da distribuição espectral da radiação do corpo negro através dos gráficos. A observação da relação entre a emissão de calor com o espectro eletromagnético trouxe muita clareza aos estudantes.

Na aula 5, devido a escola estar sem laboratório de informática, baixei o simulador PhET colorado em meu computador. Para trabalhar a simulação seguimos o roteiro descrito na aula 5 do Produto educacional (apêndice A). Os 8 (oito) estudantes presentes na aula manipularam o simulador, seguindo minha explicação de como e o que deveriam fazer.

Nesta aula procuramos identificar as diferenças entre a luz visível emitida pelo corpo negro, com o infravermelho responsável pela irradiação de calor dos corpos negros. Buscaremos responder à pergunta: **Será que a estufa pode ser considerada um corpo negro?**

Na foto abaixo, figura 31, percebe-se a interatividade entre os alunos e as instruções de como usar a simulação durante a aula. O distanciamento observado entre os alunos é exigência das medidas sanitárias adotadas pela escola devido a Pandemia da Covid-19.

Figura 31 - Aula 5 – Utilização do simulador do PhET colorado.



Fonte: Autor, 2022.

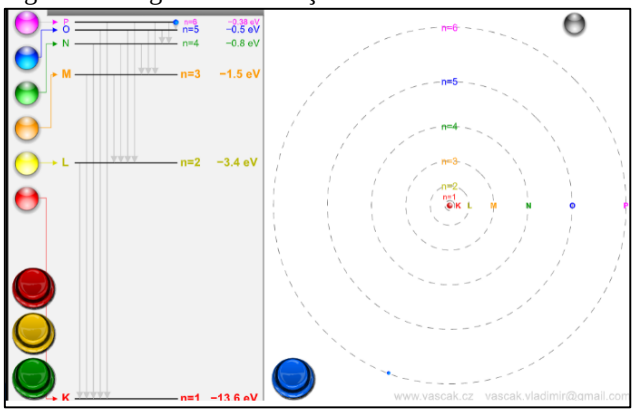
Dois alunos acharam difícil seguir o roteiro e manipular o simulador, mas aos poucos com a ajuda do professor e dos colegas, eles entenderam razoavelmente o processo de utilização. No geral, perceberam que um corpo negro é aquele corpo que tem absorção perfeita, com coeficiente de emissividade igual a 1, isto é, um absorvedor perfeito. Na simulação, ao colocar valores diferentes para a temperatura dos corpos que emitem a radiação, os alunos perceberam as mudanças no espectro eletromagnético emitido pelo corpo negro, caracterizado pela radiação ultravioleta, visível e infravermelho. Notaram como a intensidade e comprimento de onda máximo da radiação variam com a mudança da temperatura.

Eles gostaram de entender como a Terra irradia e absorve energia na faixa de infravermelho, sem emissão de outras radiações ou cores. Com a mudança de temperatura, eles perceberam no gráfico que as cores variam conforme varia a densidade de potência pelo comprimento de onda, e esse aumento de temperatura está ligado a luz visível emitida e as variações de cores dos corpos negros. Esta aula extrapolou os 50 minutos previstos, pois, um a um dos alunos tiveram que manipular o applet em meu notebook. Foi uma aula produtiva e disponibilizei a eles o link e o roteiro das atividades impresso, para que em suas casas pudessem interagir com a simulador. Após a manipulação do applet em suas casas, usei o aplicativo WhatsApp para eles falarem de suas experiências com o conteúdo e tirar dúvidas sobre ele. As atividades de fixação sobre este conteúdo deixamos para a gama de exercícios a serem trabalhados no final do projeto.

As aulas 6 e 7 foram ministradas no mesmo dia, tendo 8 (oito) estudantes presentes. Iniciamos a aula com revisão do conceito de um átomo, o modelo de Bohr e as definições ocorridas no decorrer da aplicação do produto. O conceito do átomo foi revisto tanto do ponto de vista da química quanto da Física, já que é um conteúdo que estão relacionados às ciências da natureza.

Para ajudar no entendimento do modelo de Bohr, assistimos a um vídeo interativo e explicativo sobre este modelo do átomo no link contido na imagem da figura 32. Este applet, descreve as órbitas dos elétrons e simula o salto quântico entre uma órbita e outra mostrando a emissão do fóton e a cor da luz emitida associada à transição eletrônica.

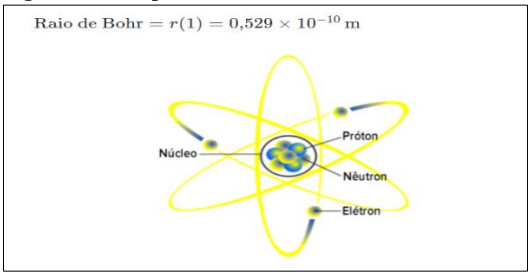
Figura 32 - Figura da simulação do átomo de Bohr no PhET colorado.



Fonte: Autor, 2022.

Em seguida, seguindo a ideia de ministrar uma aula diferente do convencional, do quadro negro e giz, com o uso de novas ferramentas, passei uma aula sobre o assunto usando o material da Khan Academy, conforme o link contido na imagem da figura 33:

Figura 33 - Hiperlink da aula virtual da Khan Academia.



Fonte: https://pt.khanacademy.org/science/physics/quantum-physics/atoms-and-electrons/a/bohrs-model-of-hydrogen

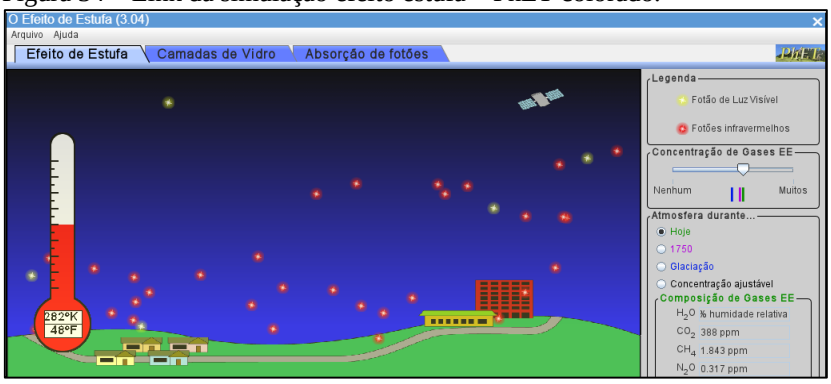
Os estudantes gostaram muito das explicações e conforme ia passando a aula, eu reafirmava os conteúdos e tirava dúvidas dos estudantes. Apesar do conteúdo ser um pouco

complexo para a faixa etária de terceiro ano, conseguimos aprofundar o conteúdo. Após a aula, os estudantes responderam a um questionário sobre a aula vista, conforme consta no Produto Educacional (aula 6/7 no apêndice A).

Na última aula do segundo encontro, aula 8, o tema estudado foi “Efeito Estufa”. Conforme roteiro de indagações presentes no material dessa aula contido no Produto Educacional, discutimos muito sobre o conceito e finalidade do mesmo para a manutenção do clima e da vida no Planeta Terra. Percebi que os estudantes têm muita informação a respeito do tema. Apenas 01 (um) estudante mostrou-se indiferente e diz que nem tudo que nos é passado é o que representa realmente. Isso provocou certa discussão, criou-se um debate entre eles, alguns estudantes baseando-se nas pesquisas mostravam conceitos e provas para os céticos que tinham suas próprias opiniões.

Demos continuidade à aula usando o simulador PhET Colorado para o efeito estufa e procuramos interagir com os tipos de moléculas e radiações mostradas no applet para melhor um melhor entendimento do mecanismo de ação do efeito. O link usado na simulação pode ser encontrado imerso na imagem da figura 34.

Figura 34 – Link da simulação efeito estufa – PhET colorado.



Fonte:https://PhET.colorado.edu/sims/cheerpj/greenhouse/latest/greenhouse.html?simulation=greenhouse&locale=pt

Neste simulador, os estudantes interagiram com as moléculas de gases presentes na atmosfera terrestre e puderam entender como e quais tipos de gases pode afetar o equilíbrio da vida no planeta. Na continuação da aula, após alguns minutos de interação com simulador, apresentamos alguns vídeos para um maior entendimento sobre o tema trabalhado.

Passamos então a discutir a lei de Stephan-Boltzmann que nos mostra a energia total irradiada pelo corpo negro a uma certa temperatura. Mostramos que a irradiação térmica não precisa de um meio para se propagar, pois, são ondas eletromagnéticas e que essa característica nos ajuda entender por que não notamos a temperatura elevada de um corpo que nos queima a

pele. O vídeo estava em língua inglesa, e, portanto, traduzi para os estudantes o que o autor procurava demonstrar.

O link do vídeo aula passada aos estudantes está contido na imagem da figura 35. No vídeo, podemos ainda observar uma comparação da imagem obtida da luz infravermelha de uma barra aquecida, invisível na escuridão, mas visível com uma câmera especial de infravermelho, em comparação com a imagem da mesma barra na escuridão não emitindo luz visível.

Figura 35 – Vídeo demonstrando a irradiação térmica dos corpos.

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=sUp_WZKZID4&t=15s

Demonstramos no vídeo que a radiação de corpo negro em equilíbrio térmico deve emitir o mesmo espectro de radiação; dependendo apenas da temperatura. Assim, dentro de um forno em alta temperatura, os objetos devem aparecer com a mesma cor, qualquer que seja o material, como pode ser visto no vídeo contido na imagem da Figura 36.

Figura 36 - Link do vídeo mostrando a cor dos corpos em relação a temperatura.

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=Psvo_XEc784

Ainda na continuidade dessa aula 8, falei sobre a emitância de radiação do sol, como isso influencia a temperatura na Terra, sua relação com a lei de Stefan-Boltzmann e como um termômetro de infravermelho pode ser usado para medir a temperatura de corpos quentes sem

tocá-los, apenas pela radiação emitida à distância.

Em conversas informais com os estudantes, eles colocaram que a metodologia usada de explicações por minha parte e complementada com os vídeos foi de muita ajuda para aprender os conceitos dos temas trabalhados (fundamentaremos essa parte no capítulo Resultados e Discussão). Para finalizar, os estudantes responderam uma lista de exercícios relativos ao tema trabalhado.

Deixamos para explicar toda a construção da estufa artificial do Produto Educacional na primeira aula do encontro 3, aula 9. Nesta aula também apresentamos os materiais utilizados na sua construção. Presumimos que os alunos, após entenderem os processos físicos relacionados à irradiação de calor e a influência da luz no crescimento das plantas, poderiam compreender e acompanhar o seu crescimento e desenvolvimento além de perceberem quais as cores da luz que as plantas mais necessitariam.

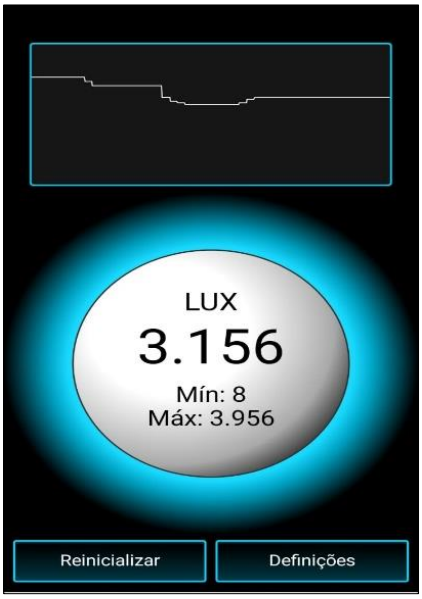
Todos acompanharam de perto, passo-a-passo, as explicações das funções de todos os equipamentos utilizados na estufa. Para acompanhar o desenvolvimento das plantas, apresentei aos alunos uma tabela para este acompanhamento, onde, durante o período do projeto, os alunos preencheram os dados adquiridos através da observação da germinação e crescimento das plantas, no experimento utilizamos feijão. Esta tabela foi utilizada em duas partes. O primeiro preenchimento foi com os dados sobre o crescimento das plantas sob a influência de 04 (quatro) lâmpadas de LED Full Spectrum de 28 W cada (ver figura 37). A segunda parte da tabela foi preenchida com os dados sobre o crescimento das plantas sob a influência de 06 (seis) lâmpadas LED, tipo bolinha, de cores verdes, com potência de 15w cada, totalizando 90 watts. O roteiro com as instruções de como foi plantado as sementes está na aula 9 (ver apêndice A).

Figura 37 - Medidas da intensidade luminosa (em lux) das lâmpadas Full Spectrum.

Fonte: Autor, 2022.

Realizamos também, junto aos alunos, medidas da intensidade luminosa das lâmpadas com auxílio de um aplicativo “luxímetro” Android para celulares. Colocamos o celular no fundo da estufa, junto às plantas para fazer as medições. Com as lâmpadas LED Full spectrum, obtivemos medidas com o valor médio de 25 lux (1 lux= 1 lúmen/m²) com o mínimo 14 lm/m^2 e com o máximo de 5,530 lm/m² à uma distância de 15 cm das lâmpadas (ver quadro 2). Com as lâmpadas LED verdes, os valores medidos foram de 3,156 lux com mínimo de 8 luxe máximo de 3,956 lux, conforme mostrado na figura 38. A discussão a respeito desses valores será abordada no capítulo 06 (Resultados e Discussão).

Figura 38 – Medidas da intensidade luminosa (em lux) das lâmpadas verdes.



Fonte: Autor, 2022.

Apresentamos, a seguir, os resultados do experimento com as lâmpadas e as tabelas construídas.

As plantas iluminadas pela luz das lâmpadas Full Spectrum, tiveram crescimento considerável. O experimento, no seu ponto zero, foi iniciado no dia 15 de agosto de 2021 com a temperatura de 25º C, no interior da estufa. No dia 01 de setembro de 2021, 15 (quinze) dias depois, a planta estava com 9 cm de comprimento, conforme podemos ver no Quadro 2 que está logo abaixo. Os dados da temperatura da estufa e sua umidade nos dias de observação também foram registrados na tabela. Após 45 dias de acompanhamento do experimento, encerramos o trabalho de observação, pois já tínhamos dados suficientes para concluir que a planta estava crescendo sob a luz das lâmpadas LED Full Spectrum.

Quadro 2 – Quadro de acompanhamento da estufa com lâmpadas LED Full Spectrum

Dias	Temperatura	Umidade	Altura da planta	Obs.
1	24,5	77%	9 cm	01/09/20
2	29,1	82%	14 cm	15/09/20
3	29,7	83%	20 cm	30/09/20

Fonte: Autor, 2022.

Na segunda parte do experimento, trabalhamos com seis (6) lâmpadas LED, de cores verdes, com potência total de 90 watts. Apesar de mantermos a temperatura e umidade da estufa praticamente iguais àquelas usadas no experimento com as lâmpadas Full Spectrum, observamos que não houve crescimento das plantas, conforme o preenchimento do quadro 3 abaixo. Este resultado já esperado conforme a discussão anterior envolvendo a figura 4 deste trabalho.

Quadro 3 – Quadro de acompanhamento da estufa lâmpadas verdes

Dias	Temperatura	Umidade	Altura da planta	Obs.
1	28,7	79%	-	06/10/20
2	29,1	84%	-	13/10/20
3	29,3	82%	-	20/10/20

Fonte: Autor, 2022.

Os estudantes puderam observar, in loco, que a cor verde (que pode ser encontrado na decomposição espectral da luz branca) não participa da fotossíntese das plantas, comprometendo seu crescimento.

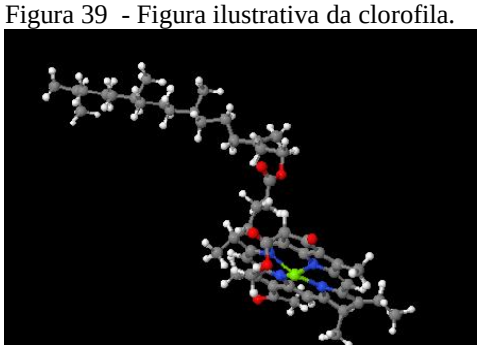
O processo da fotossíntese foi explicado aos estudantes com mais detalhes a partir das aulas 10/11, onde tratamos exclusivamente sobre esse tema.

Nesta aula procuramos explicar a Física da fotossíntese aos alunos. Também buscamos relacionar as ciências da Física e da Biologia para a compreensão deste processo e sua importância na manutenção da vida no planeta Terra, como, por exemplo, a transformação de CO2 em oxigênio respirável e a formação do ozônio.

Iniciamos a aula com as indagações sobre este tema, sondando o conhecimento prévio dos estudantes, conforme previsto no roteiro da aula, com o intuito de instigar ou provocara curiosidade dos estudantes acerca do processo da fotossíntese. Neste dia da aula, apenas 4 estudantes estiveram presentes devido aos problemas causados pela pandemia.

Continuamos a aula, projetamos no aparelho data show, uma imagem em uma perspectiva tridimensional, da molécula de clorofila. A imagem podia ser manipulada, girando-a, por exemplo, em um site, cujo link está contido na imagem abaixo, figura 39.

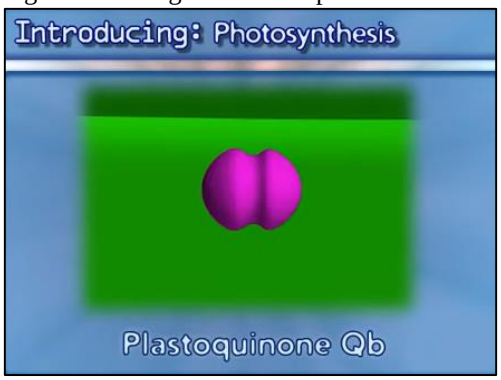
Figura 39 - Figura ilustrativa da clorofila.



Fonte: https://www.echalk.co.uk/3Dmolecules/chlorophyll/chlorophyll.htm?_USE=HTML5

Continuamos com uma pequena apresentação de uma videoaula, onde eu parava o vídeo, auxiliando na explicação da apresentadora. Como a linguagem do vídeo estava em inglês, eu fazia a tradução e ia explicava o conteúdo aos alunos. O link do vídeo está imerso na figura 40.

Figura 40 - Imagem sobre os processos da fotossíntese.

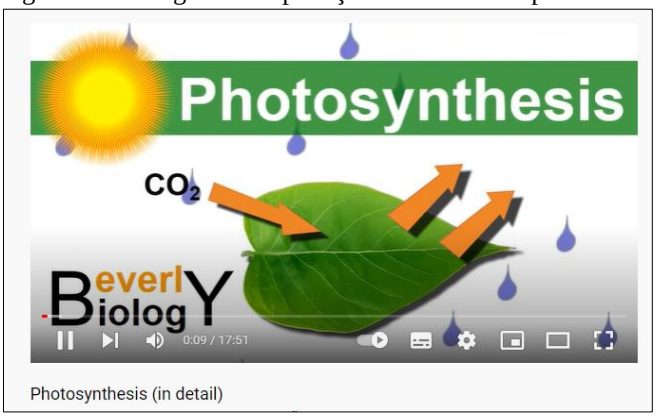


Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=hj_WKgnL6MI

Os estudantes se sentiram motivados com a aula, disseram que deveria ser assim nas aulas de biologia. Nosso intuito era de que eles percebessem a Física envolvida no processo.

Á seguir, continuando a aula, passei outro vídeo, dessa vez mais explicativo, sobre a função da luz no processo fotossintético. Por ser mais um vídeo na língua inglesa, eu novamente fazia a tradução da explicação e ia repassando aos estudantes. O link do vídeo usado está imerso na figura 41.

Figura 41 - Imagem da explicação envolvendo espectro eletromagnético.

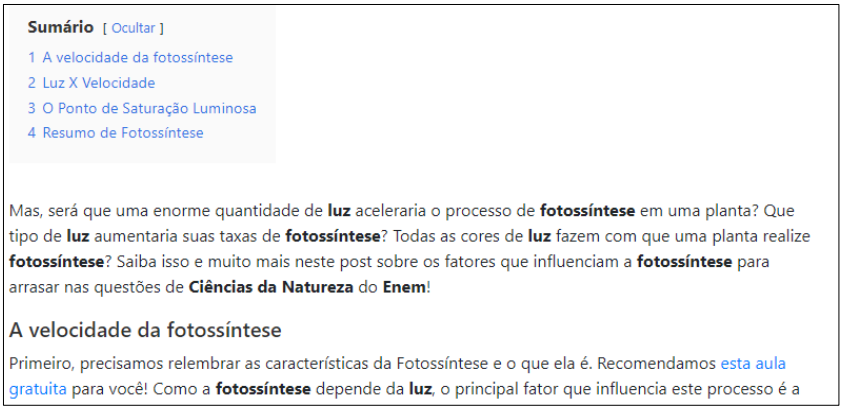


Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=fTXh7A7Uc2M

Neste vídeo, associado com a figura 40, tivemos mais clareza sobre as características do espectro eletromagnético, sobre o que era a luz branca e a luz visível, entre outas informações. Conforme avançava o tempo de apresentação dos vídeos, com novas informações sobre o processo da fotossíntese, os estudantes ficavam mais curiosos. Tive até que voltar várias vezes o vídeo para um melhor entendimento dos alunos sobre o que estava sendo explicado.

A curiosidade sobre o tema da fotossíntese, sua relação com as cores emitidas pelas lâmpadas, permearam as aulas o tempo todo. Os estudantes estavam encantados com o fato das plantas terem crescidos na estufa artificial, conforme mostrado nas aulas anteriores. Os alunos disseram que as explicações de como a planta absorve os elétrons para a elaboração da fotossíntese eram mais fáceis de assimilar do que o conteúdo estático contido em livros sobre o tema. Dando continuidade à aula, complementei as informações sobre o tema com vídeos da página do ENEM, conforme a figura 42.

Figura 42 - Imagem da complementação de conteúdo do ENEM



Fonte: https://blogdoenem.com.br/biologia-enem-velocidade-fotossintese/

Os estudantes após acompanharem as explicações, responderam em seguida, uma gama de exercícios. Essas aulas ultrapassaram o tempo previsto chegando também a 3 horas de aula. Contudo, convém destacar que em razão da curiosidade despertada nos estudantes, acreditamos que ela foi muito produtiva.

Na aula do último encontro apresentamos o que chamamos de "Aulão Interdisciplinar". Para esta aula, convidei os professores Marcelo Muniz Meneses, da disciplina de Biologia, e Maísa Alves de Souza Pimenta, da Química. Eu contribuí com a parte da Física.

Nesta aula, os estudantes puderam relacionar as três ciências para compreensão dos fenômenos da natureza como o efeito estufa e a formação da fotossíntese das plantas. Os alunos puderam assistir uma aula interdisciplinar com três professores em sala explicando os mesmos fenômenos, mas com um olhar específico, relacionado com suas ciências.

Inicialmente, eu, professor Robson Pimenta, comecei a aula, com uma explicação sobre a luz e suas propriedades, relacionados com a fotossíntese diretamente. Enfatizei que um feixe de ondas compondo a luz branca, por exemplo, contém a cor violeta, que é uma onda de luz com maior frequência, porém, com menor comprimento de onda. As ondas de maior frequência são aquelas com maior energia, com frequências maiores que as apresentadas pela luz visível. Como a energia dos raios ultravioletas são maiores, estes raios prejudicam a fotossíntese porque transportam muita energia para as células das plantas. Os raios infravermelhos são ondas eletromagnéticas com frequências menores e como eles possuem uma menor energia transportada, auxiliam no processo da fotossíntese.

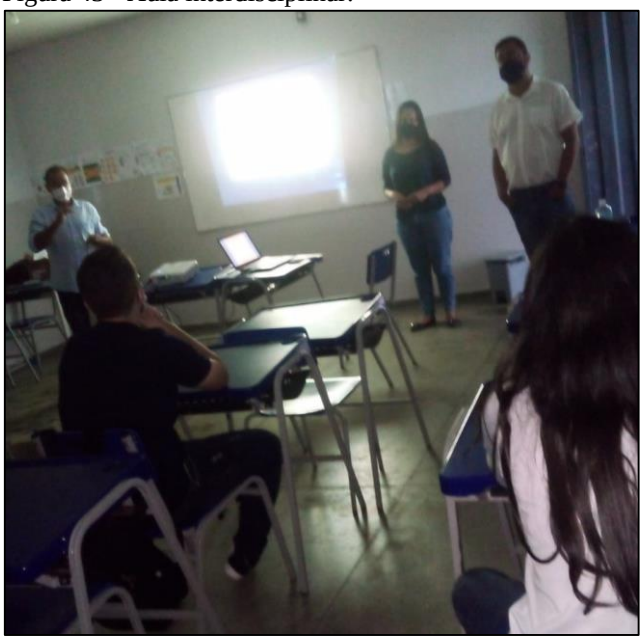
Continuei a aula, discutindo o fenômeno da reflexão das cores da luz. Enfatizei a eles que, no caso da fotossíntese, a cor verde é a menos utilizada, pois não é absorvida e, portanto, é totalmente refletida, o que dá a cor verde da maioria dos vegetais. Revisei com eles, a informação que os comprimentos de luz mais utilizados pela planta estão entre o amarelo e o azul. Durante a explicação, alguns estudantes levantaram a mão e compararam o conteúdo desta aula interdisciplinar comas aulas anteriores, já explicadas.

Na continuidade da aula interdisciplinar, a professora de química, Maísa, introduziu um conteúdo a partir do modelo do átomo de Bohr conforme pode ser visto na figura 43. A professora Maísa informou que o átomo é composto de um núcleo e de uma eletrosfera contendo os elétrons e que cada camada dessa eletrosfera possui uma energia e que quanto mais afastado do núcleo estiver o elétron, maior será sua energia. O elétron pode passar de uma camada de menos energia para o outro, de maior energia ao absorver energia das vizinhanças. Ela lembrou aos alunos que a energia da terceira camada é maior do que a da segunda e a energia da segunda é maior do que a da primeira. Ela também mencionou aos alunos que existe uma

variação de energia entre uma camada e outra do átomo. Ela reviu com os alunos que quando o elétron está voltando para sua camada original (estado fundamental) saindo do estado excitado, ele começa a liberar em forma de fótons. Ela concluiu essa parte mostrando aos alunos que dependendo da camada que o elétron estiver e da camada para onde ele irá “saltar”, o fóton emitido terá uma frequência de luz diferente, isto é, cor diferente.

Ela informou que nas plantas ocorre a absorção de determinados feixes de luz e que essa luz possui certas frequências ou comprimentos de ondas, conforme o modelo de Bohr revisto acima e nas aulas de Física que os alunos puderam acompanhar, figura 43. Assim, de acordo com o olhar da química, a planta absorve a energia desta luz, na frequência que ela precisa e esta faz uma síntese para converter a energia luminosa em energia química. Esta energia química é armazenada pela planta dentro de um composto químico, chamado de glicose, e que quando ocorre a queima da glicose, essa energia é usada pela planta para o seu crescimento. Os estudantes ficaram muito curiosos nesta parte da explicação sobre a formação da glicose.

Figura 43 - Aula interdisciplinar.



Fonte: Autor, 2022.

A professora continuou com a explicação: “Imagine que eu tenha o gás carbônico e que eu vá juntar a esse gás, a água. Isso vai transformar-se na glicose C6 H12 O6 e com isso, vai ter a liberação do oxigênio e essa glicose, que é a nossa fonte de energia, que vamos chamar de energia química”. Ela ressaltou que essa energia química é a energia armazenada em um composto químico através das ligações químicas. A energia química armazenada na glicose vai

ser liberada em forma de energia térmica, um processo exotérmico.

Na continuação do “Aulão”, o professor de Biologia, Marcelo, conforme foto mostrado na figura 42, explanou que na equação da fotossíntese, CO2 + H2O = glicose + oxigênio, a planta precisa de energia luminosa e da ação da clorofila, ou seja, em síntese, fazer uma transformação de matéria inorgânica em matéria orgânica. Ele argumentou aos alunos, que toda vez que a luz “bate” nos elétrons de um átomo de magnésio, contidos na estrutura verde das plantas (clorofila), estes fótons energizam o átomo e estes elétrons vão procurando as camadas mais energéticas, “as camadas de fora” do átomo.

O elétron, ao “sair” para a camada de fora, “ganha” energia luminosa, e quando o elétron volta para o estado ou camada anterior, ele libera essa energia. Ele explicou mais um detalhe aos alunos: ao liberar essa energia, esta vai ser utilizada por uma série de enzimas para produzir a nossa molécula energética. O professor ressaltou aos alunos que a fotossíntese está transformando luz em energia química e usa a energia para produção de ATP. O professou ainda informou aos alunos, que a fotossíntese tem duas etapas.

A primeira delas é chamada de Fase Clara, também conhecida como fase luminosa da fotossíntese, porque a luz é usada nesta fase. O professor explicou em detalhes, que nesta fase, ocorre a formação da ATP. Os estudantes presentes ficaram focados na explicação desta fase da fotossíntese. O professor também explicou que na chamada Fase Escura, a fotossíntese usa alguns produtos da fase clara como a molécula ATP (moeda energética).

Ele então aproveitou o final da aula para sanar as dúvidas quanto as frequências de cor da luz que a planta assimila. Ele explicou aos alunos que as plantas possuem certas estruturas como a clorofila, caroteno e xantofila para absorção de certas cores da luz. Ele completou a explicação aos alunos, informando que a melhor cor para a fotossíntese trabalhar são o violeta anil, azul e o vermelho. No entanto, ele argumentou que as plantas não absorvem energia das cores verde pela clorofila, e nem absorvem as cores amarelo e laranja, pois o caroteno não absorve a cor laranja e a xantofila não absorve o amarelo.

Após o encerramento das explicações, os estudantes fizeram algumas perguntas que estarão sendo discutidas nos resultados e discussão. Passamos uma gama de perguntas que foram respondidas pelos estudantes em consonância dos professores.

Após os professores de Química e Biologia se retirarem, passei um questionário de opinião aos alunos (ver apêndice B) sobre a metodologia usada na aplicação do produto. E mais um questionário sobre os conteúdos das aulas de Física, Química e Biologia (apêndice C).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados parciais demonstraram que o caminho para a aprendizagem dos estudantes se dá através de aulas significativas que envolvam seu dia-a-dia.

Para formar um cidadão consciente e preocupado com o meio que o cerca ele deve ser libertado das amarras do ensino tradicional, para isso é necessário que o professor também o seja, e quanto ao docente se faz necessário que ele se emancipe, se liberte das amarras da formação tradicional pela qual foi formado, se desvencilhe das avaliações discriminatórias e passar a uma ponderação formativa, deixar de lado a intransigência e estar voltado para o afetivo das relações entre professor-aluno e aluno-aluno que constantemente estão presentes na construção do saber em sala de aula. Para alguns pesquisadores o educador deve possuir muitas "qualidades", múltiplas facetas, competências para desenvolver o papel que lhe compete.

Ao propor aos estudantes a temática em que faz parte de seu dia-a-dia, percebemos um incentivo maior em buscar respostas aos fenômenos da natureza, com isso a estufa artificial teve o papel de trazer algo distante para dentro da sala de aula.

O conceito de interdisciplinaridade vem se desenvolvendo também nas ciências da educação. Elas aparecem com clareza em 1912 com a fundação do Instituto Jean-Jacques Rousseau, em Genebra, por Edward Claparède, mestre de Piaget. Toda uma discussão foi travada sobre a relação entre as ciências mães e as ciências aplicadas à educação: por exemplo, a sociologia (da educação), a psicologia (da educação) etc. e noções correlatas foram surgindo, como interdisciplinaridade, pluridisciplinaridade e transdisciplinaridade.

Os professores não foram preparados nas Universidades para trabalhar interdisciplinarmente, devido a suas formações terem ocorrido sob o paradigma cartesiano, portanto sentem–se inseguros frente a nova tarefa de integrar as disciplinas. A interdisciplinaridade é "uma intercomunicação efetiva entre as disciplinas, através da fixação de um objeto comum diante do qual os objetos particulares de cada uma delas constituem sub-objetos" (Machado, 2010, p. 193). A comprovação de resultados diferenciados aparecerá em pesquisas comprobatórias através de projetos interdisciplinares. Assim, relacionar os conteúdos das diferentes disciplinas ou os conteúdos aprendidos na escola com sua vivência cotidiana. Segundo Santomé (2013), sozinhos, os alunos não são mesmo capazes de fazer essas correlações. É necessário que o professor faça a contextualização dos conteúdos e evidencie as relações entre os conteúdos disciplinares.

O ensino de física moderna se torna mais ponderante quando vinculado a

experimentação. “O professor de ciências é a ponte entre o conhecimento e o aluno, afinal o maior laboratório didático está aí em todos lugares, a própria natureza, o ambiente escolar, a casa do estudante, qualquer ambiente”. (Freitas; Villani, 2002) apud (PICH, 2019, p.10);

> A aula de ciências neste caso a Física vem para quebrar tabus, ciências, conhecimento científico e aprender física principalmente não é para poucos, é para todos, os PCNs trazem essa mensagem clara. O que leva o estudante a se aprofundar é a relação de diversos fatores, entre eles a metodologia usada, a experimentação, a avaliação entre outros. (PICH, 2019, p.10).

As principais dificuldades encontradas pelos professores em ensinar ciências estariam na falta de laboratórios, no entanto, materiais do dia-a-dia dos estudantes tornam-se ferramentas e objetos de estudo e podem ser levados em sala de aula. Segundo Pich, (2019, p. 11), “Os professores procuram não tirar o estudante de sala devido a indisciplina ao manusear e trabalhar com experimentação apesar de enfatizarem a importância da experimentação para a aprendizagem e a busca de conhecimento científico dos fenômenos naturais”. O autor complementa ainda “a experimentação com a preparação de roteiros bem definidos está intrinsicamente relacionados ao êxito da aplicação deste produto e indicam que a metodologia usada foi satisfatória”.

O uso das mídias como recurso em sala de aula se torna uma metodologia chamativa e mais expressiva para os estudantes, os tiram do velho quadro de giz e pode levá-los a desvendar os fenômenos da natureza com estudos e resultados oriundos de todos os cantos do planeta. Outro recurso que se demonstrou interessante foi o uso do WhatsApp, em que os estudantes em sala passavam as informações de alunos que se encontravam em casa devido a Covid-19. Quando bem utilizadas as tecnologias promovem, de acordo com Kenski (2010), uma nova relação entre a abordagem do professor e a compreensão do aluno sobre o conteúdo veiculado. “O desafio é o de inventar e descobrir usos criativos da tecnologia educacional que inspirem professores e alunos a gostar de aprender, para sempre” (KENSKI, 2010, p.67 apud ALVES, 2016, p.4).

Percebe-se que a retomada de conteúdos sejam, já estudados ou parcialmente estudados, melhoram a aprendizagem do estudante. Quando propomos a revisão de conteúdos sobre óptica, grande parte dos estudantes não puderam ter acesso aprofundado desse material devido as contradições da COVID-19, onde suas aulas foram on-line. Quanto ao conteúdo novo apresentado através de diversas metodologias como a, Lei de Brewster, Lei de Planck, lei de Stefan-Boltzmann e Radiação de Corpo, obtivemos bom aprendizado, principalmente

utilizando a estufa experimental como foco dos fenômenos naturais como, Efeito Estufa e na relação das Leis Físicas como as Lei de Planck e Lei de Stefan-Boltzmann, onde os estudantes tiveram grande envolvimento nas atividades experimentais: montagem, tomada e análise de dados.

Na implementação das aulas com caráter lúdico, utilizando jogos educacionais, atividades diferenciadas como caça-palavras e cruzadinhas, os estudantes em todas as aulas repetiam que mais professores deveriam usar essa metodologia, pois isso, deixava as aulas mais divertidas e o conteúdo mais fácil a ser aprendido.

O Documento Curricular para Goiás – Ampliado: DC-GO, Ciências da Natureza, 2019, vol. III, p.123, cita:

> o desenvolvimento das competências gerais, bem como das competências específicas para o componente curricular de Ciências da Natureza propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com intuito de promover o letramento científico, requer um novo olhar para o processo de ensino e de aprendizagem, destacando o papel fundamental do professor na implementação de estratégias didático-pedagógicas diversificadas que valorizem a integração de diferentes conhecimentos.

Concluímos que estamos no caminho certo para facilitar o aprendizado de nossos estudantes. Ao levarmos para sala de aula teoria/prática conseguimos alcançar nossos objetivos na implantação e desenvolvimento de nosso Produto Educacional.

Para valorizar o trabalho (metodologia, experimentação, trabalho em grupo, técnicas) apresentado, elaboramos um questionário de opinião (Apêndice B). As análises das respostas foram divididas em partes.

No primeiro item a ser pesquisado foi sobre a metodologia utilizada pelo professor (forma dele ensinar). Os 12 alunos participantes avaliaram com nota entre 80 a100, propondo que um dos diferenciais na aplicação foi toda a metodologia utilizada, o experimento (estufa artificial), os vídeos, as atividades diferenciadas (cruzadinhas, caça-palavras, lista de exercícios em grupo), uso de TICs e a aula interdisciplinar. Todos responderam que gostariam de ter aulas em várias disciplinas com metodologia utilizada no projeto, incluindo o grau de conhecimento da disciplina pelo professor, isto é, domínio de sala. A metodologia utilizada pelo professor foi bem aceita pois, foi revisado e aprendido coisas novas, envolveu muitas formas de ensinar (respostas dissertativas nas questões 4 e 5). Os roteiros bem elaborados também trouxeram facilidade para o aprendizado, facilitando para o professor e para o estudante.

Segundo Frizon e Schwartz, (2002) o uso de diferentes formas (metodologia) aplicadas em sala de aula leva o estudante a aprendizagem mais fácil de que usarmos quadro e

giz. E complementa ainda que nos tempos atuais, o estudante não quer apenas o trivial, ele busca inovação. Neste sentido cabe aos professores levar essa dinâmica para sala de aula.

Percebemos que 10 nunca tinham desenvolvido aulas práticas em Ciências no 9º Ano, e apenas 2 poucas vezes. Esse fato se deve a estudantes terem vindos de escolas diferentes. Mas podemos concluir que essa prática não é desenvolvida no fundamental, pelo menos com estudantes dessa turma, em que afirmam que na escola não havia laboratório de ciências e que os professores não faziam questão de levar experimentação para sala de aula, inclui-se este problema na escola atual, onde 12 responderam não haver laboratório de ciências (Física). A questão quatro, foi feita para tirar dúvidas a respeito de experimentação em sala de aula no 1º Ano do Ensino Médio. Foi unanime que não. Chamo atenção com a questão da importancia do trabalho em grupo foi um dos atrativos para desenvolver as atividades e aproximar os estudantes entre eles e com o professor aumentando a interação entre ambos. As dificuldades enfrentadas pelos estudantes foram poucas segundo 4 deles, apenas na resolução de algumas atividades relacionadas à experimentação e 8 não tiveram dificuldades.

Na continuidade, 12 responderam que passaram a gostar mais de ciências e principalmente da Física, se sentiram mais animados em aprender pois foi um diferencial na aprendizagem, a aula fica mais dinâmica e ajuda a aprender melhor. Sendo assim Grasselli e Gardelli (2015) nos trazem que as atividades experimentais implantadas nas aulas de Física são incentivos e de certa forma obrigam o estudante a raciocinar e a adquirir as competências na aplicação dos conhecimentos adquiridos analisando resolvendo problemas. Também o oportuniza a aproximar-se da produção e argumentação cientifica, levando-o a não só buscar mas gostar de ser um pesquisador. Através da manipulação e seguindo critérios, os levam a analisar dados, e criar conceitos próprios, (VILLANI e NASCIMENTO, 2003).

Quanto as atividades diferenciadas aplicadas obtivemos êxito conforme resultados: de caça-palavras, 12 responderam “muito bom, pois em minhas aulas normais quase não usamos”, 12 muito bom, me fez lembrar dos conceitos trabalhados e 10 muito bom, me fez pensar e concentrar para achar as palavras. O mesmo praticamente no item das cruzadinhas. No item, a importância da análise dos resultados experimentais, preenchimento de tabelas, acompanhamento do crescimento das plantas, controlar umidade e temperatura, 10 responderam ser fundamental para entender o experimento em toda sua plenitude, 10 necessário para equacionar as relações entre as grandezas medidas e 8, importante para confrontar os resultados obtidos com os da literatura. Quanto a relacionar os conteúdos teóricos com os experimentos realizados, todos responderam “sim”, é importante. Buscando em Freitas e Villani (2002), a diversificação de atividades principalmente nas aulas de Física, se torna

crucial, pois cabe ao professor dinamizar suas aulas criando condições de construir, criar, transformar a aprendizagem. Frente a desigualdades de aquisições e de níveis escolares devidamente constatados, uns baixam os braços e invocam a fatalidade e os limites da natureza humana, outros buscam novas estratégias. (MEDEIROS; ROSA, 2009, p. 5).

Para Mazur (2015), cabe ao professor ter o conhecimento e comprometimento, deve utilizar metodologias diferenciadas no processo de aprendizagem, levando para suas aulas um processo dinâmico e ímpar, cada aula é uma aula, cada momento é um momento, o preparo de conhecimento se torna crucial.

No nível III, buscou-se esclarecer sobre o "Diário de Bordo", instrumento interativo, onde os estudantes registravam os acontecimentos em sala de aula e repassavam para quem não pode frequentar as aulas, denominado assim por ser uma forma de interação entre os estudantes e tirar dúvidas no decorrer das aulas e manuseio da Estufa Artificial através do Whatzap.

Podemos dizer que essa ferramenta veio a auxiliar de forma contundente, segundo 12 estudantes gostaram muito, por acompanhar todo desenvolvimento do projeto, 10 gastaram por ser uma atividade diferente e 10 os motivou a aprender. Reportando a Mazur (2015), nos complementa a necessidade e importância de utilizarmos metodologias diferenciadas e que levem o estudante a interagir e sentir-se bem, um elo entre docente/discente/aprendizagem.

Portanto a avaliação do trabalho desenvolvido nos deixa satisfeito, através das avaliações dos estudantes, não só houve aprendizagem, como aumentou o interesse em aprender ciências e principalmente de Física. Paradigmas foram quebrados no ensino de Física, o diferencial observado pelos estudantes nos dá embasamento que o caminho a ser trilhado é esse, diferenciar metodologias de aprendizagem, diversificação de atividades e experimentação faz o diferencial no ensino e na aprendizagem.

Tivemos também, a preocupação quanto a aprendizagem dos estudantes. No Apêndice C, temos um questionário que buscou abranger os conteúdos trabalhados após termino do projeto, com questões de Física, Química e Biologia.

Percebemos que grande maioria dos estudantes teve êxito na aprendizagem. A primeira questão sobre a cor proveniente do bico de bulsen, 10 acertaram dos 12 participantes. Na segunda questão que fala sobre o átomo de Bohr, obtivemos 6 acertos, na três sobre energia solar, 7 acertos, na quarta sobre comprimento de onda, apenas 5 acertos, na quinta sobre frequência, 9 acertos, na sexta sobre sensores de movimento, 8 acertos, na sétima comportamento da luz, cinco acertos, na oitava sobre características de luz visível, 8, e na nona sobre propriedades da luz 9, e última sobre elétrons, 12 acertaram. Percebe-se que não tivemos êxito total nas respostas, esse fato por ter sido por que alguns estudantes não frequentaram todas

as aulas e por motivos pessoais de aprendizagem. Como nosso intuito é de analisarmos o conhecimento e não medir quanto aprenderam, nos damos por satisfeitos nos resultados alcançados.

Devido a última aula ser interdisciplinar, propomos também algumas questões de química. Na primeira pergunta foi avaliado o processo de fotossíntese a partir da radiação luminosa, obtiveram 10 acertos, na segunda relacionar temperatura e luminosidade, 9 acertos, na terceira ainda sobre a fotossíntese, 8 acertos, a quarta sobre reações químicas na fotossíntese, 6 acertos, e na quinta sobre etapas fotoquímicas, 10 acertos. Percebemos que os acertos prevalecem, nos dando um norte que é possível administrarmos aulas interdisciplinares para ajudar na aprendizagem do aluno.

Aproveitando "o aulão" elaboramos questões de Biologia e análisamos as respostas. Das sete questões relacionadas ao aprendizado dos estudantes verificou-se que na primeira questão sobre obtenção de alimento pelas plantas, 9 acertara, na segunda referente fase clara e escura da fotossíntese 10 acertos, na terceira referente a organelas, 12 acertos, na quarta sobre dióxido de carbono nas plantas apenas 5 acertos, já na quinta na captação das luz quais organelas seriam responsáveis em elaborar o alimento das plantas, 8 acertos, na sexta referente a ação da luz na clorofila, 8 acertos, e na sétima referente ao metabolismo energético das plantas obteve-se 7 acertos.

Buscando nos teóricos, o primeiro passo para a aprendizagem do estudante, é incentivá-lo a buscar em seu aprendizado o que já tem de conhecimento:

> Pode se dizer, então, que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se em conhecimentos especificamente relevantes (subsunçores). Ou seja, novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidos significativamente se retidos na medida em que outras ideias, conceitos, proposições relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem na aprendizagem. (MOREIRA e BUCHTWEITZ, 2000, p.11)

Então cabe ao professor criar condições de aplicar a prática juntamente com a teoria. Acreditando que é de suma importância a experimentação para auxiliar no desenvolvimento conceitual da Física, a improvisação se tornou um "laboratório"; podemos levar para sala de aula materiais do dia-a-dia que servem de base prática, dos mais baratos economicamente quanto mais sofisticados e, com essas experimentações, enriquecer as aulas ao mesmo tempo em que mostramos que a Física está presente nas mais diversas situações.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da aplicação do produto demonstraram que o caminho para a aprendizagem dos estudantes se dá através de aulas significativas que envolvam seu dia-a-dia.

Percebeu-se que a retomada de conteúdos que já foram estudados ou parcialmente estudados, melhoraram a aprendizagem do estudante. Quando propusemos a revisão de conteúdos sobre óptica, notou-se que grande parte de estudantes não tiveram acesso aprofundado a esse material, pois, devido as medidas governamentais de proteção contra a COVID-19, suas aulas foram ministradas na modalidade de ensino remoto.

Em relação a metodologia proposta, podemos ver que as aulas experimentais, com foco nos fenômenos naturais relacionados com o funcionamento da estufa, propiciaram aos alunos um bom aprendizado quanto ao conteúdo novo (não ministrados durante a pandemia) envolvendo conceitos de Física relacionados, por exemplo, comas leis de Planck e de Stefan-Boltzmann. Os estudantes tiveram grande envolvimento nas atividades experimentais tais como montagem, tomada e análise de dados.

Na implementação das aulas, utilizamos jogos educacionais e atividades diferenciadas tais como caça-palavras e cruzadinhas para dar um caráter mais lúdico à essas aulas. Os estudantes em todas as aulas repetiram um comentário em que diziam que mais professores deveriam usar essa metodologia, que deixava a aula mais divertida e o conteúdo a ser aprendido, mais fácil.

Concluímos que estamos no caminho certo para facilitar o aprendizado de nossos estudantes. Ao levarmos para sala de aula teoria/prática conseguimos alcançar nossos objetivos na implantação e desenvolvimento de nosso produto educacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, Sylvia. **A música na Educação Infantil**. 4. Ed. São Paulo: Paternoni, 2010.

ALVES, Priscilla Cabral. **As possibilidades do uso das novas tecnologias em sala de aula.** 2016. Artigo científico do curso Pedagogia, São Luís de França, Sergipe. 2016.

ANDERSON, Paulo Renda et al. **Simulação do Efeito Estufa, da intensificação do Efeito Estufa pela presença de CO2 e do impacto da mudança da cobertura da Terra na temperatura média do meio utilizando o Arduino**. Revista Brasileira de Ensino de Física. 2021, v. 43. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0355>. Acesso em 24 de jun. de 2022.

BERGAMINI, Cecília Whitaker. **Motivação nas organizações**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1997.214 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF,1999.

_____. **MEC. PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CARVALHO, A.M.P.D. et al. **(**Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições** para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning,2013.

CRETON, Joziel Costa Creton, **Conceitos Físicos Envolvidos na Temática do Aquecimento Global na Perspectiva CTS:** Uma Proposta de Material Paradidático. Dissertação de mestrado. (Universidade Estadual do Norte Fluminense), 2010.

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. **Física Quântica – Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas.** Tradução de Paulo Costa Ribeiro, Ênio Costa da Silveira e Marta Feijó Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

FREITAS, D.; VILLANI, A. **Formação de professores de ciências**: um desafio sem limites. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 215-230, 2002.

FREITAS, J. C. F; BONZANINI, T. K. **Efeito estufa na educação básica**: investigando como livros e materiais didáticos abordam o assunto. 2016.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa, 2ª ed. Paz e terra, 2002.

FRISON, Lourdes Maria Bragagnolo; SCHWARTZ, Suzana. **Motivação e aprendizagem: avanços na prática pedagógica**. In: Ciênc. Let. Porto Alegre, n. 32, p.117-131, 2002.

GARCEZ, S. **Contos-da-carochinha, literatura infantil enriquece o processo de ler e escrever**. Revista do Professor. Jan./mar.2004. n.77.

GAZOLA, R. J. C.; et al. **O Experimento Investigativo e as Representações de Alunos de Ensino Médio com o Recurso Didático para o Levantamento e Análise de Obstáculos Epistemológicos**. V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL). Londrina: UEL,2011.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Educação. **Documento Curricular para Goiás – Ampliado: DC-GO**, Vol. III, Ciências da Natureza, 2019.

GRASSELLI, Erasmo Carlos.; GARDELLI, Daniel: **O ensino da física pela experimentação no ensino médio:** da teoria à prática. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Paraná, 2014.

HALLIDAY, David; RESNICK, Roberte; WALKER, Jearl, **Fundamentos de Física.** Vol.1, Ed. LTC, Rio de Janeiro,2007.

_____. **Fundamentos de física**. 9ª.ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 4. 2009.

_____. **Fundamentos de física**. 10ª.ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1. 2016.

KUMUDINI, S. **Effect of Radiation and Temperature on Cranberry Photosynthesis and Characterization of Diurnal Change in Photosynthesis**, J. AMER. SOC. HORT. SCI. 129(1):106–111. 2004).

LOPES, Alice R. Casimiro. **Livros Didáticos**: Obstáculos aos aprendizados da ciência química. Dissertação de Mestrado. Instituto de Estudos Avançados em Educação-FGV. 1990.

MACHADO, Nilson José. **Educação**: Projetos e Valores. 3. ed. São Paulo: Escrituras (Ensaios Transversais). 2010.

MAGALHÃES, D.A. Aquecimento global: uma abordagem para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 2014, v. 36, n. 4. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000400019>. Acesso em 1 de set. de 2021.

MAZUR, E. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso,2015.

MOREIRA, Marco Antônio, BUCHTWEITZ, Bernardo. Novas Estratégias de Ensino e Aprendizagem: Os Mapas Conceptuais e o Vê Epistemológico. Lisboa: Plátano edições técnicas, 2000.

OKUNO, Emico. **Radiação Ultravioleta:** Características e efeitos. 1a.ed. São Paulo: Livraria da física, 2005.

OLIVEIRA, Ivanor N. de et al. Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduíno**. Revista Brasileira de Ensino de Física**. 2020, v. 42. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0105>. Acesso em 23 de nov. de 2021.

OLIVEIRA, J. R. S. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Física. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.

PICH, Dirceu Luís. **Máquinas simples – uma abordagem centrada na aprendizagem ativa**, 2019. Monografia de mestrado no curso Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Barra do Garças. 2020.

PIRES, J. R.L, **A estufa escolar como espaço de ensino de Física**, dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande, 2019.

TIPLER, Paul. **Física.** Eletricidade e magnetismo ótica vl.2, 4ª ed. Guanabara, 2000.

RUBINO, L. N. **A Física envolvida no fenômeno do efeito estufa – uma abordagem CTS para o Ensino Médio**, Dissertação de mestrado - MNPEF, Rio de Janeiro, 2010.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Pillar Baptista. **Metodologia de pesquisa**. Tradução de Daisy Vaz de Moraes. 5ª.ed. Porto Alegre: Penso, 2013. 624p.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e Interdisciplinaridade**. O Currículo Integrado. Porto Alegre: Artmed.2013.

SANTOS, Lucíola L. C. P. **Um currículo para a Escola Cidadã**. Paixão de aprender, Secretaria Municipal de Educação-Prefeitura Municipal de Porto Alegre, n. 8, nov. 1994.

SOLOMONS, T.W.G**. Química orgânica**, v. 1. 6 ed. Trad. W. Oh Lin. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

SILVA, A.V.R., **Nossa Estrela**: O Sol. Livraria da Física, São Paulo, 2006.

VILLANI, C. E. P., NASCIMENTO, S. S. **Argumentação e o ensino de ciências**: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre - RS: v.8, n.3. 2003.

APÊNDICE A

PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO BARRA DO GARÇAS

Robson David Pimenta

BARRA DO GARÇAS – MT
2022

A FÍSICA NA ESTUFA DE CULTIVO DE VEGETAIS – UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO

Robson David Pimenta e
Adellane Araújo Sousa

Produto educacional desenvolvido na dissertação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, intitulada 'Estufa para o cultivo de vegetais e seus fundamentos físicos'. Junto ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Mato Grosso.

BARRA DO GARÇAS – MT
2022

APRESENTAÇÃO

Neste material se encontra os roteiros estruturados para o desenvolvimento de aulas teóricas e práticas envolvendo os conceitos físicos relacionados com a incidência das radiações luminosas em uma estufa de plantas e o crescimento das mesmas, tais como: Incidência de luz, reflexão, refração, Planck, Stefan-Boltzmann, radiação de corpo negro e sua relação com o EFEITO ESTUFA. Neste texto, abordamos o fenômeno da fotossíntese como exemplo de interação entre a física, biologia e química em um contexto interdisciplinar. Também é encontrado neste material, aulas prontas com os temas trabalhados, atividades diferenciadas e avaliação.

Sumário

AULA 01 ..... *88*

Estufas **88**

Estufas de Plantas **89**

AULA 02 ..... *98*

Óptica e o estudo das radiações luminosas **98**

AULA 03 ..... *106*

Emissão de fótons: **106**

OS LED **106**

AULA 04 ..... *116*

Radiação de Energia **116**

CORPOS NEGROS 116

AULA 05 ..... *122*

Radiação de Energia II **122**

CORPOS NEGROS 122

AULA 06/07 ..... *126*

Modelo Atômico de Bohr **126**

AULA 08 ..... *136*

Lei de Stefan-Boltzmann e o Efeito Estufa **136**

AULA 09 ..... *142*

Descrição do desenvolvimento do experimento **142**

AULA 10/11 ..... *149*

A Física da Fotossíntese **149**

AULA 12 ..... *157*

Aulão Interdisciplinar **157**

CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO – SUGESTÃO

Encontros	Hora aula	Descrição
	50 min	
01	01	Apresentar o projeto aos alunos, plantar a primeira semente, mostrar os tipos de lâmpadas, material utilizado, falar dos fenômenos físicos relacionados.
	02	Óptica e o estudo das radiações luminosas
	03	Apresentar os fenômenos físicos relacionados à estufa, fluorescência, fosforescência, incandescência e luminescência e estudo de lâmpadas.
02	04	Espectro eletromagnético, radiação de corpo negro e origem da Física Quântica.
	05	Lei de Planck e a radiação de corpo negro
	06	Modelo Atômico de Bohr
	07	Modelo Atômico de Bohr
	08	Lei de Stefan-Boltzmann e o Efeito Estufa
03	09	Desenvolvimento da Plantação e monitoramento da estufa
	10	Física da fotossíntese 1 (Fotobiológica-Leis de Grothus-Dropper)
	11	Física da fotossíntese - lista de atividades
	12	Aulão – Interdisciplinar para entendimento dos conceitos Físicos na Biologia das plantas
Total	12	OBS: Em todas as aulas teremos questionários a respeito dos conteúdos trabalhados que serão respondidos pelos estudantes. Durante as aulas serão mostrados pequenos vídeos envolvendo os conteúdos e simulações PhET Colorado em que os estudantes vão assistir em casa devido pouco tempo das aulas

Fonte: Autor, 2022.

AULA 01

Estufas

Duração: 50 min

Local - sala de aula

Aula 1

Estufas de Plantas

Introdução

Nesta aula faremos a apresentação do produto/projeto: Estufa para o cultivo de vegetais e seus fundamentos físicos. O objetivo é compreender a estrutura da estufa e fazer uma breve descrição geral de conceitos de física relacionados ao projeto, como a emissão de luz pelas lâmpadas de LED, fluorescentes etc., transmissão de calor, reflexão e absorção da luz e efeito estufa. Lembramos que voltaremos depois a detalhar alguns destes fenômenos e conceitos de física envolvidos e sua influência na estufa.

Duração – 50 min

Objetivos

- ✓ Entender o aspecto estrutural da estufa;
- ✓ Discutir as transferências de calor e suas formas de propagação;
- ✓ Caracterizar a luz como forma de energia;
- ✓ Observar a absorção e reflexão da luz na estufa.

Metodologia

Aula dialogada e participativa sobre os diferentes tipos de estufas.

Valorização, na aula, de exposição (em aparelho data show) de imagens, gifs animados dos diferentes tipos de estufa.

Durante a aula será incentivada a participação ativa dos alunos, solicitando que exemplifiquem, baseados em seu cotidiano, tipos de estufas que já presenciaram ou conhecem na cidade.

Avaliação da aprendizagem

Ao final da aula os estudantes, responderão as questões do “relembrando”.

A –Estufas De Plantas

Estufas são estruturas com o objetivo de acumular e conter o calor no seu interior, mantendo assim uma temperatura maior no seu interior que ao seu redor. Normalmente composta de uma caixa e uma fonte de calor. Com o avanço da tecnologia junto com a automação veio para ter uma melhora e uma precisão em tudo o que era feito antes da forma humana.

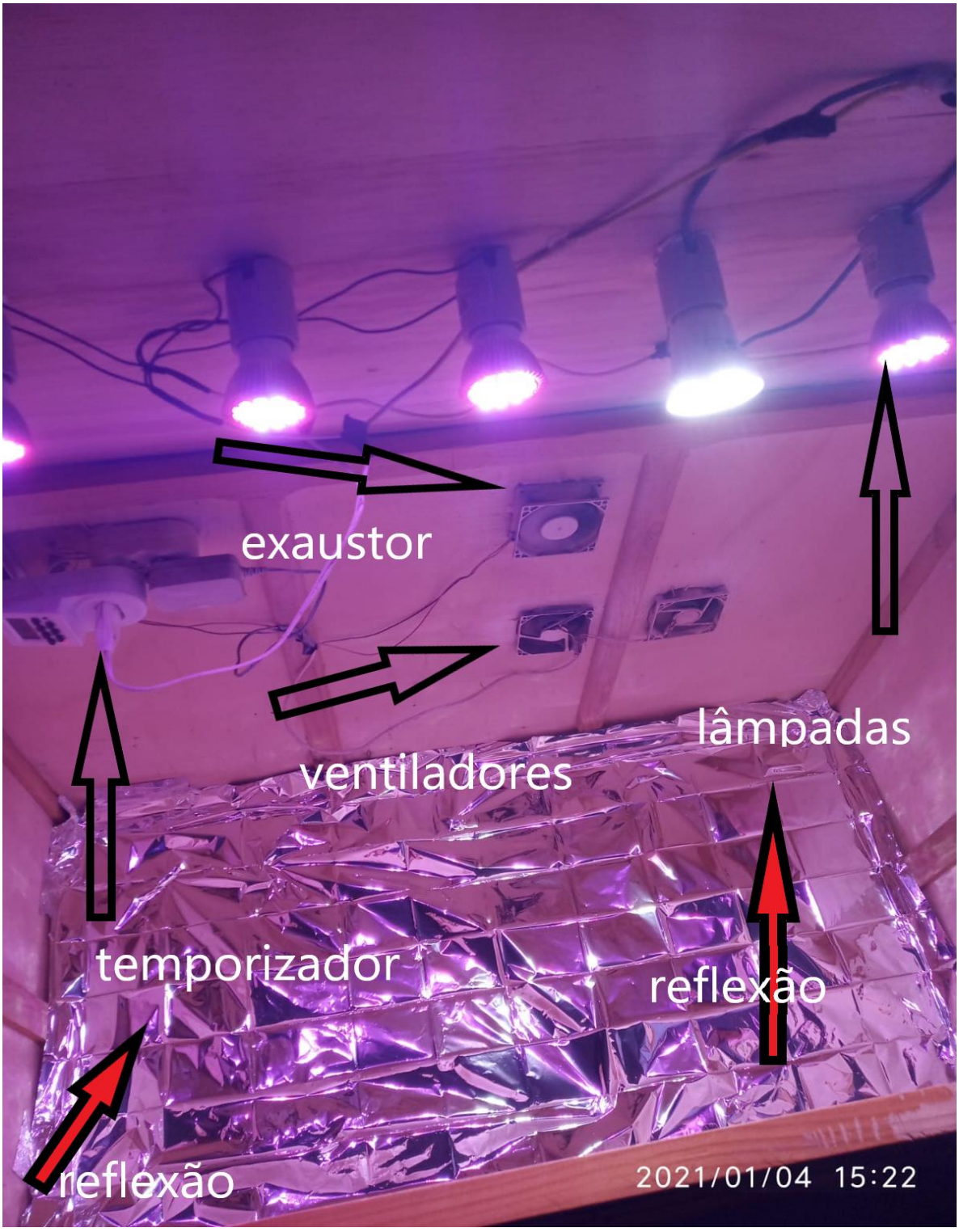
A física entra neste contexto com os conceitos de calor e temperatura que já foram estudados no 2º ano do ensino Médio. Aqui faremos uma breve revisão para chegarmos ao contexto da importância da Física para o desenvolvimento das estufas.

Quais os tipos de estufas então????

Estufas
Fonte: http://www.msdesigns.com.br/tipos-de-estufa-e-suas-construcoes/

Estufas de esterilização de instrumentos cirúrgicos.
Fonte: Domínio público.

Vamos Conhecer A Estufa



Esquema da estufa de plantas.
Fonte: própria

Observem a imagem abaixo

De planta na estufa –
Fonte: https://www.groho.pt/post/como-a-luz-afeta-o-crescimento-das-plantas.

Para pensarmos:

- É possível cultivar plantas dessa forma artificial?
- Que cores de luzes seriam a mais adequada para seu crescimento
- Qual comprimento de onda seria o mais adequado para que haja aquecimento dentro da estufa que seja adequado a planta?
- O tempo de desenvolvimento da planta numa estufa artificial é o mesmo que na natureza ao ar livre com luz solar?

As lâmpadas utilizadas serão de led conforme segue as imagens abaixo:

Lâmpadas leds com diversas cores de luz.
Fonte: Fábrica.

Especificações da lâmpada LED –
Fonte: fabricante.

O que deverá ocorrer dentro da estufa.

Falamos em calor! Como ocorre a transferência? Quais as formas de propagação???

CALOR: Energia Transferida entre dois corpos com temperaturas diferentes

Transmissão de Calor

Imagem ilustrativa
Fonte: Domínio público

Radiação:

Esta imagem é comum nos dias de hoje?

Imagem ilustrativa
Fonte: Domínio público

A radiação térmica também pode ser chamada de irradiação. O calor pode se propagar por meio de ondas eletromagnéticas na região do infravermelho. Como as ondas eletromagnéticas não precisam de um meio para se propagar, a radiação térmica também pode acontecer no vácuo.

CONDUÇÃO

A condução térmica acontece nos meios sólidos. Quando um conjunto de moléculas agita outras moléculas ao redor, acontece a condução térmica.

Convecção

A convecção térmica acontece em meios fluidos. Como na água ou no ar. A diferença de temperatura faz com que surjam correntes de convecção.

Espera ai!!!!E na estufa então????

A estufa de plantas tem paredes de vidro para facilitando a entrada de radiação solar no seu interior, em alguns casos pinta-se o chão com cor escura para absorver essa energia radiante, que o aquece. Tudo que estiver na estufa vai absorver essa energia irradiada sob a forma de calor (raios infravermelhos), que não atravessa o vidro comum.
Em nosso caso a estufa confeccionada tem seu próprio gerador de luz que fará com que a estufa aqueça e não perca seu calor.
Uma vez o calor produzido por irradiação no seu interior ele ficara preso e por convecção ficará circulando.
Observem que a estufa e revestida de papel alumínio para facilitar a reflexão dos raios luminosos e a convecção.

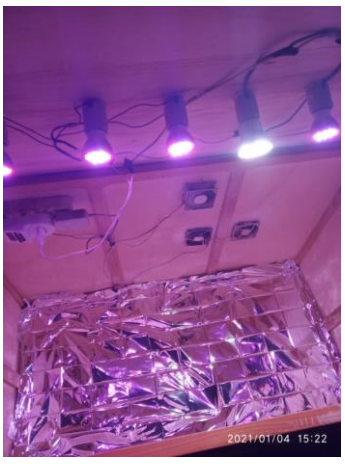


Imagem da estufa produzida para o desenvolvimento do projeto –
Fonte: Autor 202.

A estufa tem como fonte de energia AS LÂMPADAS. Qual a forma de energia da luz?

A forma de energia que ilumina o mundo é chamada luz. Ela e outras radiações eletromagnéticas são emitidas por objetos energéticos ou quentes. A luz é o único componente do espectro eletromagnético (que inclui as micro-ondas, os raios ultravioletas e os raios X) que pode ser detectado pelo olho humano.

As lâmpadas utilizadas serão: **5 lâmpadas Full Spectrum** e **6 lâmpadas verdes. Mais detalhes na** aula 9.

Relembrando

Atividades sobre o que aprendemos

Palavras cruzadas

Encontre palavras inerentes ao que estudamos

A	S	E	L	P	M	I	S	S	A	N	I	U	Q	A	M
P	I	A	S	D	F	C	I	R	U	R	G	I	C	O	S
U	V	N	R	O	D	A	E	E	P	L	A	N	T	A	S
V	A	L	A	T	E	L	O	I	V	A	R	T	L	U	S
P	A	N	C	R	A	A	T	N	E	M	A	R	R	E	A
A	I	N	Y	W	A	S	I	O	O	A	C	C	E	C	I
R	A	I	T	E	E	V	O	I	M	O	P	O	I	I	T
A	E	N	E	R	S	I	A	D	A	L	U	Z	M	S	E
F	C	S	A	S	G	T	N	Ç	S	E	E	A	N	E	R
U	A	C	O	G	R	E	U	S	M	N	R	I	N	E	M
S	C	S	A	O	E	D	M	F	G	E	A	A	N	A	O
O	V	E	N	E	R	G	I	A	A	T	L	S	E	I	M
S	O	A	A	O	A	I	M	M	E	R	D	H	S	E	E
I	C	O	C	Ç	C	E	V	N	O	C	C	C	O	N	T
I	I	P	D	N	R	G	S	A	C	R	O	L	A	C	R
P	O	R	A	T	I	A	C	A	L	O	O	N	C	S	O
E	P	I	R	R	A	A	I	A	A	L	N	A	I	U	I
O	O	O	H	L	E	M	R	E	V	A	R	F	N	I	U
P	E	A	I	U	I	O	A	B	T	O	T	T	C	U	A
V	V	P	T	R	A	B	L	O	S	A	V	I	N	A	S

Estufa: lugares com o objetivo **de "acumular e conter" o calor no seu interior, ou seja, aumentando e mantendo** assim uma temperatura **mais altano** seu interior que ao seu **retorno ambiente externo**. Normalmente composta de uma caixa e uma fonte de calor.

Eletromagnética: são oscilações formadas por campos elétricos e magnéticos variáveis, que se propagam tanto no vácuo quanto em meios materiais

Calor: energia térmica que passa de um corpo com maior temperatura para outro com menor temperatura.

Radiação: transferência de energia térmica entre átomos e/ou moléculas vizinhas em uma substância devido a um gradiente de temperatura

Convecção: é a transferência de calor de um local para outro pelo movimento de fluidos

Condução: transferência de energia térmica entre átomos e/ou moléculas vizinhas em uma substância devido a um gradiente de temperatura.

Energia da Luz: Calor e luminosidade

Infravermelho: A radiação infravermelha (IV) é uma radiação não ionizante na porção invisível do espectro eletromagnético que está adjacente aos comprimentos de ondas longos, ou final vermelho do espectro da luz visível

Termômetro: instrumento para medir a temperatura dos corpos e que, em geral, atinge o equilíbrio térmico com o sistema sujeito à medição.

Cirúrgicos : Estufa que é usada para esterilizar instrumentos....

Plantas: Tipos de vegetais que podem ser cultivados em estufas

Ultravioleta: é definida como toda radiação com comprimento de onda menor que 400nm, sendo muito prejudicial aos seres vivos

4 – Questionário

Responda às perguntas abaixo com detalhes

A – Antes de vivenciar esta aula você já tinha observado ou lhe chamou atenção as diversas estufas? Explique.

_____

_____

_____

_____

B – Hoje nos tempos modernos utilizamos muitas máquinas que necessitam de energia elétrica para realizar um trabalho. No entanto, elas foram modificadas a partir das máquinas simples. Em sua opinião, mesmo em pleno século XXI e com toda a modernidade e invenções tecnológicas, é possível o Homem simplesmente deixar de lado o uso das máquinas simples, que foram inventadas há milênios? Explique.

_____

_____

_____

_____

C –Sobre esta aula, especificamente, determine o quanto gostou ou não gostou (NG)

a) ( ) 100 % b) ( ) 50 % c) ( ) 25 % d) ( ) menos de 25% e) ( )NG

OBSERVAÇÃO

APRESENTAÇÃO E MANIPULAÇÃO DA ESTUFA. NO FINAL DA AULA PARA QUE OS ESTUDANTES POSSAM SE HABITUAR COM O EXPERIMENTO. PLANTAR AS SEMENTES DE FEIJÃO. ANEXOI (ROTEIRO).

AULA 02

Óptica e o estudo das radiações luminosas

Duração: 50 min

Local - sala de aula

Aula 02

Relembrando sobre Óptica

Introdução

Nesta aula faremos um breve relato sobre a óptica no tema **radiação luminosa, algumas propriedades da luz,** seu comportamento e consequências. Assimilando este conteúdo facilitará a compreensão da física moderna mais a frente. Teremos simulação do comportamento da luz e para fixar a aprendizagem atividades diversas e diferenciadas.

Duração – 50 min

Objetivos

- ✓ Revisar o estudo da óptica;
- ✓ Entender os princípios da radiação luminosa
- ✓ Caracterizar a luz como forma de energia;
- ✓ Conhecer os tipos de leds e lâmpadas utilizadas no experimento;

Metodologia

Aula dialogada e participativa sobre a radiação luminosa.

Valorização, na aula, de exposição (em aparelho data show) de imagens, vídeos curtos e gifs animados da propagação e absorção da luz.

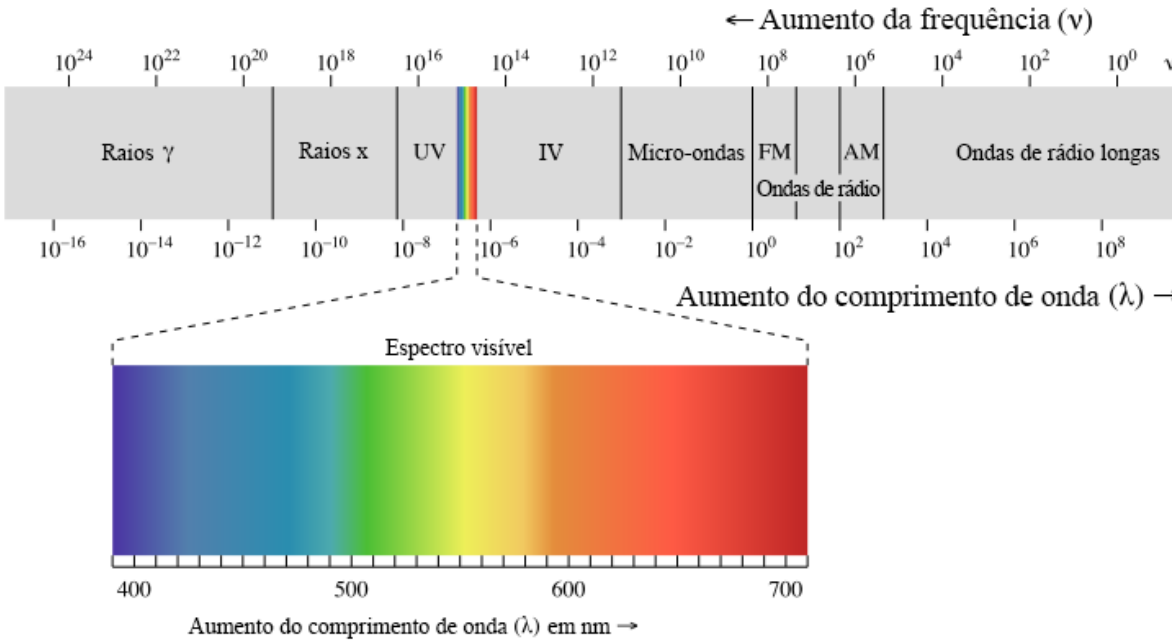
Durante a aula será incentivada a participação ativa dos alunos, solicitando que exemplifiquem, baseados em seu cotidiano, tipos de ondas e a difração da luz (arco-íris).

Avaliação da aprendizagem

Ao final da aula os estudantes, em grupos, farão as tarefas de fixação da aprendizagem.

Conteúdos

Já viram esta imagem?????



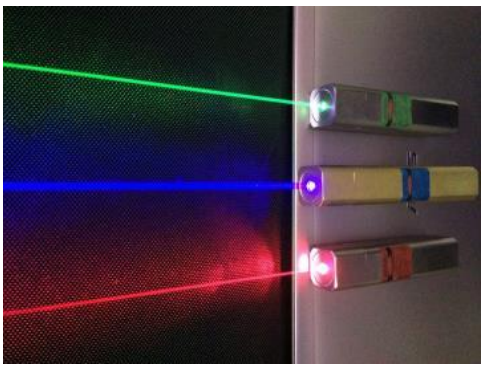
Quem lembra o que é

- **Frequência?**
- **Comprimento de onda?**
- **Luz visível?**
- **Qual das cores é a mais "quente"?**
- **Em qual frequência ela se encontra?**
- **Qual a cor considerada fria? Será realmente que temos luz fria ou uma cor fria?**

Vamos à Física

Energia **luminosa** é toda a **radiação** eletromagnética de frequência e comprimento de onda contida dentro da faixa do espectro visível, e que nossos olhos captam como **luz**. São dois tipos diferentes, incandescente e luminescente, que podem ter origem natural ou artificial, sendo o sol o maior produtor dessa energia.

Conhecem esses instrumentos?



Instrumentos ópticos de lasers –
Fonte: domínio público. Wikipédia

Qual a mais quente? Sua frequência?

Qual a mais longa?

Qual mais "forte"?

Dessas quais será que as plantas mais precisam?

Iluminação com três diferentes fontes
Fonte: domínio público. Wikipédia

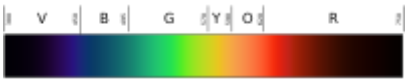
A Lei da Física nos passa: Luz monocromática produz cores através do feixe de luz através de uma banda estreita de comprimentos de ondas (luz monocromática) as cores espectrais puras. Mas, as cores têm fronteiras distintas entre uma e outra no feixe de luz monocromática? No diagrama abaixo são algumas aproximações: o espectro é contínuo sem limites bem determinados entre uma cor e outra.

$$f\lambda = c$$

f é a frequência λ é o comprimento de onda c é a velocidade da luz no vácuo

VEJAMOS

Cores do Espectro



Cor	Frequência	Comprimento de onda
violeta	668–789 THz	380–450 nm
azul	606–668 THz	450–495 nm
verde	526–606 THz	495–570 nm
amarelo	508–526 THz	570–590 nm
Laranja	484–508 THz	590–620 nm
vermelho	400–484 THz	620–750 nm

Então as lâmpadas no nosso experimento produzem radiação térmica????

Claro! A radiação térmica é a radiação eletromagnética gerada pelo movimento térmico das partículas carregadas na matéria. Detalhe! Toda matéria com uma temperatura maior que o zero absoluto emite radiação térmica. O movimento de partículas resulta em aceleração de carga ou oscilação de dipolo que produz radiação eletromagnética; no entanto, uma interferência destrutiva pode cancelar toda a radiação.

Muitas vezes a irradiação térmica é chamada de radiação de corpo negro, uma radiação eletromagnética- térmica emitida por um corpo, se um objeto emissor de radiação atende às características físicas de um corpo negro em equilíbrio termodinâmico. ***Vamos ver mais à frente***. Exemplos de radiação térmica incluem a luz visível e a luz infravermelha emitidas por uma lâmpada incandescente, a radiação infravermelha emitida por animais e detectada por câmeras de infravermelho, e micro-ondas cósmicas**.**

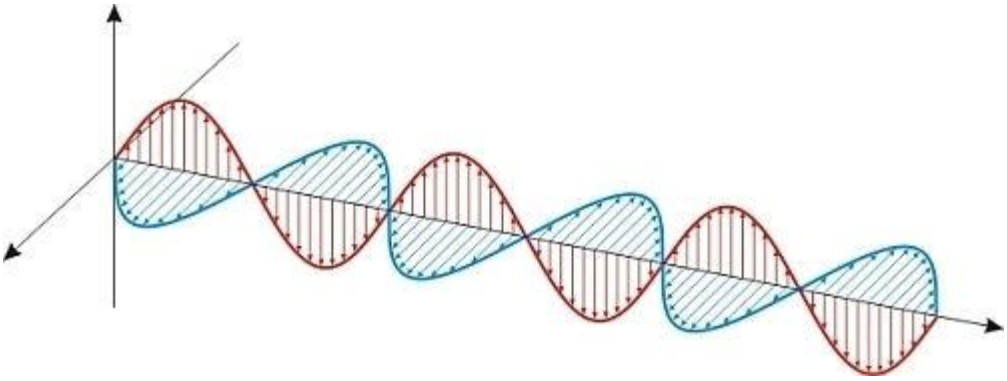
Resumindo sobre a luz

- ✓ Radiação eletromagnética cuja frequência é visível ao olho humano.

- ✓ A luz pode propagar-se no vácuo com velocidade de aproximadamente 300 mil km/s.
- ✓ As frequências de luz que são visíveis ao olho humano são chamadas de espectro visível, essas ondas têm comprimentos entre 400 nm e 700 nm.

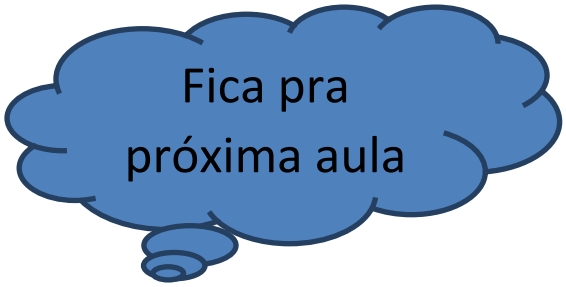
Características:

- ✓ **Geométrica:** comumente chamadas de **raios de luz**.
- ✓ Um conjunto de raios de luz, por sua vez, é chamado de **feixe**.
- ✓ Para a óptica geométrica, a luz propaga-se somente em **linha reta**
- ✓ **Ondulatória:** A luz é capaz de **propagar-se no espaço**, transportando energia consigo.
- ✓ A frequência da luz, nesse caso, diz respeito ao número de oscilações realizadas pelos campos elétrico e magnético, a cada segundo.
- ✓ De acordo com a natureza ondulatória, a luz propaga-se em uma direção perpendicular ao campo eletromagnético que a origina.
- ✓ A descrição eletromagnética da luz também explica o surgimento dos fenômenos de interferência, difração, refração e polarização.



As ondas eletromagnéticas são formadas por campos elétricos e magnéticos.

- ✓ **Corpuscular:** A luz é formada por muitas partículas dotadas de movimento linear, porém sem massa, chamadas de fótons.
- ✓ Esse tipo de interpretação também é capaz de explicar os fenômenos citados anteriormente, bem como alguns fenômenos quânticos, como o efeito fotoelétrico.



Mãos à obra

QUIS EDUCATIVO

Responder as questões em 1 min

01 – A faixa de comprimento de onda da luz visível fica entre:

( ) 400 a 700 nm ( ) 300 a 380 nm ( ) 530 a 900nm

02 - Toda **radiação** eletromagnética de frequência e comprimento de onda contida dentro da faixa do espectro visível, e que nossos olhos captam como **luz é considerada:**

( ) ondas transversais ( ) Energia luminosa ( ) energia radioativa

03 –Nos sensores detectores de movimento, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

( ) da luz visível ( ) do ultravioleta ( ) do infravermelho.

04 - . Quando se considera a extrema velocidade com que a luz se espalha por todos os lados e que, quando vêm de diferentes lugares, mesmo totalmente opostos, os raios luminosos atravessam uns aos outros sem se atrapalharem. O texto contesta que concepção acerca do comportamento da luz?

( ) O entendimento de que a luz precisa de um meio de propagação, difundido pelos defensores da existência do éter.

( ) A luz é uma forma de radiação eletromagnética.
( ) A luz é uma onda de propagação transversal.
( ) A luz propaga-se somente em meios materiais.
( ) A luz não pode ser polarizada.

Que tal umas cruzadinhas

						1						
						R						
			8	O	S	C	I	L	A	Ç	O	E	S
					5	R	A	D	I	A	Ç	A	O
		10	V	E	R	M	E	L	H	O			
					9	V	E	R	D	E			
							2	F	E	I	X	E		
				4-	O	N	D	U	L	A	T	O	R	I	A
			7	P	A	R	T	I	C	U	L	A			
									Z						
					6	V	E	L	O	C	I	D	A	D	E
						3	L	I	N	H	A	R	E	T	A

1 – Característica geométrica

2 – Conjunto de raios

3 – Pela óptica geométrica

4 – Propaga-se pelo espaço

5 – Frequência de luz visível a olho humano

6 – 300 km/s

7 – Característica corpuscular partícula

8 – Determinam as frequências

9 – Frequência de 526 a 606 Hz

10 - ʎ - 620 a 750 nm

- .....https://www.ted.com/talks/colm_kelleher_is_light_a_particle_or_a_wave/transcript?language=pt-br
- https://www.youtube.com/watch?v=ATDqpG8RBqQ
- https://www.youtube.com/watch?v=QwKTU2tvLug

AULA 03

Emissão de fótons:

OS LED

Duração: 50 min

Local - sala de aula

Aula 03

Introdução

Nesta aula estudaremos os tipos de lâmpadas, suas características e possíveis aplicações, incluindo a envolvida no projeto da estufa (os leds). Veremos quais fenômenos estarão relacionados a cada tipo de fonte luminosa já no interior da estufa. Introduzindo assim já o modelo de Bohr vinculado hipoteticamente o que poderá acontecer com a emissão e absorção de fótons na nossa estufa (ferramenta de estudo). Para isso utilizaremos animações, textos e mapas conceituais e atividades para fixação de conteúdo.

Duração – 50 min

Objetivos

- ✓ Assimilar a absorção e emissão de fótons;
- ✓ Entender os princípios do modelo de Bohr;
- ✓ Caracterizar a fotossíntese através da assimilação de fótons;
- ✓ Diferenciar os tipos de lâmpadas

Metodologia

Aula dialogada e participativa. Uso de quadro e pincel se necessário para tirar dúvidas.

Valorização, na aula, de exposição (em aparelho data show) de imagens, vídeos curtos e gifs animados emissão e assimilação dos fótons de luz.

Durante a aula será incentivada a participação ativa dos alunos, com perguntas antes da definição dos conceitos e conteúdo.

Avaliação da aprendizagem

Ao final da aula os estudantes, em grupos, farão as tarefas de fixação da aprendizagem, incluindo atividades do livro didático.

Conteúdos

LED!!!!! O que são?

LED em inglês “Light Emitting Diode”, em português.....Diodo Emissor de Luz. São pequenas lâmpadas que geram luz através de um meio sólido maciço, enquanto nas lâmpadas incandescentes, a luz é gerada através de um filamento que quando aquecido incandesce gerando luz e calor, o que as torna menos inviáveis para muitas utilizações.

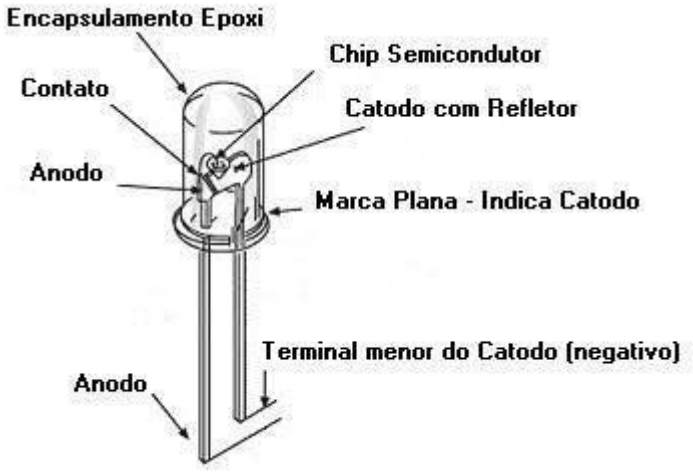
Um LED emana luz devido o chip semicondutor em seu interior, que é responsável pela geração de luz. Este chip tem dimensões muito pequenas cerca de 0,5mm. Tem polaridade, um terminal positivo (ânodo) e um negativo (cátodo). ATENÇÃO, ATENÇÃO, VEREMOS MAIS CARACTERÍSTICAS NO VIDEO!!!!!

Temos vários tipos de LED,

TIPO	CARACTERISTICAS
Comuns	Sua luz é distribuída no seu encapsulamento, é dispersa, e espalhada. Geralmente é uma luz opaca, desfocada.
Alto brilho	Luz mais focada que a anterior e direcionada, e brilho mais intenso.
Fitas de LED	Como nome diz, é uma fita com led muito pequenos ligados em série, pode variar as cores e luminosidade.
SMD	Muito pequenos encontrados nas fitas de led, placas de circuito impresso.
Infravermelho	Emitem luz vermelha invisível a olho nu, usa-se em sensores, controles e para visão noturna em certos aparelhos.
Orgânicos	Extremamente pequenos (quase microscópicos)
Bicolores	São alguns difusos e transparente, podem possuir duas ou mais cores e até combinar cores por apresentar dois ou mais terminais
Tricolores	Apresentam cor vermelho(red.), verde (green), e azul (blue) os chamados RGB
HPLED	São de alta potência, muito potentes capazes de substituir lâmpadas para iluminar ambientes, lanternas e carros

Veja detalhes no vídeo https://www.youtube.com/watch?v=TttqrNNnofw

Veja o esquema abaixo



Esquema de LED
Fonte: https://wchristianeletrotecnica.files.wordpress.com/2011/05/leds2.jpg

Alguns tipos de LED

Tipos de LED.
Fonte: domínio público.

Tipos de luminescência: fluorescência e fosforescência.

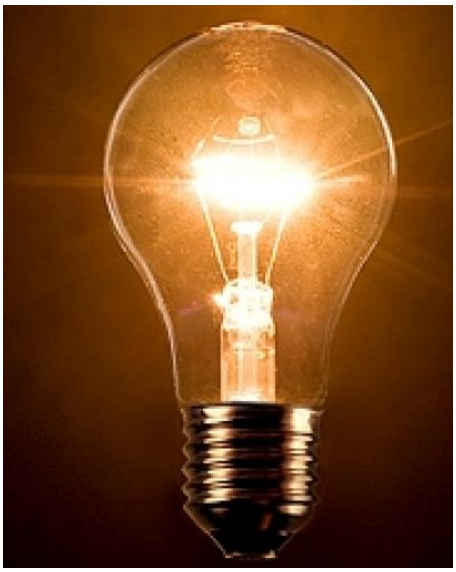
Fluorescência: liberação de luz que dura não mais que cerca de 10 nano segundos (10 bilionésimos de segundo), após o seu início. Produzido quando a corrente elétrica passa através de vapor de mercúrio na lâmpada. Seus elétrons produzidos no mercúrio se colidem com um produto químico pintado no interior da lâmpada, causando fluorescência. A substância emite luz a partir da exposição a radiações de ultravioleta de raios catódicos ou raios X, transformando essas radiações em luz visível.

Fosforescência se refere à liberação de luz que dura mais de 10 nano segundos. O processo de emissão de luz ocorre parecido na fluorescência e na fosforescência, uma substância emite radiação visível porque absorve energia da luz fornecida por determinada fonte. Mesmo depois que o fornecimento de energia parou, a substância fosforescente continua por algum tempo emitindo luz visível. Esse tempo pode variar desde frações de segundos até dias. Usa-se geralmente o fósforo para criar a luminescência.

Tipos de lâmpadas luminescentes

Lâmpadas luminescentes.
Fonte: domínio público.

Lâmpadas incandescentes. Já viu algum dessa?????



Inventado por Thomas Edison em 1802, comercializados alguns anos depois, em 1879. Elas são formadas por um tubo de vidro que possui um filamento de tungstênio por onde passa a corrente elétrica, aquecendo os átomos que o compõem e gerando a luminosidade amarela. Grande parte da luz se perde em forma de calor processo que conhecemos das aulas de física, o chamado Efeito Joule, pode chegar a 3.000ºC. Ficando inviável sua eficiência apenas 10% são utilizados para emitir luz o restante da energia utilizada emite calor.

Como tarefa de casa teremos vários vídeos demonstrando os leds e as lâmpadas luminescentes e incandescentes.

https://www.youtube.com/watch?v=qmWpbykZBBQ – incandescentes

https://www.youtube.com/watch?v=u_giQYjtEaw – lâmpada de LED

https://www.youtube.com/watch?v=NPX1rGj4pDM – LED

https://www.youtube.com/watch?v=N73txERy5Fs – LED, e outras

https://www.youtube.com/watch?v=nIPmGZa2dnI&t=13s tipos e uso dos LED

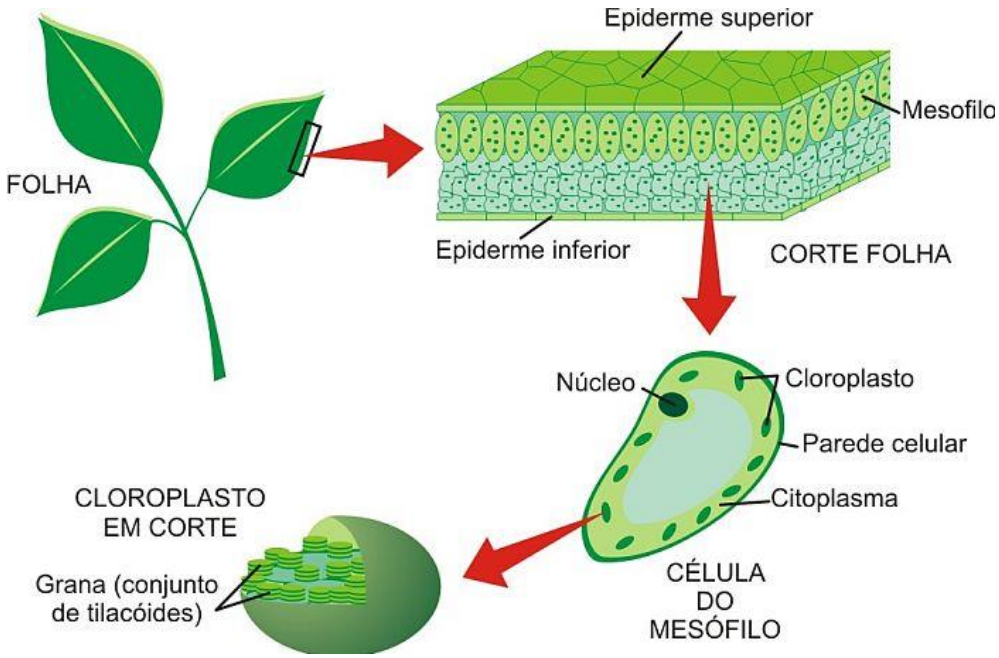
https://www.youtube.com/watch?v=6e1IoqzSn7E fluorescentes

Agora vamos a estufa

Com as plantas já em crescimento como vai ocorrer a absorção da luz e calor?

Aula de biologia

FOTOSSINTESE



Processo da fotossíntese-
Fonte: http://mdmat.mat.ufrgs.br/acqua/Textos/fotossintese.htm

Como já visto nas aulas de biologia- o processo é um tanto complexo, vamos nos abster em focar na parte Física/química.

Nossa fonte luminosa serão as lâmpadas de LED e lembrando que teremos vários modelos (tipos) de radiação luminosa, assim vamos a explicação do que deverá acontecer para que a planta em nosso experimento possa ser produzida. Lembrando que depois de feito todo o experimento, veremos se a estufa foi viável ou não.

Este mapa mental da Nova Escola nos traz claramente o processo.

Mapa mental da fotossíntese
Fonte: Nova escola.https://brasilescola.uol.com.br/biologia/fotossintese.htm. Capturado dia 06 de abr de 2021.

Na fotossíntese a energia solar é capturada e utilizada na produção de moléculas orgânicas que ocorre nos tilacóide dos cloroplastos, em unidades chamadas de fotossistema. Ocorrem duas reações, a luminosas e reações de fixação de carbono. O produto da fotossíntese são os carboidratos e produção do oxigênio, disponibilizado para o meio ambiente. Essa aula será aprofundada na aula interdisciplinar.

Vejam os vídeos para adiantar o conhecimento.

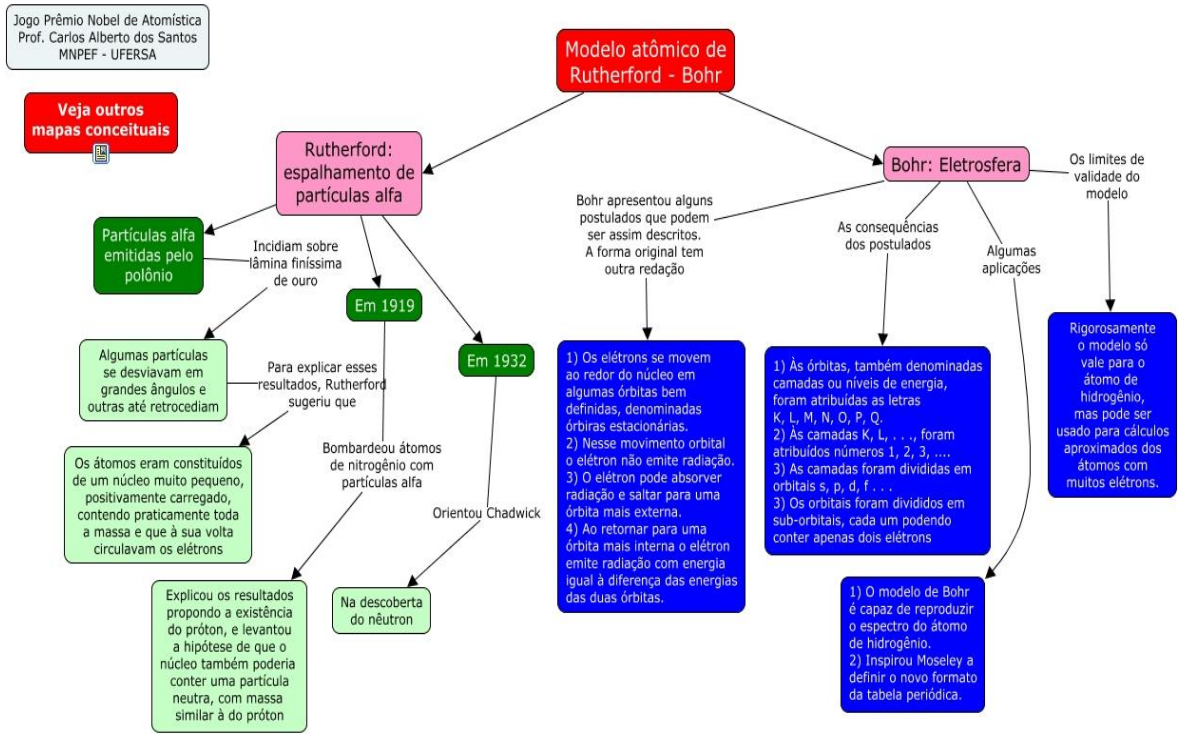
https://www.todoestudo.com.br/biologia/fotossintese

https://www.youtube.com/watch?v=IUY8JOAQcdY FOTOSSINTESE

E o átomo de Bohr? O que ele tem a ver com isso???

A assimilação dos fótons de luz pelas plantas está relacionada com a teoria do modelo de Bohr.

Mapa conceitual do modelo atômico de Bohr



Esquema do modelo de Bohr
Fonte http://www.jpnobel.com.br/web/index.php?r=mapas%2Fmapamodelorutherfordbohr#BLOQUEIO

Postulados

Os postulados de Bohr nos trazem:

- ✓ Princípio da quantização da energia atômica; os elétrons circulam em órbitas que correspondem à sua quantidade de energia e não podem orbitar entre dois níveis com intensidades parecidas.
- ✓ Cada elétron move-se em uma órbita, chamada de estado estacionário. Quando saltam de uma camada para outra liberam energia em forma de luz.
- ✓ São sete níveis de energia ou camadas eletrônicas, que são representados pelas letras K, L, M, N, O, P e Q. Quando mais longe do núcleo, maior é a energia dos elétrons localizados.

Mesmo com toda essa complexidade Bohr não consegue explicar fenômenos mais complexos, onde entra a física moderna ou Física Quântica.

Próximas aulas....

Lista de atividades

Relacionado ao que já estudamos, vamos resolver as atividades em dupla ou individual.

01 – Bohr estabeleceu que os elétrons giram em 7 órbitas circulares denominadas níveis ou camadas ao redor do núcleo, qual é mais energética?

a) camada K b) camada L c) camada N d) camada P e) camada Q x

02 - Assinale a (s) verdadeira (s)

(x) I. Quando o elétron recebe energia, salta para um nível mais energético.

( ) II. Quando o núcleo recebe energia, salta para um nível mais externo.

(x) III. Se um elétron passa do estado A para o estado B, recebendo X unidades de energia, quando voltar de B para A devolverá X unidades de energia na forma de ondas eletromagnéticas.

( ) IV. Quando um elétron passa de um estado menos energético para outro mais energético, devolve energia na forma de ondas eletromagnéticas.

03 -Escolha, a alternativa que fornece as palavras corretas para preencher as lacunas vazias do enunciado do modelo de Bohr.

Quando um elétron absorve certa quantidade de ....., salta para uma órbita mais ..... Quando ele retorna à sua órbita original, ... a mesma quantidade de energia, na forma de .....

a) calor, energizada, libera, onda eletromagnética.

b) energia, energética, absorve, onda eletromagnética.

c) calor, energizada, absorve, luz.

d) energia, energética, libera, onda eletromagnética

04 – Defina LED e descreva sua utilização.

05 – De as definições de:

a) Luminescência
b) Fluorescência
c) Fosforescência

6- Faça a correspondência dos tipos de LED com seus conceitos e utilização:

AULA 04

Radiação de Energia

CORPOS NEGROS

Duração: 50 min

Local - sala de aula

Aula 04

Introdução

Nesta aula estudaremos radiação térmica emitida por Corpos Negros, suas características e possíveis aplicações. Qual a relação de luz visível com a irradiação de calor dos corpos negros. Buscaremos responder à pergunta: **Será que a estufa pode ser considerada um corpo negro?** Introduzindo a importância da Constante de Planck. Para isso utilizaremos animações, textos e atividades para fixação de conteúdo.

Duração – 50 min

Objetivos

- ✓ Assimilar a absorção e irradiação de calor;
- ✓ Entender os princípios da Constante de Planck;
- ✓ Caracterizar os corpos negros;

Metodologia

Aula dialogada e participativa. Uso de quadro e pincel se necessário para tirar dúvidas.

Valorização, na aula, de exposição (em aparelho data show) de imagens, vídeos curtos e *gifs* animados emissão e radiação de calor dos corpos negros, estudo dos corpos negros através do simulador *Phet* Colorado.

Durante a aula será incentivada a participação ativa dos alunos, com perguntas antes da definição dos conceitos e conteúdo.

Avaliação da aprendizagem

Ao final da aula os estudantes, em grupos, farão as tarefas de fixação da aprendizagem, incluindo atividades do livro didático.

Desenvolvendo a aprendizagem

Vamos ver o que já conhecemos?

1. Dia muito quente, ensolarado, verão maravilhoso, a cor da roupa que usará terá influência na sensação térmica que seu corpo sentirá?

2. Você resolve ir à praia e vai comprar uma camiseta tecido leve, com a intenção de manter-se com a pele fresquinha, quais cores você escolheria?

3. Quando nos aquecemos frente a um aquecedor, quais processos de transmissão de calor estão envolvidos?

4. Qual a definição de um Corpo Negro de acordo com a Física?

5. O sol irradia luz policromática, pois é formada por 7 sete cores visíveis ao olho humano, que são as cores do arco-íris. Quais são essas cores?

6. Lembrando do 2º ano do ensino médio no espectro luminoso, cada cor está relacionada a uma dada frequência ou podemos definir como comprimento de onda, uma sendo inversamente proporcional uma à outra, ou seja, cada cor representa uma faixa de frequência da luz visível. Qual dessas cores teria maior poder de aquecimento?

7. Caso aferíssemos a temperatura de dois corpos de cores diferentes, um azul violeta e outro alaranjado, qual deles indicará temperatura maior?

8. Por que alguns materiais, quando aquecidos, emitem luz?

Façam as respostas em duplas em seus cadernos para depois discutirmos.

Conteúdos

O que a física moderna tem a nos oferecer sobre a radiação térmica?

Espectro eletromagnético, Radiação de corpo negro e origem da Física Quântica

Representação de um corpo negro perfeito que não reflete a radiação, considerando-o a temperatura de 0K.

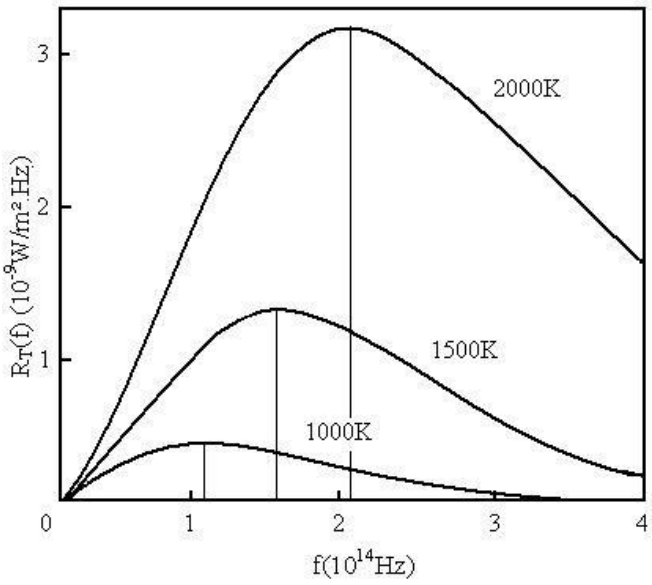
Corpo negro é definido como um corpo que absorve toda a radiação eletromagnética que incide sobre ele.

Representação de um corpo negro a uma temperatura alta, próxima de 10^3K

Radiação: todo e qualquer corpo emite e absorve radiação. As taxas de emissão vão depender do ambiente no qual o corpo está inserido e da temperatura do corpo. Temperatura do corpo maior que do ambiente a taxa de emissão é menor que absorção. Temperatura do corpo menor que do ambiente a taxa de emissão é menor que absorção. Caso a temperatura do corpo esteja a zero absoluto (0K) não emite radiação térmica.

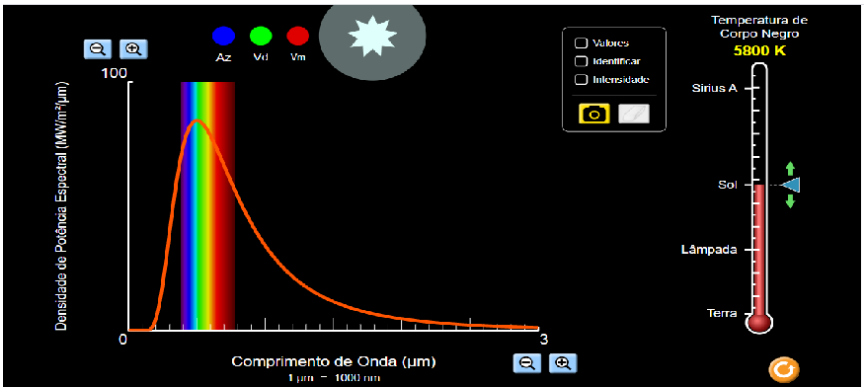
Quanto maior a temperatura, maior a radiação emitida pelo corpo. Corpos mais quentes tendem a emitir luz branca enquanto corpos a temperaturas baixas emitem

ondas de infravermelho, conforme distribuição no espectro eletromagnético.



Radiância espectral do corpo negro em função da frequência de radiação.

Vamos ao simulador Phet Colorado.

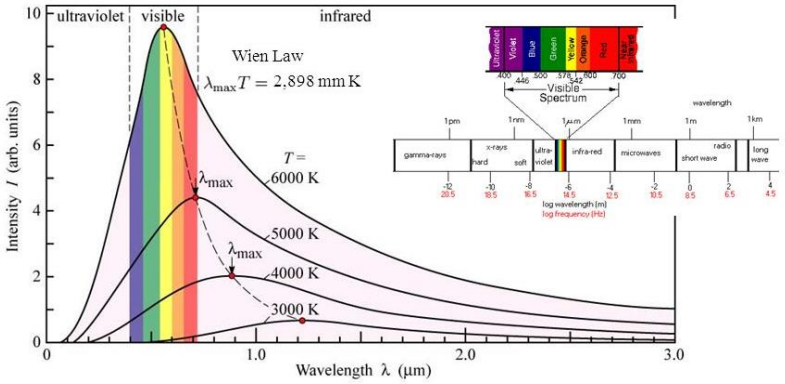


Espectro de corpo negro
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_pt_BR.html

Já observou um ferro muito quente radiando energia térmica. Será que nossos olhos enxergam todas as cores irradiadas pelo corpo?

Figura de corpo irradiando energia térmica –
Fonte: https://www.mandabrasa.com.br. Capturado 05 de abri 2021.

DISTRIBUIÇÃO ESPECTRAL DA RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO



Podemos observar neste caso que certas faixas de radiação de luz não vemos a olho nu, mas estão sendo irradiadas para o meio.

Quanto maior temperatura, mais longe da faixa visível fica o espectro de luz visível.
Lei de Deslocamento de Wien.

No gráfico apresentado podemos observar o comportamento de radiações emitidas por um corpo negro em várias temperaturas distintas.
Ao passar da temperatura T_1 para a T_2, é importante notar que:

- A intensidade de cada radiação emitida, de determinado comprimento de onda, aumenta, bem como a intensidade total da radiação emitida e da potência total irradiada;
- O ponto máximo da curva se desloca à medida que o comprimento de onda para o qual a intensidade é máxima diminui.
- Em 1893, Wilhelm Wien demonstrou que o ponto de máximo da curva I x λ desloca-se de acordo com a expressão abaixo, denominada de **lei de deslocamento de Wien:**

$$\lambda_{máx} = \frac{b}{T}$$

- Onde **b** é a **constante de dispersão de Wien**, cujo valor é b = 2,898x10-3 m.K

AULA 05

Radiação de Energia II

CORPOS NEGROS

Duração: 50 min

Local - sala de aula/Laboratório de informática

Aula 05

Introdução

Nesta aula estudaremos a continuação da aula quatro (4) radiação térmica emitida por Corpos Negros através de um simulador Phet Colorado, suas características e possíveis aplicações. Qual a relação de luz visível com a irradiação de calor dos corpos negros. Buscaremos responder à pergunta: **Será que a estufa pode ser considerada um corpo negro**.

Duração – 50 min

Objetivos

- ✓ Relacionar o conhecimento adquirido de radiação térmica através do simulador Phets;
- ✓ Caracterizar os corpos negros;
- ✓ Compreender a dinâmica da radiação dos corpos negros em vários tipos de sistemas.

Metodologia

Aula dialogada e participativa. Valorização, na aula, de exposição (em aparelho data show) de imagens, vídeos curtos e *gifs* animados emissão e radiação de calor dos corpos negros, estudo dos corpos negros através do simulador Phet Colorado.

Durante a aula será incentivada a participação ativa dos alunos, com perguntas antes da definição dos conceitos e conteúdo.

Avaliação da aprendizagem

Ao final da aula os estudantes, em grupos, farão as tarefas de fixação da aprendizagem, incluindo atividades do roteiro apara aprofundar aprendizagem.

Roteiros para a manipular o simulador segundo Guimaraes1 (2018).

1. Abra o simulador.
Fonte:https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_pt_BR.html

2. No cursor da temperatura, coloque o valor experimental da temperatura do solo btido na atividade experimental (ou indique o valor mais próximo possível dela).

3. No cursor do zoom regule para 1,5.

4. Determine o comprimento de onda de máxima intensidade.
$\lambda máx \, . \, T = 2{,}9 \, .10{-}3$
$\lambda máx = 2{,}9 \, .10{-}3$
$TSol =$

5.O máximo comprimento de onda para o sol está compreendido na região do nível?

6. Volte ao cursor da temperatura e coloque o valor experimental da temperatura da Lâmpada.

7. Mantenha o zoom do comprimento de onda em 1,5 e coloque o zoom da intensidade em 3,16.

8. Determine o comprimento de onda de máxima intensidade para a lâmpada
$\lambda máx \, . \, T = 2{,}9 \, .10{-}3$

9. O máximo comprimento de onda para a lâmpada está compreendido na região do Visível?

10. Com base na resposta anterior, as lâmpadas (incandescentes) seriam eficientes para utilização residencial?

11. Imagine que você observa duas estrelas (astro, corpo celeste produtor e emissor de energia, com luz própria) uma com coloração alaranjada e outra com coloração azulada. Qual das duas estrelas apresenta maior temperatura? Justifique:

12. Com o auxílio do simulador, mova o cursor da temperatura de forma a ajustar o comprimento de onda máximo na região da cor alaranjada. Registre a temperatura.
$Testrelaalaranjada =$.....

13. Repita o procedimento e ajuste o comprimento de onda máxima para a região do azul. Registre a temperatura.
$Testrelaazul =$

14. Verifique os valores das temperaturas das estrelas encontradas com o simulador e compare com a sua resposta do item 11. As respostas convergem ou divergem?
Justifique:

Roteiros para a manipular o simulador segundo Guimaraes1 (2018).

1. Abra o simulador.
Fonte:https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_pt_BR.html

2. No cursor da temperatura, coloque o valor experimental da temperatura do solo btido na atividade experimental (ou indique o valor mais próximo possível dela).

3. No cursor do zoom regule para 1,5.

4. Determine o comprimento de onda de máxima intensidade.
$\lambda máx \, . \, T = 2{,}9 \, .10{-}3$
$\lambda máx = 2{,}9 \, .10{-}3$
$TSol =$

5.O máximo comprimento de onda para o sol está compreendido na região do nível?

6. Volte ao cursor da temperatura e coloque o valor experimental da temperatura da Lâmpada.

7. Mantenha o zoom do comprimento de onda em 1,5 e coloque o zoom da intensidade em 3,16.

8. Determine o comprimento de onda de máxima intensidade para a lâmpada
$\lambda máx \, . \, T = 2{,}9 \, .10{-}3$

9. O máximo comprimento de onda para a lâmpada está compreendido na região do Visível?

10. Com base na resposta anterior, as lâmpadas (incandescentes) seriam eficientes para utilização residencial?

11. Imagine que você observa duas estrelas (astro, corpo celeste produtor e emissor de energia, com luz própria) uma com coloração alaranjada e outra com coloração azulada. Qual das duas estrelas apresenta maior temperatura? Justifique:

12. Com o auxílio do simulador, mova o cursor da temperatura de forma a ajustar o comprimento de onda máximo na região da cor alaranjada. Registre a temperatura.
$Testrelaalaranjada =$.....

13. Repita o procedimento e ajuste o comprimento de onda máxima para a região do azul. Registre a temperatura.
$Testrelaazul =$

14. Verifique os valores das temperaturas das estrelas encontradas com o simulador e compare com a sua resposta do item 11. As respostas convergem ou divergem?
Justifique:

AULA 06/07

Modelo Atômico de Bohr

Duração: 100 min

Local - sala de aula/Laboratório de informática

Aula 06/07

Introdução

Voltamos nesta aula a estudar o modelo atômico de Bohr. Como este modelo está relacionado com a fotossíntese? Qual a relação da emissão de luz em forma de fóton no desenvolvimento da fotossíntese? Para entendermos a relação fótons e fotossíntese faremos uma revisão nas Teorias Atômicas e focaremos modelo de Bohr.

Duração – 50 min

Objetivos

- ✓ Revisar os modelos atômicos;
- ✓ Relacionar o modelo atômico de Bohr com a fotossíntese;
- ✓ Compreender a Importância da física relacionado com outras áreas do conhecimento.
- ✓ Aprofundar conhecimento no Modelo atômico de Bohr

Metodologia

Aula dialogada e participativa. Valorização, na aula, de exposição (em aparelho data show) de imagens, vídeos curtos e uso do simulador Phet Colorado.

Durante a aula será incentivada a participação ativa dos alunos, com perguntas antes da definição dos conceitos e conteúdo.

Avaliação da aprendizagem

Ao final da aula os estudantes, em grupos, farão as tarefas de fixação da aprendizagem, incluindo atividades do roteiro apara aprofundar aprendizagem.

Vamos Lá!!!!!!

Modelos Atômicos

Não pense que é “coisa” atual entender ou tentar explicar os fenômenos da natureza. Tudo iniciou com filósofos gregos Demócrito e Leucipo mais ou menos 450 anos antes de Cristo. Para eles tudo que se vê e pode ser pego com as mãos (tocado) seria formado por minúsculas partículas indivisíveis. A Partir desse contexto primou-se a origem do “átomo”, do grego *a* (não) e *tomo* (partes)

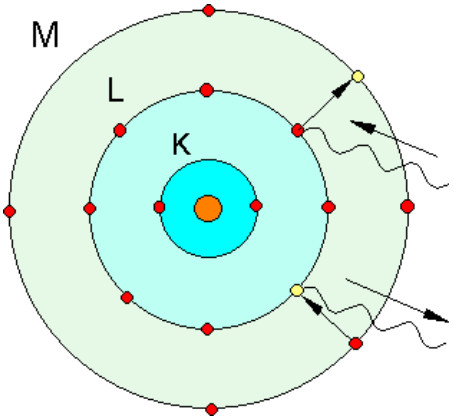
Na Grécia para os filósofos Demócrito e Leucipo haveria um limite para dividir a matéria, ou seja, a matéria seria a partir de um dado instante indivisível.

Dalton propôs um modelo em que os átomos seriam como “bola de bilhar”, parecida com bola maciça e indivisível, explicou algumas reações químicas, mas não todas, para ele era um “rearranjo” entre os átomos**.**

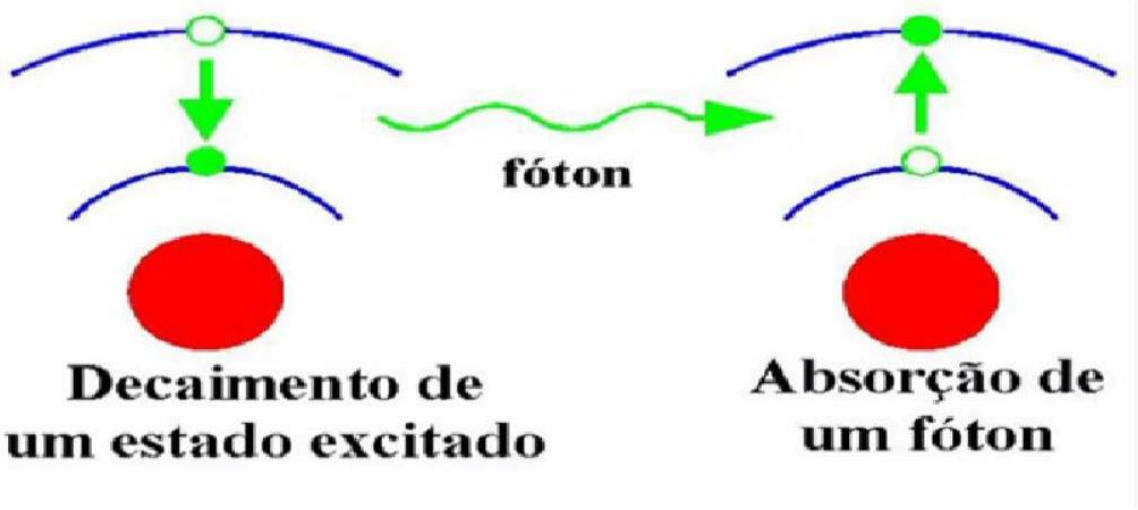
Outro modelo de átomos foi sugerido por Thomson em que o átomo seria formado por uma esfera positiva “incrustada” de elétrons (carga elétrica negativa). Teve grande percussão por admitir e comprovar a possibilidade de o átomo ser divisível.

O modelo de Rutherford admite um núcleo com cargas elétricas positivas (prótons). Ao redor, muitos distantes estariam girando os elétrons (negativos). Entre prótons e elétrons haveria grande espaço vazio. Modelo quase perfeito.

Já viram essa imagem???????



É o modelo de Bohr que nos interessa nessas aulas. Para ele os elétrons giram em órbitas circulares e somente a determinadas distâncias do núcleo (órbitas, camadas ou níveis de energia). Ele observou que um elétron não pode permanecer entre dois níveis de energia, mas pode "saltar" de níveis internos para níveis externos, mas, somente quando absorve energia. Ao retornar, devolve ao a energia recebida, geralmente na forma de luz. Abaixo há um esboço.



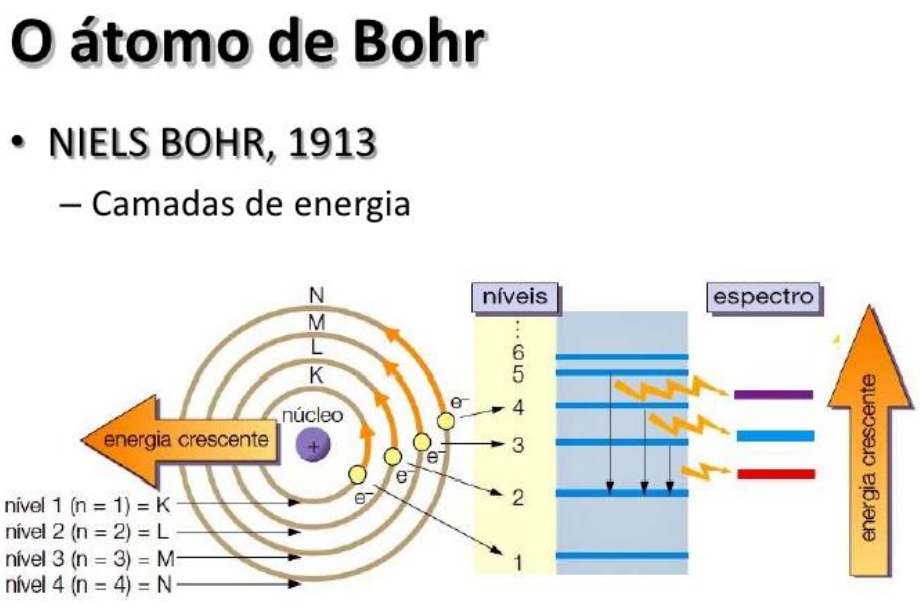
Vamos nos aprofundar mais neste contexto com o simulador, mas no final da aula!!

Postulados

Durante a conclusão dos experimentos, o modelo atômico de Bohr trouxe as seguintes premissas:

- Princípio da **quantização da energia atômica**, os elétrons circulam em órbitas que correspondem à sua quantidade de energia. Não há a possibilidade de orbitar entre dois níveis com intensidades parecidas.
- Em cada órbita, um elétron, chamada de estado estacionário. Ao absorver energia, salta para um nível mais energético. Já ao retornar à posição original, libera a mesma quantidade adquirida na passagem em forma de luz.
- São **7 níveis de energia** ou camadas eletrônicas, representados pelas letras K (1º), L (2º), M (3º), N (4º), O (5º), P (6º) e Q (7º). Quando mais longe do núcleo, maior é a energia dos elétrons.

Quando estudarmos a fotossíntese veremos que ela só é possível ocorrer e entender relacionando com o modelo atômico de Bohr.



Observe que as cores que saem no espectro são diferentes, isso ocorre devido a energia emitida nos saltos dos elétrons de uma camada para outra, esse salto emite luz (fótons) como se fossem pacotes de energia.

Espera!!!!!!!!!!!!! E os subníveis?????

Os subníveis são designados por letras: s (sharp = nítido), p (principal), d (diffuse = difuso), f (fundamental). O diagrama de Pauling é um esquema feito pelo químico norte-americano Linus Carl Pauling para auxiliar o entendimento da eletrosfera.

Há uma ordem crescente de energia nos subníveis:

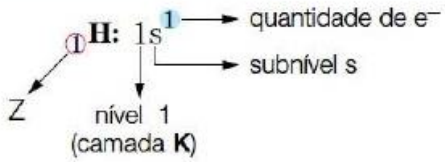
s < p < d < f

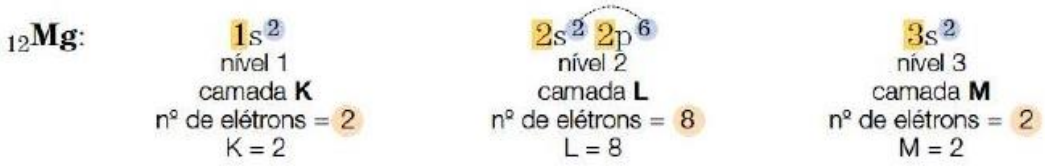
Distribuição eletrônica

- DISTRIBUIÇÃO EM SUBNÍVEIS DE ENERGIA

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d$

Subnível	s	p	d	f
Nº máximo de e^-	2	6	10	14





Vamos ver o que ocorre num átomo específico?

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=atom_vodik&l=pt

Após observarmos e interagirmos com o simulador, elabore um texto indicando o que ocorre em cada estágio da emissão de fótons, isto é, descreva por exemplo se está na camada K e recebe energia o que ocorre, se está na cama da L quando emite ou recebe energia o que ocorre. Depois abriremos discussão sobre o que foi interpretado.

Vamos ampliar.
Vídeo aula da academia

Mas antes mais um pouco de teoria

Os átomos e moléculas podem absorver fótons, isto é, sua energia. Observamos diferentes fenômenos quando fótons são emitidos ou absorvidos. Bohr supôs que os elétrons giravam em torno do núcleo em órbitas possíveis, definidas e circulares em razão da força elétrica, que pode ser calculada pela Lei de Coulomb através da equação:

$$\mathbf{F = \frac{ke^2}{r^2}}$$

Ele denominou essas orbitas de "órbitas estacionárias", como os elétrons não emitem energia espontaneamente, precisam receber energia "um fóton" para saltar de uma órbita para outra, calculado assim:

$$\mathbf{E = E_f - E_i = hf}$$

Se o átomo não receber energia certa, permanecerá em sua órbita indefinidamente.

A energia de cada órbita foi calculada por Bohr:

A força elétrica atua como uma força centrípeta, então:

$\frac{mv^2}{r} = \frac{ke^2}{r^2}$, logo $mv^2 = \frac{ke^2}{r}$ (I)

Sendo a energia cinética do elétrondada por $E_c = ½\ mv^2$. Assim:

$E_c = \frac{ke^2}{2r}$

Energia potencial do elétron: $E_p = \frac{- ke^2}{r}$ (II)

A energia total será: $E = E_c + E_p$

$E = \frac{ke^2}{2r} - \frac{ke^2}{r} = - \frac{ke^2}{2r}$ (III)

Niels Bohr supôs ainda que o produto mvr deveria ser múltiplo inteiro (n) de $h/2\pi$, ou seja:

$mvr = \frac{nh}{2\pi}$ com n = 1,2,3....

Assim:

$$v = \frac{nh}{2\pi mr} \qquad \text{(IV)}$$

Substituindo esse valor na equação (I) temos:

$$m\left(\frac{nh}{2\pi mr}\right)^2 = \frac{ke^2}{r}$$

$$\frac{mn^2h^2}{4\pi^2m^2r^2} = \frac{ke^2}{r}$$

resulta em: $\frac{n^2h^2}{4\pi^2mr^2} = \frac{ke^2}{r}$

$$\frac{n^2h^2}{4\pi^2mr} = ke^2$$

$$\frac{4\pi^2mr}{n^2h^2} = \frac{1}{ke^2}$$

Logo $r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2mke^2}$

$$r = \frac{h^2}{4\pi^2mke^2} \cdot n^2 \qquad \text{(V)}$$

Substituindo V em III

$$E_n = \frac{-2\pi^2 m k^2 e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2} \qquad \text{(VI)}$$

Com a equação (VI) acima, é possível calcular a energia do elétron nas órbitas permitidas, sendo n = 1 correspondente ao estado de menor energia, ou estado fundamental. O modelo atômico de Bohr explicava bem o átomo mono eletrônico do hidrogênio, sendo que para átomos mais complexos, ainda seria necessária uma nova teoria, a teoria de Schroedinger, que já está nos domínios da mecânica quântica.

Agora vamos ao vídeo da escola Khan

https://pt.khanacademy.org/science/physics/quantum-physics/atoms-and-electrons/a/bohrs-model-of-hydrogen

Exercícios

01 – Já observamos muitos bichinhos que brilham no escuro, geralmente brinquedos, como podemos explicar esse fenômeno relacionado a modelo atômico de Bohr?

R: O modelo atômico de Bohr propõe que o elétron, ao passar de uma órbita para outra, absorve ou emite um *quantum* de energia. Essa energia é emitida, geralmente, na forma de luz.

02 – Determine V para verdadeiro e F para Falso para os postulados de Bohr sobre seu modelo atômico:

(V) I. Em um átomo são permitidas somente algumas órbitas circulares ao elétron;
(F) II. Cada uma dessas órbitas apresenta energia variável;
(V) III. Um elétron só pode assumir determinados valores de energia, que correspondem às órbitas permitidas, tendo, assim, determinados níveis de energia ou camadas energéticas;
(V) IV. Um elétron pode absorver energia de uma fonte externa somente em unidades discretas, chamadas de *quanta* ou *quantum* no singular.

04 - Exercício 3: (UFRGS 2016)
Segundo o modelo atômico de Bohr, no qual foi incorporada a ideia de quantização, o raio da órbita e a energia correspondentes ao estado fundamental do átomo de hidrogênio são, respectivamente, R1 = 0,53x10-10 m e E1 = -13,6 eV.

Para outras órbitas do átomo de hidrogênio, os raios Rn e as energias En, em que n = 2, 3, 4, ..., assinale a correta:

A) Rn = n2R1 e En = E1/n2. x

B) Rn = n2R1 e En = n2E1.

C) Rn = n2R1 e En = E1/n.

D) Rn = nR1 e En = nE1.

05 - (UFPR 2014 - C. Gerais)
As teorias atômicas vêm se desenvolvendo ao longo da história. Até o início do século XIX, não se tinha um modelo claro da constituição da matéria. De lá até a atualidade, a ideia de como a matéria é constituída sofreu diversas modificações, como se pode observar no modelo atômico de Bohr, que manteve paradigmas conceituais sobre a constituição da matéria, mas também inseriu novos conceitos surgidos no início do século XX.

No modelo atômico de Bohr:

1. O elétron circula em órbita com raio definido.
2. O elétron é descrito por uma função de onda.
3. Para descrever o elétron num orbital são necessários 4 números quânticos.

4. Toda a massa do átomo está concentrada no núcleo, que ocupa uma porção ínfima do espaço.

Entre as afirmativas acima, correspondem ao modelo atômico de Bohr:

A)1 e 2 apenas.

B) 2 e 3 apenas.

C) 2, 3 e 4 apenas.

D) 1 e 4 apenas. x

AULA 08

Lei de Stefan-Boltzmann e o Efeito Estufa

Duração: 100 min

Local - sala de aula/Laboratório de informática

Aula 08

Introdução

Pensar em Efeito Estufa e pesquisar sobre abre um leque de informações. Quais ciências estão voltadas a fazer esses estudos e comprovações que esse efeito é importante para a manutenção da vida na Terra, várias, mas vamos à FÍSICA. Especificamente vamos a Lei de Lei de Stefan-Boltzmann e o Efeito Estufa visualizando como os gases presentes no planeta terra inclusive o CO_2é necessário e ao mesmo tempo prejudicial a manutenção dos seres vivos do Planeta Terra.

Duração – 50 min

Objetivos

- ✓ Interpretar a Lei de Stefan-Boltzmann na influência do efeito estufa;
- ✓ Relacionar a Lei Stefan-Boltzmann com os gases presentes na biosfera;
- ✓ Compreender a Importância do efeito estufa para manutenção da vida no planeta Terra;
- ✓ Relacionar efeito estufa com a Lei Stefan-Boltzmann e a fotossíntese.

Metodologia

Aula dialogada e participativa. Valorização, na aula, de exposição (em aparelho data show) de imagens, vídeos curtos e uso do simulador Phet Colorado.

Durante a aula será incentivada a participação ativa dos alunos, com perguntas antes da definição dos conceitos e conteúdo.

Avaliação da aprendizagem

Ao final da aula os estudantes, em grupos, farão as tarefas de fixação da aprendizagem, incluindo atividades do roteiro apara aprofundar aprendizagem.

Efeito Estufa

VAMOS DISCUTIR

1 – O planeta Terra se manteria nas condições que se encontra com vida, clima, relevos, hidrografia etc sem o efeito estufa?

2 – Então o que é o efeito estufa?

3 – Quais gases estão presentes na atmosfera terrestre?

4 – Qual seria o causador ou principal para ocasionar o aquecimento do clima da Terra?

5 - Que tipo de luz ou onda é a responsável pelo efeito estufa?

6 – As nuvens ajudam ou atrapalham no efeito estufa?

7 – Que tipo de energia tem as partículas que interagem com as moléculas de gás presente na atmosfera gerando o efeito estufa.

8 – O que podemos fazer para ajudar o planeta na sua manutenção referente ao efeito estufa?

9 – Todos os cientistas de todas as áreas do conhecimento têm a mesma opinião sobre a preocupação do efeito estufa no planeta?

10 - A estufa de nossa pesquisa proporcionará em seu interior efeito estufa?

Efeito estufa
Fonte: http://oplanetaberra.blogspot.com/2016/06/o-aquecimento-global

A vida na Terra só é possível devido às condições climáticas adequadas que o planeta Terra mantém. Os gases presentes como vapor d'água, CO_2 (dióxido de Carbono) e metano que são transparentes a radiação visível oriunda do sol e opacas para a radiação infravermelha emitida pela superfície da terra, que na verdade já refletida dos raios provenientes do sol produzem esse efeito natural mantendo assim o clima no Planeta numa média de 15º Celsius.

Vamos aprender usando simulador Phet Colorado e procurar interagir com as moléculas e as radiações no efeito estufa.
https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/greenhouse/latest/greenhouse.html?simulation=greenhouse&locale=pt

E a Lei de Stefan- Boltzmann

Vamos entender sua relação

Corpos quentes emitem calor é claro, mas você já se queimou ou sentiu o calor de um ferro por exemplo ou até mesmo uma panela quente sem saber que estava quente? Como que não viu o calor?

PORQUE O CALOR NÃO ESTAVA EMITINDO LUZ VISÍVEL!!!!!

Se tivéssemos visão térmica infravermelha veríamos o calor dos corpos quentes.

Vamos ver esse pequeno vídeo que vai nos ajudar a entender por que vemos ou não a luz visível dos corpos quentes. https://www.youtube.com/watch?v=sUp_WZKZID4&t=15s

Percebemos que no vídeo um corpo aquecido emite luz invisível e se **muito** aquecida luz invisível.

A lei de Stefan-Boltzmann nos traz a definição que a irradiação térmica não precisa de um meio para se propagar, pois é transmitida por ondas eletromagnéticas, isso nos ajuda entender por que não visualizamos a temperatura elevada num corpo que nos queima a pele. Sentimos inclusive no contato com o sol quando aquece os corpos através dos raios *infravermelhos*, apresentam efeitos térmicos mais intensos. Os raios podem continuar emitindo ou não, vai depender do material, temos como exemplo nos nossos estudos a ESTUFA de plantas.

Todos os corpos emitem calor, se não emitir a temperatura externa é maior que a dele então esse corpo vai absorver temperatura do meio.

Entendemos um corpo negro como um corpo ideal que seja um bom absorvedor e bom emissor, seria o corpo ideal, mas não existe.

A função ou equação matemática que usamos para determinar a quantidade de calor irradiada por um corpo é segundo Lei de Stefan-Boltzmann:

$$E_{cn} = \sigma \cdot T^4$$

Onde:

- o poder emissivo (**E**) de um corpo negro (**cn**) é proporcional à quarta potência de sua temperatura absoluta (**T**). Matematicamente, podemos expressar:
- σ (*sigma*)é a constante de proporcionalidade, cujo valor, no SI, é:$\sigma \cong 5{,}7 \cdot 10^{-8}\ W/m^2.K^4$

Define-se **poder emissivo** (**E**) como a potência irradiada por unidade de área. No Sistema Internacional de Unidades, conhecido como (SI), a unidade do poder emissivo é dada em **W/m²** (watt por metro quadrado).

Vamos ver mais um pequeno vídeo para ajudar a fixar:

https://www.youtube.com/watch?v=Psvo_XEc784

Em seguida um vídeo aula.

https://www.youtube.com/watch?v=cnyauoiDFqs

Vamos aos exercícios

1. (FFC 2003) um corpo negro à temperatura de 2000 K irradia na razão de $9{,}07 \times 10^5\ W/m^2$. À temperatura de 4000 K, a irradiação, em W/m2, é igual a: (Faça os cálculos)

(A) $4{,}54 \times 10^5$
(B) $1{,}81 \times 10^6$
(C) $3{,}63 \times 10^6$

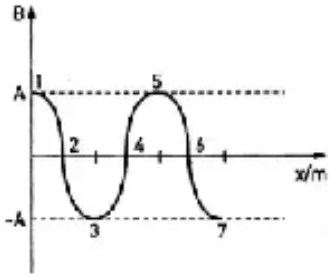
(D) $7{,}26 \times 10^6$

(E)) $1{,}45 \times 10^7$

02 - Calcula o comprimento de onda de um fotão que tem uma frequência de $6{,}0\times10^{14}$ Hz.

Uma dica - $c = \lambda \times f$

03 – Considere a imagem e sabendo que a distância entre os pontos2 e 4 é de 180 nm:



A) Calcule o comprimento de onda da radiação;
B) Calcule a frequência do fotão (dica $c = \lambda \times f$)

04 - Considera um corpo negro que está a irradiar uma quantidade de energia por unidade de tempo e por unidade de área de 200 W. Qual a temperatura, em ºC, a que o corpo se encontra?

Corpo negro, e = 1 e, como se diz que esta é a potência irradiada por unidade

de área, A = 1m

$P = e\,\sigma T^4$

05 - Sabendo que a luminosidade do Sol é $3{,}86\times10^{26}$ W e que a distância média da Terra ao Sol é de $1{,}497\times10^{11}$ m, calcula a Constante Solar da Terra (a constante solar é a quantidade de energia solar que atinge perpendicularmente a Terra, por metro quadrado, em cada segundo).

Dados: $S= \frac{P\ sol}{A} = S= \frac{Psol=}{4\pi r^2}$

06 – Ver outros na lista

AULA 09

Descrição do desenvolvimento do experimento

Duração: 50 min

Local - sala de aula/Laboratório de informática

Aula 09

Introdução

O experimento envolvendo a estufa será apresentado nesta aula detalhando passo-a-passo o procedimento. Serão atribuídos número de sementes, tipo de sementes, tipos de lâmpadas a serem utilizadas. A evolução de crescimento das plantas dia-após-dia versos tipos e quantidades de lâmpadas será investigada. Após a junção das leis da física anteriormente e as interações delas com o efeito estufa poderemos verificar posteriormente a fotossíntese mais profundamente e o efeito estufa na nossa maquete de estufa de plantas.

Duração – 50 min

Objetivos

- ✓ Explicar detalhadamente o processo de plantio das sementes na estufa;
- ✓ Fazer o acompanhamento das sementes no decorrer do tempo;
- ✓ Relacionar tipos de lâmpadas, cores e crescimento das plantas.

Metodologia

Aula dialogada e participativa. Valorização, na aula, com exposição da maquete (estufa de Plantas) e explicação dos procedimentos para alcançar os resultados.

Durante a aula será incentivada a participação ativa dos alunos, com perguntas antes da definição dos conceitos e conteúdo.

Avaliação da aprendizagem

Ao final da aula os estudantes, em grupos, farão as tarefas de fixação da aprendizagem, incluindo atividades do roteiro apara aprofundar aprendizagem.

A estufa

VAMOS DISCUTIR

1 – Vendo a maquete da estufa, e toda sua estrutura, será viável cultivar plantas em seu interior?

2 – Vendo as imagens postas de estufas de plantas, pelas suas dimensões e materiais construídos, você acha que está estufa do projeto poderá produzir alguma planta?

3 – Se as sementes nascerem e crescerem será que irão chegar no ponto de colheita?

4 – Quanto as lâmpadas utilizadas no experimento, você tinha conhecimento de sua existência?

5 – Falamos em temperatura, qual a mais adequada para o cultivo na estufa?

6 – As plantas precisam de umidade para crescer e se desenvolver?

7 – A incidência da luz sobre as plantas terá alguma reação com a água?

8 – E na estufa de plantas, como ocorre a interação das partículas de energia com as plantas?

9 – As plantas conseguem fazer fotossíntese sem os choques de partículas “carregadas” de energia sobre elas?

10 - Neste experimento realmente é necessário usar lâmpadas de cores diferentes?

11 - Porque não usar apenas luz de cor branca?

12 - Porque não usar apenas luz de cor vermelha?

13 - E as cores verdes?

14 - Por que não basta apenas um único led vermelho?

O Experimento

O experimento consta de uma caixa de madeira medindo 65 cm altura 60 cm de largura e 105 cm de comprimento.

Materiais utilizados:

- 0,66 m^2 de forro refletido Mila
- 4 coolers de computador (dois funcionado como ventilador e dois como exaustor);
- 1 m de fio 2mm paralelo
- 1 tomada macho
- 6 soquetes para lâmpadas E 27 (1reserva);
- 5 lâmpadas Full Spectrum - 15Vermelho + 7 Azul + 2 Branco + 2 Warm + 1 IR + 1 UV
- 6 lâmpadas verdes
- 1 temporizador eletrônico
- 1 fonte de 3.1 A para os coolers
- 1 régua de tomada fêmea
- 1 medidor eletrônico de temperatura e humidade
- Fita isolante
- Cola quente
- Potes de (sorvete)
- 4,5 litros de terra preta
- 1,5 kg de esterco de gado
- Sementes de feijão carioca

A partir desse ponto vamos mostrar por foto, alguns componentes da estufa:

Foto dos coolers
Fonte: Própria.

Foto do temporizador
Fonte: Autor, 2022.

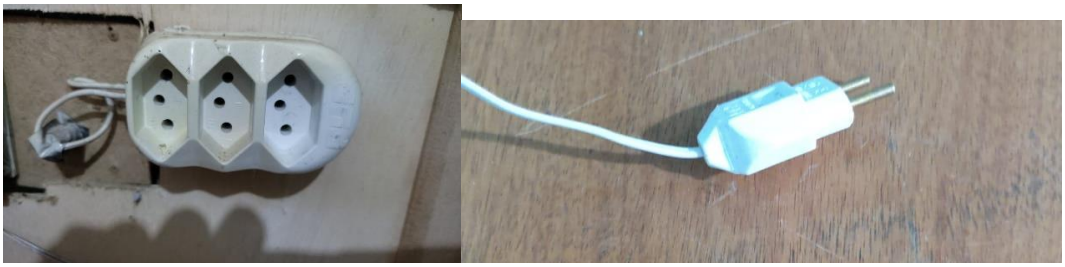


Foto das tomadas fêmeas e macho
Fonte: Própria

Foto do medidor de temperatura e umidade
Fonte: Autor, 2022.

Foto do pote para plantar as sementes
Fonte: Autor, 2022.

Foto do dissipador de calor –
Fonte: Autor, 2022.

PROCEDIMENTOS

Inicialmente plantaremos uma semente de feijão em três potes com a terra e o esterco (1,5 litro de terra e 0,5 kg de esterco em cada pote) a uma profundidade de 1 cm. Colocaremos na estufa e ligaremos as 5 lâmpadas de LED Full Spectrum de 28 W cada lâmpada num total 140 watts por 30 dias fazendo as medições de temperatura, umidade e altura das plantas preenchendo a tabela abaixo

Tabela de acompanhamento do experimento da estufa de plantas:

Dias	Temperatura	umidade	Altura da planta	Obs:
1				
2				
3				
4				
5				

Após os 30 dias decorridos serão plantadas mais três sementes em três potes

Seguindo os passos acima e mudaremos as lâmpadas para seis (6) de cor verde lâmpadas tipo bolinha LED de potência 15w total de 90 watts e faremos o acompanhamento registrando na tabela acima.

Após o término do experimento faremos a análise de como as plantas se comportaram perante a emissão de fótons da luz de LED em suas várias cores.

AULA 10/11

A Física da Fotossíntese

Duração: 100 min

Local - sala de aula/Laboratório de informática

Aula 10/11

Introdução

Já se perguntaram qual a relação da Física e da Biologia como ciência? Em algum ponto do conhecimento elas interagem e juntas complementam algum conceito? Estudar, entender e interpretar a Fotossíntese utilizando as duas ciências pode nos ajudar a conhecer melhor esse fenômeno das plantas? Temos ainda a Química em sua especificidade que pode ajudar ou auxiliar esses entendimentos?

Os gases presentes na atmosfera terrestre podem ser estudados e interpretados por diversas ciências, com isso, pensar em Efeito Estufa e fotossíntese e pesquisar sobre, abre um leque de informações.

A física da fotossíntese é a junção das duas ciências Física e Biologia para nos ajudar a entender e interpretar esse fenômeno responsável pela vida na Terra já que é através dele que se mantem a transformação de CO_2.

Duração – 50 min cada aula

Objetivos

- ✓ Interpretar a Física da fotossíntese;
- ✓ Relacionar as ciências Física e Biologia no conhecimento da Fotossíntese;
- ✓ Compreender a Importância da fotossíntese na manutenção da vida no planeta Terra na transformação de CO_2 em oxigênio respirável e ozônio.

Metodologia

Aula dialogada e participativa. Valorização, na aula, de exposição (em aparelho data show) de imagens, vídeos curtos e uso do simulador Phet Colorado.

Durante a aula será incentivada a participação ativa dos alunos, com perguntas antes da definição dos conceitos e conteúdo.

Avaliação da aprendizagem

Ao final da aula os estudantes, em grupos, farão as tarefas de fixação da aprendizagem, incluindo atividades do roteiro apara aprofundar aprendizagem.

- Qual a relação:
- Da Física com a Fotossíntese?
- A fotossíntese com a luz?
- Qual frequência?
- Qual cor?
- Quais Leis da Física explicam a fotossíntese?

Buscando nas aulas anteriores vimos que a luz branca pode ser decomposta em outras cores através de um prisma e cada cor tem uma frequência de onda.

O modelo atômico de Bohr nos traz que a molécula e composta de níveis de energia e que quando o elétron muda de camadas energéticas emite energia em forma de fótons.

E a fotossíntese?

Vamos agora nos ater a ver a física da fotossíntese, pois os detalhes da planta veremos na aula interdisciplinar.

Vamos pensar

O que é fotossíntese? Qual dos gases é usado na fotossíntese? Qual gás é liberado na fotossíntese? De qual componente sai o oxigênio na reação da fotossíntese? O que é clorofila? Quais as cores que são captadas pela clorofila?

As plantas são inteligentes? Não é inteligência, segundo a teoria evolucionista, elas evoluíram para captar **energia solar e transformar em energia química, na Física podemos dizer que elas sintetizam a Luz. Biologicamente é** o processo em que um organismo consegue obter seu alimento. Esse processo é realizado graças à tecidos ricos em cloroplastos, um dos tecidos mais ativos o **parênquima clorofiliano** encontrado nas folhas.

Já viram esse esquema?

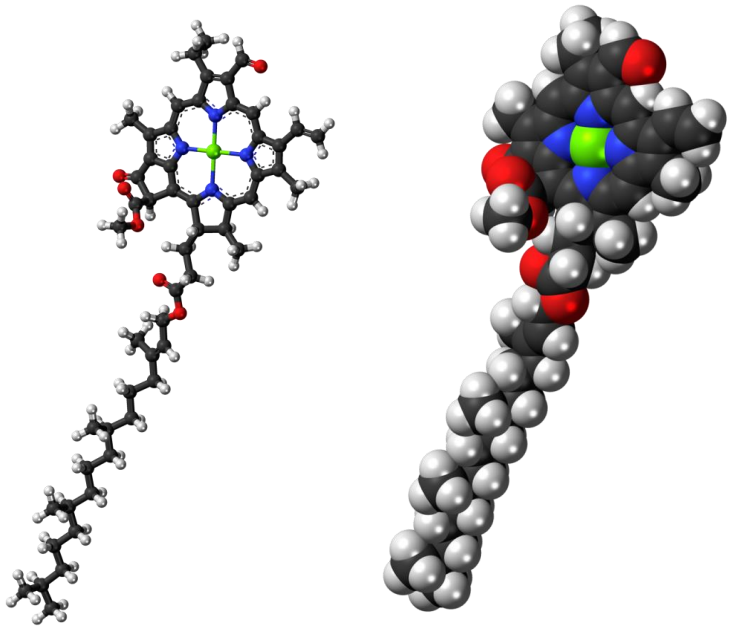


Figura de uma molécula de Clorofila

Vamos melhorar. Imagem 3D da clorofila, facilmente acessado pelo site:

https://www.echalk.co.uk/3Dmolecules/chlorophyll/chlorophyll.htm?_USE=HTML5

Seguindo de uma explicação através de um vídeo

https://youtu.be/hj_WKgnL6MI

Neste vídeo teremos a definição e explicação da fotossíntese: meio pelo qual as plantas fazem.

uso de clorofila e luz para produzir energia. Esta seção cobre os estágios básicos das reações da luz na cadeia fotossintética de transporte de elétrons.

Mas não é só isso

Vamos a outro. Prestem atenção está em inglês, mas vamos traduzindo.

https://www.youtube.com/watch?v=fTXh7A7Uc2M

Neste vídeo aula veremos Espectro Eletromagnético - A luz branca - luz visível - Spectrum - Luz dependente - fotossistemas - Clorofila - ATP - NADPH - Oxygen - independente Light - ciclo de Calvin - RuBP - Glicose - Açúcar - Respiração celular - cloroplastos - Clorofila

Nossa quanta Física na Fotossíntese!!!!!!!

Vamos voltar a Física. A influência da luz na velocidade na fotossíntese. Segundo informações do site https://blogdoenem.com.br/biologia-enem-velocidade-fotossintese/. Você já se perguntou se as plantas ou os heterótrofos (produzem seu próprio alimento) precisam de toda a exposição possível à luz para produzir a fotossíntese? Será que ocupam todas as cores da luz branca ou há cores que ajudam o processo e outras não?

Lembrando das aulas anteriores vimos a **luz** como uma onda, **luz branca** é composta por todos os **comprimentos de onda** da **luz** visível com **comprimentos** de onda entre **400** e **700nm**) e a visualização de cores em um objeto se dá graças aos **fenômenos de absorção** e **reflexão de luz**. Se eu vejo a cor vermelha é porque está refletindo (voltando) ao meu olho o vermelho e as outras cores estão sendo absorvidas.

O botânico T.W. Engelmann expôs um filamento de alga a um meio com bactérias aeróbias e iluminou o conjunto com as diversas cores da luz branca em diferentes pontos e obteve o resultado conforme gráfico abaixo: quanto maior a intensidade de Luz, desde que presentes os outros fatores, maior a velocidade da fotossíntese, mas até um determinado limite, quando se alcança o ponto de saturação.

Observem que o verde não é bem absorvido, a clorofila absorveu melhor luzes no

espectro do azul e do vermelho. Observe na imagem os espectros de absorção de luz da clorofila A e da clorofila B, encontrada nas plantas verdes:

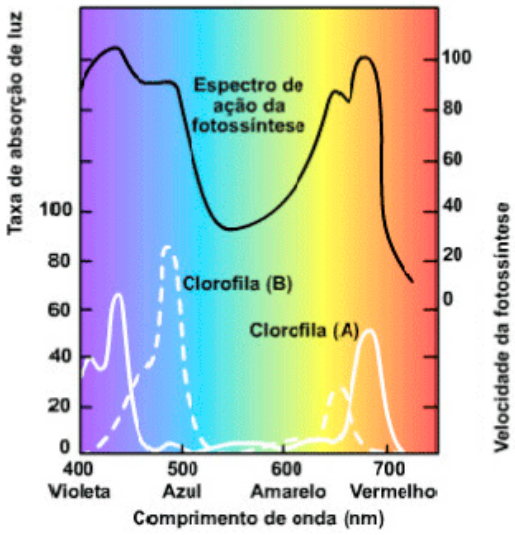


Figura mostrando a influência das cores na absorção da luz.
Fonte: https://blogdoenem.com.br/biologia-enem-velocidade-fotossintese/ dia 21 jun 2021.

Na imagem a seguir veja esquema demonstrando e experimento de Engelmann. Note que as bactérias estão mais concentradas próximo aos vermelhos e azuis.

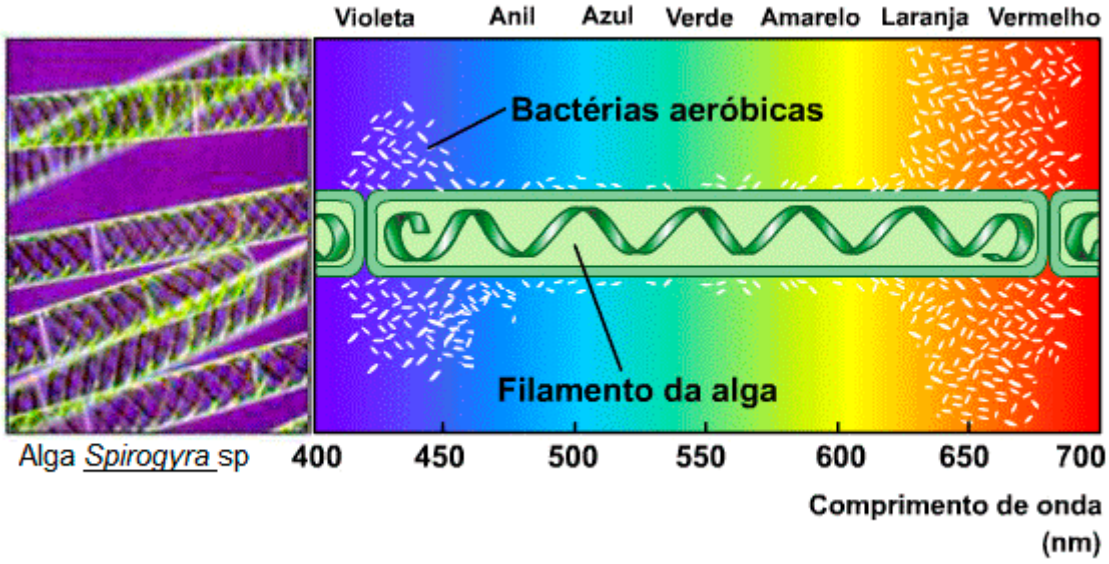


Figura mostrando a influência das cores na absorção da luz.
Fonte: https://blogdoenem.com.br/biologia-enem-velocidade-fotossintese/ dia 21 jun 2021.

Outra observação é o Ponto de Saturação Luminosa ou **ponto de compensação fótica** ou **luminosa**. A partir deste ponto, a quantidade de **luz** cada

vez maior aumenta as taxas de **fotossíntese**. Porém, em determinado momento, as taxas de **fotossíntese** estabilizam, pois, todas as moléculas d**e clorofila** estão saturadas de energia luminosa (**ponto de saturação luminosa**). Em outras palavras as plantas absorvem ao máximo de luz necessária quando estão saturadas (cheias) param de absorver e refletem através de seus mecanismos como o súber da casca ou as lâminas de parafina na superfície das folhas. Mas já é detalhe para a aula interdisciplinar.

Vamos fazer um resumindo

https://www.youtube.com/watch?v=SnnmmKApT-c Processo

Esta curta animação descreve as reações à luz da fotossíntese.

https://www.youtube.com/watch?v=pFaBpVoQD4E Processo geral

Vemos então que as plantas produzem seu próprio alimento e utilizando a água presente no subsolo e o gás carbônico CO_2 presente na atmosfera transforma utilizando a luz esses dois juntamente com a clorofila, a água em carboidratos e o CO_2 em O_2.

Vou deixar vocês curiosos. **Já viram BANANAS AZUIS?????**

Só na aula interdisciplinar.

https://www.profpc.com.br/Qu%C3%ADmica%20na%20Cozinha/banana.htm

Vamos a clorofila

No próximo vídeo veremos a interação e utilização do elétron para o processo da fotossíntese, poderemos fazer a analogia com o modelo atômico de Bohr.

Fotossíntese permite que as plantas para utilizar a energia em luz para produzir oxigénio molecular. O fotossistema II é o complexo onde essa ação ocorre.

https://youtu.be/3UfV060N27g

logo após...

https://www.youtube.com/watch?v=c4x-o_4a1dQ

Esta animação explora o processo de fotossíntese e as estruturas que o realizam. A fotossíntese converte a energia luminosa do sol em energia química armazenada em moléculas orgânicas, que são usadas para construir as células de muitos produtores e, por fim, abastecer os ecossistemas. Depois de fornecer uma visão geral da fotossíntese, a animação se amplia dentro das células de uma folha e em um cloroplasto para ver onde e como as reações da fotossíntese acontecem.

Para mim (https://www.biointeractive.org/classroom-resources/photosynthesis)...

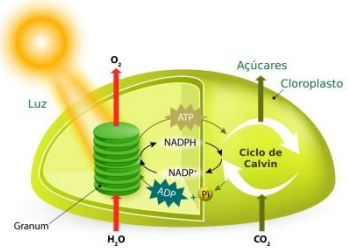
Animações para tirar dúvidas

Vamos ver a complexidade da Fotossíntese passo-a-passo

http://vcell.ndsu.edu/animations/flythrough/mitochondria_03.htm

Até agora vimos vários vídeos e animações em inglês, mas.....

Temos em português. Vamos lá.



https://www.youtube.com/watch?v=5rgXdRY4Ekk

Em anexo teremos um texto e exercícios para assimilarmos o conteúdo

AULA 12

Aulão Interdisciplinar

Duração: 50 min

Local - sala de aula/Laboratório de informática

Aula 12

Introdução

Sabemos que as ciências procuram decifrar os fenômenos da natureza, cada um na sua pesquisa detalhada seguindo seus protocolos e viés.

Para compreendermos a plenitude e mais detalhadamente o efeito estufa e principalmente a fotossíntese, propomos ministrar uma aula interdisciplinar em que as três ciências mais significativas explicarão dentro de suas conjunturas esses fenômenos.

Quais as leis aplicadas na Física, da química e da Biologia que explicam e comprovam a existência do efeito estufa e da fotossíntese com três profissionais (professores) ao mesmo tempo na sala de aula.

Procura-se com essa metodologia mostrar aos estudantes que as ciências mesmo em suas particularidades mantem certo conhecimento que permeiam uma a outra.

Duração – 50 min

Objetivos

- ✓ Explicar o efeito estufa com os conhecimentos adquiridos pela Física, Química e Biologia;
- ✓ Relacionar as três ciências para compreensão dos fenômenos da natureza como o efeito estufa e a formação da fotossíntese das plantas;
- ✓ Promover aula interdisciplinar com três professores em sala explicando os mesmos fenômenos, mas com olhar específico em suas ciências

Metodologia

Aula dialogada e participativa. Valorização, na aula, de exposição (em aparelho data show) de imagens, vídeos curtos e uso do simulador PhET Colorado.

Durante a aula será incentivada a participação ativa dos alunos, com perguntas antes da definição dos conceitos e conteúdo.

Avaliação da aprendizagem

Ao final da aula os estudantes, em grupos, farão as tarefas de fixação da aprendizagem, incluindo atividades do roteiro apara aprofundar aprendizagem.

CONTEÚDOS DE QUÍMICA

Gases envolvidos no processo da fotossíntese, e reações químicas. Vapor d'agua e tipos de ligações.

CONTEUDOS DE FÍSICA

Luz presente na fotossíntese, leis físicas e interação dos elétrons, raios ultravioleta e infravermelho, luz branca.

CONTEUDOS DE BIOLOGIA

Fisiologia das plantas, células, cloroplastos e ciclo de Kreps

ATIVIDADES REFERENTES A AULA
APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DA METODOLOGIA UTILIZADA

ALMEIDAV.O.; MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n4,4403(2008).

EISBERG, Robert RESNICK, Robert. **Física Quântica – Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas**. Tradução de Paulo Costa Ribeiro, Ênio Costa da Silveira e Marta Feijó Barroso. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

HALLIDAY, DAVID, RESNICK, ROBERT E WALKER, JEARL, **Fundamentos de Física** Vol.1, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2007.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "Fotossíntese"; Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/fotossintese.htm. Acesso em 05 de abril de 2021.

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Caro estudante, você participou da aplicação do Produto de mestrado oferecido pelo Professor Mestrando Robson David Pimenta. Pedimos por favor que participe da avaliação pois para nós é muito importante avaliar o que foi apresentado. Participe da avaliação de forma objetiva, clara e sincera.

I – Metodologia utilizada pelo professor (forma dele ensinar)

01 – Quais das notas você atribui a metodologia utilizada:
( ) 0 a 20 ( ) 20 a 40 ( ) 40 a 60 ( ) 60 a 80 ( ) 80 a 100

02 – Você gostaria de ter mais aulas pela metodologia usada?
( ) sim ( ) não Por que? Justifique sua resposta
_____
_____

03 – Pra você o professor tem domínio de sala
( ) pouco ( ) razoável ( ) bom ( ) muito

04 - Baseando-se em suas outras disciplinas da área de Exatas, e em anos anteriores, você diria que essa disciplina foi ministrada de um modo diferente? Explique sua resposta.
_____
_____

05 - Em seu entendimento, as diferenças apontadas trouxeram benefícios para o seu processo de aprendizagem em Física? Justifique-se.
_____
_____

06 – Os roteiros utilizados para desenvolver as práticas era de fácil entendimento, objetivos e simples
( ) sim ( ) não

II – Experimentação (práticas)

01 – Você já tinha desenvolvido aulas práticas em Ciências no 9º Ano
(fundamental)?
( ) nunca ( ) muito pouco
( ) muitas aulas ( ) não me lembro

Justifique
_____
_____

09 – Você acredita que as atividades experimentais auxiliam na aprendizagem dos conteúdos da Física?
( ) sim ( ) não

10 – Desenvolver aulas práticas fez com que você?
( ) se sentisse animado em aprender pois foi um diferencial na aprendizagem
( ) se sentisse muito animado pois a aula fica mais dinâmica e ajuda a aprender melhor( ) se sentisse pouco atraído pela aula
( ) preferisse ter aulas apenas teórica. Justifique se essa for sua opção de resposta
_____

III Atividades Realizadas – Pode haver mais de uma resposta (marque quantas achar necessário)

01 – Qual sua opinião ao resolver as atividades de caça-palavras:
( ) muito bom, pois em minhas aulas normais quase não usamos
( ) muito bom, me fez lembrar dos conceitos trabalhados
( ) muito bom, me fez pensar e concentrar para achar as palavras
( ) não gostei porque demora muito para achar as palavras
( ) não gostei, pois me fez pensar
( ) gostaria que essa atividade fosse usada em outras disciplinas
( ) outra
_____
_____

02 - Qual sua opinião ao resolver as atividades das cruzadinhas:
( ) muito bom, pois em minhas aulas normais quase não usamos
( ) muito bom, me fez lembrar dos conceitos trabalhados
( ) muito bom me fez pensar e concentrar para achar as palavras
( ) não gostei por que demora muito para achar as palavras
( ) não gostei pois me fez pensar
( ) gostaria que essa atividade fosse usada em outras disciplinas

02 – Na sua escola do Ensino Fundamental tinha laboratório de Ciências?
( ) sim
( ) não
( ) não sei
( ) tinha mas não era usado

03 - Na sua escola do Ensino médio há laboratório de Física?
( ) sim ( ) não ( ) não sei

04 - Você já tinha desenvolvido aulas práticas em Física neste ano no conteúdo apresentado (1º Ano Ensino Médio)
( ) algumas aulas ( ) muitas aulas
( ) nenhuma aula

05 – Quando seu grupo desenvolveu as práticas, houve entendimento (sintonia) entre o grupo?
( ) sim ( ) não

06 – Em sua opinião essa forma de trabalhar em grupos ajuda a interação entre os estudantes?
( ) sim ( ) não
( ) não consigo opinar

07 – Quais as maiores dificuldades enfrentadas por você e por seu grupo?
( ) não houveram dificuldades significativas ( ) na elaboração das respostas nos roteiros ( ) nas resolução das atividades ( ) no manuseio das maquetes. Outras: _____
08 - Participar das práticas modificou a maneira como você enxerga a disciplina de Física?
( ) outra
_____

03 - Qual sua opinião sobre a importância da análise dos resultados experimentais, preenchimento de tabelas, acompanhamento do crescimento das plantas, controlar umidade e temperatura:
( ) fundamental para entender o experimento em toda sua plenitude
( ) necessário para equacionar as relações entre as grandezas medidas
( ) importante para confrontar os resultados obtidos com os da literatura
( ) dispensável a análise, pois o experimento por si só "já diz tudo"
( ) analisar os resultados não acrescenta nenhuma informação nova

04 – Você conseguiu relacionar os conteúdos teóricos com os experimentos realizados?
( ) sim, em praticamente tudo
( ) sim, um pouco
( ) sim, muito pouco
( ) não, quase nada
( ) não vi relação nenhuma

III Parte Tecnológica

01 – O professor apresentou ferramentas como what zap para tirar dúvidas, enviar trabalhos, acompanhar o crescimento das plantas entre outros que denominou de **Diário de Bordo:** (marque quantas questões achar conveniente).

( ) gostei muito, tanto porque acompanhamos todo o processo de desenvolvimento do projeto
( ) gostei, pois foi uma atividade diferente, onde pude aprender e verificar a aprendizagem e ainda descontrair.
( ) gostei, pois me motivou a aprender mais sobre a aplicação em Física no meu dia-a-dia
( ) não gostei, pois atrapalhou a aula e não me motivou a aprender Física
Utilize o espaço abaixo para tecer comentários sobre aspectos que ache relevantes e que não tenham sido contemplados neste questionário

APÊNDICE C

Projeto “ESTUFA PARA O CULTIVO DE VEGETAIS E SEUS FUNDAMENTOS FÍSICOS”

Professores Robson Pimenta (Física), Marcelo Muniz Meneses (Biologia) e Professora Maísa Alves de Souza Pimenta (Química).

Caro estudante, você participou durante o bimestre do projeto da estufa, com diversas metodologias e técnicas de aprendizado, precisamos que respondam a este questionário de conteúdo específicos para avaliarmos seu grau de aprendizado.

FÍSICA:

1 - Um teste de laboratório permite identificar alguns cátions metálicos ao introduzir uma pequena quantidade do material de interesse em uma chama de bico de Bunsen para, em seguida, observar a cor da luz emitida.

A cor observada é proveniente da emissão de radiação eletromagnética ao ocorrer a

Alternativas

A ( ) combustão dos cátions metálicos provocada pelas moléculas de oxigênio da atmosfera.

B ( ) diminuição da energia cinética dos elétrons em uma mesma órbita na eletrosfera atômica.

C ( ) transição eletrônica de um nível mais externo para outro mais interno na eletrosfera atômica.

2 - Em 1913 o cientista dinamarquês Niels Bohr perfeiçoou o modelo de Rutherford ao propor que os átomos realizavam seus movimentos em diferentes órbitas em torno do núcleo, podendo, inclusive, ‘subir’ ou ‘descer’ de órbitas em torno do núcleo. Bohr inovou na ciência do átomo com três postulados que se tornaram clássicos:

A ( ) As diferentes orbitas circulares em torno do Núcleo consistiam-se em ‘camadas eletrônicas’, sendo cada uma delas com o seu próprio nível de energia. Ou seja, uma órbita tem diferente nível energia em relação às demais.

B ( ) Quando os elétrons se movimentam numa mesma camada eletrônica eles não absorvem nem emitem energia espontaneamente.

C ( ) Ao receber energia, o elétron pode saltar para outra órbita, mais energética. Dessa forma, o átomo fica instável, pois o elétron tende a voltar à sua orbita original. Quando o átomo volta

à sua órbita original, ele devolve a energia que foi recebida em forma de luz ou calor.

3 - A energia solar é um tipo de energia que está em ascensão na atualidade. Um termo que caracteriza corretamente esse tipo de energia é:

A ( ) tradicional.

B ( ) primária.

C ( ) não renovável.

4 - A faixa de comprimento de onda da luz visível fica entre:

( ) 400 a 700 nm ( ) 300 a 380 nm ( ) 530 a 900nm

5 - Toda radiação eletromagnética de frequência e comprimento de onda contida dentro da faixa do espectro visível, e que nossos olhos captam como luz é considerada:

( ) ondas transversais ( ) Energia luminosa ( ) energia radioativa

6 – Nos sensores detectores de movimento, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa aproxima-se do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

( ) da luz visível ( ) do ultravioleta ( ) do infravermelho.

7 - Quando se considera a extrema velocidade com que a luz se espalha por todos os lados e que, quando vêm de diferentes lugares, mesmo totalmente opostos, os raios luminosos atravessam uns aos outros sem se atrapalharem. O texto contesta que concepção acerca do comportamento da luz?

( ) O entendimento de que a luz precisa de um meio de propagação, difundido pelos defensores da existência do éter.

( ) O modelo ondulatório para a luz, o qual considera a possibilidade de interferência entre feixes luminosos.

( ) O modelo corpuscular defendido por Newton, que descreve a luz como um feixe de partículas.

8 – Quais alternativas apresentam características da luz visível:

( ) massa, quantidade de movimento, torque

( ) cor, temperatura, carga elétrica

( ) intensidade, frequência, polarização

9 – com base respeito da luz e suas propriedades determine F (falsa) V (verdadeira)

( ) A luz é uma forma de radiação eletromagnética.

( ) A luz é uma onda de propagação transversal.

( ) A luz propaga-se somente em meios materiais.

( ) A luz não pode ser polarizada.

10 - Assinale a (s) verdadeira (s)

( ) I. Quando o elétron recebe energia, salta para um nível mais energético.

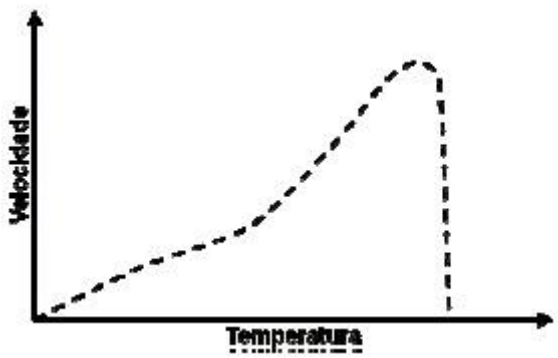
( ) II. Quando o núcleo recebe energia, salta para um nível mais externo.

( ) III. Se um elétron passa do estado A para o estado B, recebendo X unidades de energia, quando voltar de B para A devolverá X unidades de energia na forma de ondas eletromagnéticas.

QUÍMICA

Exercício 5: (UFPR 2010)

O gráfico abaixo representa o resultado de um experimento em que foi medida a velocidade da fotossíntese em função da temperatura na folha de um vegetal mantida sob iluminação constante.



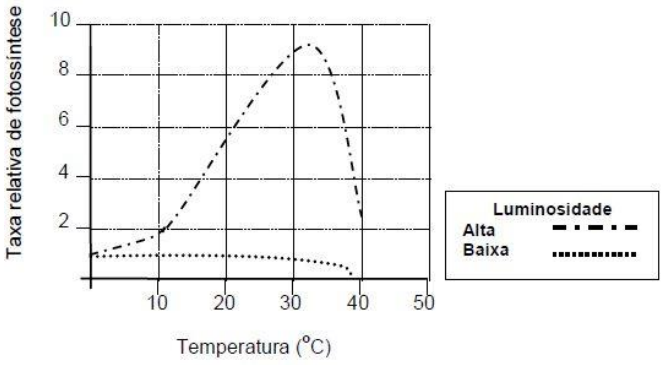
Com base nesse gráfico e nos conhecimentos acerca do processo de fotossíntese, assinale a alternativa correta.

A) A temperatura atua como fator limitante da fotossíntese porque o calor desnatura as proteínas responsáveis pelo processo.

B) O aumento da temperatura ocasiona um aumento na velocidade de fotossíntese porque a entrada de oxigênio na folha torna-se mais rápida com o aumento da temperatura.

C) O aumento da temperatura faz com que a fotossíntese se acelere por conta do aumento da fosforilação cíclica dependente de O2.

2 - A fotossíntese é influenciada por diversos fatores ambientais, entre eles o da luminosidade, mostrada no gráfico abaixo.



Com relação à luminosidade e aos fatores que influenciam a fotossíntese, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

A ( ) A quantidade de gás carbônico presente no ar (entre 0,03% e 0,04%) é muito inferior à quantidade que as plantas têm capacidade para utilizar no processo da fotossíntese.

B ( ) Temperaturas ≥ 40 ºC não prejudicam a fotossíntese nem outras reações metabólicas na célula, pois, nesta faixa de temperatura, as enzimas passam a funcionar com mais eficiência.

C ( ) A abertura e fechamento dos estômatos, importantes elementos na fotossíntese, ocorre por influência da luminosidade, da concentração de gás carbônico na atmosfera e pela disponibilidade de água.

3 - Sobre a fotossíntese, é correto afirmar que:

A) as reações dependentes de luz convertem energia luminosa em energia química.

B) o hidrogênio resultante da quebra da água é eliminado da célula durante a fotólise.

C) as reações dependentes de luz ocorrem no estroma do cloroplasto.

4 - (UNESP) Sobre o processo de fotossíntese, é correto afirmar que:

a) O CO2 é fonte de carbono para a síntese de matéria orgânica e fonte de O2 para a atmosfera.

b) A água é fonte de H+ para a síntese de NADPH2 e de O2 para a atmosfera.

c) O NADPH2 é fonte de energia para a conversão do CO2 em matéria orgânica.

5 - Sobre os processos que ocorrem durante a etapa fotoquímica da fotossíntese, considere as afirmativas a seguir.

I. Fotofosforilação do ATP que perde fosfato.

II. Fotólise da água.

III. Liberação de O2.

IV. Redução do NAPD a NADPH2.

Assinale a alternativa correta.

a) Somente as afirmativas I e IV são corretas.

b) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.

c) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

BIOLOGIA

1 - A fotossíntese é um processo que ocorre em alguns organismos autotróficos como forma de obtenção de alimento. Para a realização desse processo, vários fatores são necessários, como um pigmento de cor verde denominado de:

a) carotenoide.

b) clorofila.

c) flavonoide.

2 - A fotossíntese é um processo importante para garantir a sobrevivência da planta e é dividida em duas etapas tradicionalmente chamadas de fase clara e escura. A fase clara ocorre na membrana dos tilacoides do cloroplasto, já a fase escura ocorre:

a) no citosol.

b) no estroma do cloroplasto.

c) nas mitocôndrias.

3 - Marque a alternativa que indica corretamente o nome da organela celular, presente em plantas e algas, em que o processo de fotossíntese ocorre.

a) Vacúolo.

b) Ribossomo.

c) Cloroplasto.

4 - Na maioria das plantas, o dióxido de carbono usado no processo da fotossíntese entra no vegetal:

a) pelos cloroplastos.

b) pelas raízes.

c) pelos estômatos.

5 - A propriedade de “captar vida na luz” que as plantas apresentam se deve à capacidade de utilizar a energia luminosa para a síntese de alimento. A organela (I), onde ocorre esse processo (II), contém um pigmento (III) capaz de captar a energia luminosa, que é posteriormente transformada em energia química. As indicações I, II e III referem-se, respectivamente a:

a) Mitocôndria, respiração, citocromo.

b) Cloroplasto, fotossíntese, citocromo.

c) Cloroplasto, fotossíntese, clorofila.

6 - Durante o processo de fotossíntese, a ação da luz sobre a clorofila libera elétrons que são capturados por uma cadeia transportadora. Durante esse processo de transporte ocorre:

a) formação de quantidades elevadas do aceptor NADP+ a partir da captura de elétrons e prótons.

b) transferência dos elétrons entre moléculas organizadas em ordem decrescente de energia.

c) fotólise de moléculas de CO2 que liberam elétrons e cedem o carbono para a formação da glicose.

7 - O gás carbônico e o oxigênio estão envolvidos no metabolismo energético das plantas. Acerca desses gases pode-se dizer que:

a) o oxigênio é produzido apenas à noite;

b) o oxigênio é produzido apenas durante o dia;

c) o gás carbônico é produzido apenas à noite;